

# স্থির তড়িৎ

## Static Electricity

অধ্যায়  
০২

এ অধ্যায়ে  
অনন্য A+  
সংযোজন



গণিতিক  
প্রয়োগের সমাধান



ভর্তি পরীক্ষার  
প্রয়োগের সমাধান



অনুশীলনযুগ্মক  
কাজের সমাধান



অ্যাপস-এ  
MCQ Exam

### এক নজরে এ অধ্যায়ের সূত্রাবলি

এ অধ্যায়ের গণিতিক সমস্যা সংক্ষিট গুরুত্বপূর্ণ সূত্রসমূহ নিচে ধারাবাহিকভাবে উপস্থাপিত হলো, যা তোমাদের সমস্যা সমাধানে পুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করবে।

ক্রম	সূত্র
১.	$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$
২.	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$
৩.	$\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{4\pi r^2}$
৪.	$F = QE$
৫.	$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$
৬.	$W = V \times Q$
৭.	$E = \frac{V}{d}$
৮.	$C = \frac{Q}{V}$
৯.	$C = 4\pi\epsilon_0 r$
১০.	$C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$

ক্রম	সূত্র
১১.	$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}$
১২.	$C_p = C_1 + C_2 + \dots + C_n$
১৩.	$U = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$
১৪.	$k = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$
১৫.	$E = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$
১৬.	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q \cdot 2l}{r^2} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}$
১৭.	$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2P}{r^2}$
১৮.	$E = \frac{P}{4\pi\epsilon_0 (r^2 + l^2)^{3/2}}$
১৯.	$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$



### NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর গণিতিক সমস্যাবলির সমাধান

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে এ অধ্যায়ের অনুশীলনীতে গণিতিক সমস্যাবলি দেওয়া আছে। প্রতিটি গণিতিক সমস্যার পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইসমূহের প্রথম নথরের ধারাবাহিকভাবে নিচে প্রদত্ত হলো; যা তোমাদের সেৱা প্রস্তুতি প্রাপ্তে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে।

### ১) এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তোহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গণিতিক সমস্যার সমাধান

#### সেট-১ : সাধারণ সমস্যাবলি

সমস্যা ১। সহপরিযাপ্ত চার্জে চার্জিত দুটি গোলককে পরম্পর হতে ০.৫ m দূরে স্থাপন করলে ৬ g-wt বল ধারা বিকর্ষণ করে। অত্যৈক গোলকে চার্জের পরিযাপ্ত নির্ণয় কর।

$$\text{সমাধান : এখানে, বল, } F = 6 \text{ g-wt} = \left( \frac{6}{1000} \times 9.8 \right) \text{ N} [\because 1 \text{ kg-wt} = 9.8 \text{ N}] \\ = 0.0588 \text{ N}$$

দূরত্ব,  $r = 0.5 \text{ m}$ ; চার্জ,  $Q_1 = Q_2 = Q$

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

$$\text{আমরা জানি, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1 \times Q_2}{r^2}$$

$$\text{বা, } 0.0588 \text{ N} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{Q \times Q}{(0.5 \text{ m})^2}$$

$$1. \text{ বা, } Q^2 = 1.633 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ বা, } Q = 12.78 \times 10^{-7} \text{ C}$$

অতএব, প্রতি গোলকের চার্জের পরিমাণ  $12.78 \times 10^{-7} \text{ C}$ ।

সমস্যা ২। এক ন্যানোমিটার ব্যবধানে অবস্থিত দুটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী বল নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, দূরত্ব,  $r = 1 \text{ nm} = 1 \times 10^{-9} \text{ m}$

চার্জ,  $q_1 = q_2 = 2 \times 1.602 \times 10^{-19} \text{ C}$

∴ মধ্যবর্তী বল,  $F = ?$

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \cdot \frac{(2 \times 1.602 \times 10^{-19})^2 \text{C}^2}{(1 \times 10^{-9})^2 \text{m}^2} = 9.24 \times 10^{-10} \text{ N}$$

অতএব, মধ্যবর্তী বল  $9.24 \times 10^{-10} \text{ N}$ ।

সমস্যা ৩। ০.০২ m এবং ০.০৪ m ব্যাসারের দুটি গোলককে পরস্পরের পৃষ্ঠ হতে ০.১৪ m দূরত্বে রাখা হলো। প্রতিটি গোলককে ৪০ C চার্জ প্রদান করা হলো তাদের মধ্যে কত বল ক্রিয়া করবে নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, গোলকবয়ের কেন্দ্রস্থানের দূরত্ব,

$$r = (0.14 + 0.02 + 0.04) \text{m} = 0.20 \text{m}$$

$$\text{চার্জ}, q_1 = q_2 = 40 \text{C}$$

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

$$\text{বল}, F = ?$$

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

$$= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \frac{40 \text{C} \times 40 \text{C}}{(0.20 \text{m})^2} = 3.6 \times 10^{14} \text{N}$$

অতএব, ক্রিয়ার বলের মান  $3.6 \times 10^{14} \text{N}$ ।

সমস্যা ৪। ৫০ C এবং - ২০ C চার্জের দুটি সমান আকারের ধাতব গোলক বাস্তুতে পরস্পর হতে ০.৫ m দূরে রয়েছে। গোলক দুটিকে পরস্পরের সংপর্শে নিয়ে পুনরায় একই দূরত্বে রাখা হলো। স্পর্শের পূর্বে ও পরে তাদের মধ্যকার বল নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

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

$$\frac{50 \text{C} \times 20 \text{C}}{(0.5 \text{m})^2}$$

$$\therefore F = 3.6 \times 10^{13} \text{N}$$

এখানে, আধান,  $Q_1 = 50 \text{C}$

আধান,  $Q_2 = -20 \text{C}$

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

$$\text{দূরত্ব}, r = 0.5 \text{m}$$

$$\text{স্পর্শ করার পূর্বে বল}, F = ?$$

$$\text{স্পর্শ করার পরে বল}, F' = ?$$

এবং ধাতব গোলকগুলোকে পরস্পরের সংস্পর্শে আনলে মোট চার্জ,

$$Q = Q_1 + Q_2 = (50 - 20) \text{C} = 30 \text{C}, \text{আকর্ষণ ধর্মী}$$

বল দুটিকে পুনরায় দূরে সরালে এ চার্জ উভয় বলে সমানভাবে বিভক্ত হয়ে যাবে।

$$Q'_1 = Q'_2 = \frac{30}{2} = 15 \text{C}$$

$$\text{আমরা জানি}, F' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q'_1 Q'_2}{r^2} = 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \frac{15 \text{C} \times 15 \text{C}}{(0.5 \text{m})^2}$$

$$= 8.1 \times 10^{12} \text{N}, \text{বিকর্ষণ ধর্মী}$$

যেহেতু, সমধর্মী চার্জ

সূতৰাং, স্পর্শ করার পূর্বে বল  $3.6 \times 10^{13} \text{N}$ ; আকর্ষণ ধর্মী এবং স্পর্শ করার পরে বল  $8.1 \times 10^{12} \text{N}$ , বিকর্ষণ ধর্মী।

সমস্যা ৫। + ৩  $\mu\text{C}$  এর চারটি বিন্দু আধানকে ৪০ cm বালু বিশিষ্ট একটি বর্ণক্ষেত্রের চার কোণের স্থাপন করা হলো। যেকোনো আধানের উপর কুলব বল নির্ণয় কর।

সমাধান : মনে করি, ABCD একটি বর্ণক্ষেত্র যার A, B, C এবং D বিন্দুতে  $+3 \times 10^{-6}$  এর চারটি বিন্দু আধান স্থাপন করা হলো।

এখানে,  $AB = BC = CA = DA = 0.4 \text{m}$

ধরি, D বিন্দুতে অবস্থিত চার্জের উপর বল নির্ণয় করতে হবে।

$$\text{কর্ণ}, BD = \sqrt{0.4^2 + 0.4^2} \text{m} = 0.565 \text{m}$$

$$\text{দেওয়া আছে}, C = 3 \times 10^{-6} \text{C}$$

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

$$\text{আমরা জানি}, A \text{ বিন্দুস্থ চার্জের জন্য D বিন্দুতে কুলব বল},$$

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{(3 \times 10^{-6} \text{C})^2}{(0.4 \text{m})^2} = 0.50625 \text{N}$$

এ বল AD বরাবর ক্রিয়াশীল। একইভাবে C বিন্দুস্থ চার্জের জন্য D বিন্দুতে কুলব বল,  $F_3 = 0.50625 \text{N}$

আবার, O বিন্দুস্থ চার্জের জন্য D বিন্দুতে কুলব বল,

$$F_2 = \frac{9 \times 10^9 \times (3 \times 10^{-6} \text{C})^2}{(0.565 \text{m})^2} = 0.25373 \text{N}$$

$$\text{এখন}, F_4 = \sqrt{F_1^2 + F_3^2 + 2F_1 F_3 \cos \alpha}$$

$$= \sqrt{(0.50625)^2 + (0.50625)^2 + 2 \times 0.50625 \times 0.50625 \cos 90^\circ}$$

$$= 0.7156 \text{N}$$

এ বল BD বরাবর ক্রিয়া করবে।

$$\therefore F = F_2 + F_4 = 0.25373 \text{N} + 0.7156 \text{N} = 0.97 \text{N}$$

এ বল BD বরাবর ক্রিয়া করবে।

$\therefore$  যেকোনো একটি চার্জের উপর ক্রিয়াশীল বল 0.97 N।

সমস্যা ৬। বাস্তুতে  $8 \times 10^{-4}$  কুলব ও  $5 \times 10^{-4}$  কুলবের দুটি চার্জ পরস্পর থেকে 2 m দূরে অবস্থিত। এদের মধ্যে পারস্পরিক বলের মান বের কর এবং বলের প্রতিটি নির্ণয় কর।

সমাধান :

আমরা জানি,

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

$$= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{8 \times 10^{-4} \text{C} \times 5 \times 10^{-4} \text{C}}{(2 \text{m})^2} = 900 \text{N}$$

অতএব, চার্জ দুটি একে অপরের উপর 900 N বল প্রয়োগ করবে।

সমস্যা ৭। বাস্তুতে 1 কুলবের দুটি আধান পরস্পর থেকে 1 km ব্যবধানে অবস্থিত হলে এদের মধ্যকার বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, চার্জ  $Q = 1 \text{C}$ ; দূরত্ব,  $d = 1 \text{km} = 10^3 \text{m}$

$$\text{আমরা জানি}, F = 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \frac{1 \text{C} \times 1 \text{C}}{(10^3 \text{m})^2} = 9 \times 10^3 \text{N}$$

সমস্যা ৮। বাস্তুতে 4C ও 5C দুটি চার্জের মধ্যে দূরত্ব অসীম। এদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল কত?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{4 \text{C} \times 5 \text{C}}{\infty}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{4 \text{C} \times 5 \text{C} \times 0}{1 \text{m}} \quad [\because \infty = \frac{1}{0}]$$

$$= 0 \text{N}$$

অতএব, ক্রিয়াশীল বল 0 N।

সমস্যা ৯। দুটি আর্গন নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $1 \text{nm}(10^{-9} \text{m})$ ।

প্রতিটি আর্গন নিউক্লিয়াসের চার্জ যদি  $+18e$  হয় তবে এদের মধ্যকার বিকর্ষণজনিত বল নির্ণয় কর।  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$

সমাধান : এখানে,

$$\text{চার্জ}, q = +18e = 18 \times 1.6 \times 10^{-19} = 2.88 \times 10^{-18} \text{C}$$

$$\text{দূরত্ব}, d = 1 \text{nm} = 10^{-9} \text{m}$$

$$\text{বল}, F = ?$$

$$\text{আমরা জানি}, F = C \frac{q^2}{d^2}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2} \times (2.88 \times 10^{-18} \text{C})^2}{(10^{-9} \text{m})^2}$$

$$= 7.465 \times 10^{-8} \text{N} = 74.65 \text{nN}$$

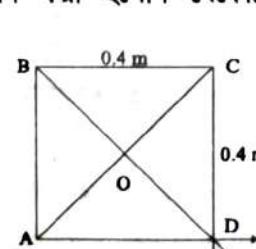
অতএব, বিকর্ষণজনিত বল 74.65 nN।

সমস্যা ১০। শূন্যে পারমিটিভিটি  $8.854 \times 10^{-12} \text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$ , যদি পানির ভাই ইলেক্ট্রিক ধ্রুবক 81 হয় তবে পানির পারমিটিভিটি কত?

সমাধান : আমরা জানি,  $k = \frac{\epsilon}{\epsilon_0}$

$$\text{বা}, \epsilon = k\epsilon_0 = 81 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$$

$$= 7.17 \times 10^{-10} \text{C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$$



সমস্যা ১১ :  $1.6 \times 10^{-9}$  C চার্জে চার্জিত একটি ক্ষুদ্র গোলককে বাহুতে স্থাপন করা হলো। চার্জিত গোলকের কেন্দ্র হতে  $0.14\text{ m}$  দূরে কোন বিন্দুতে বৈদ্যুতিক প্রাবল্য বের কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} q \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{1.6 \times 10^{-9} \text{ C}}{(0.14)^2 \text{ m}^2} \\ &= 734.69 \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, প্রাবল্যের মান  $734.69 \text{ NC}^{-1}$

সমস্যা ১২ :  $10 \times 10^{-9}$  C এবং  $-5 \times 10^{-9}$  C চার্জ বিশিষ্ট দুটি ক্ষুদ্রাকার গোলকের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $10\text{ cm}$ । চার্জ দুটির ঠিক অধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য কত হবে?

সমাধান : এখানে, উভয় চার্জ হতে এদের সংযোগ রেখার মধ্যবিন্দুর

$$\text{দূরত্ব}, r = \frac{10}{2} \text{ cm} = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

$$\text{প্রথম চার্জের মান}, Q_1 = 10 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$\text{এবং ষিতীয় চার্জের মান}, Q_2 = 5 \times 10^{-9} \text{ C} [\text{ঝণাঝক চিহ্ন বাদ দিয়ে}]$$

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

এখন, প্রথম চার্জের জন্যে মধ্যবিন্দুর প্রাবল্য,

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} Q_1 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{10 \times 10^{-9} \text{ C}}{(0.05 \text{ m})^2} \\ &= 360 \times 10^3 \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

এবং ষিতীয় চার্জের জন্যে মধ্যবিন্দুর প্রাবল্য,

$$\begin{aligned} E_2 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} Q_2 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{-5 \times 10^{-9} \text{ C}}{(0.05 \text{ m})^2} \\ &= -180 \times 10^3 \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

এখন, চার্জহীন হওয়ায়  $E'_1$  ও  $E'_2$  এর দিকে সমমুক্তি হবে।

সুতরাং মধ্যবিন্দুর লম্বি প্রাবল্য E হলে, আমরা পাই,

$$E = E_1 - E_2 = 360 \times 10^3 + 180 \times 10^3 = 5.4 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}.$$

অতএব, চার্জহীন মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মান  $5.4 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৩ :  $8.4 \times 10^{-16}$  কিলোগ্রাম ভরের একটি চার্জিত প্লাস্টিক বল  $2.6 \times 10^4 \text{ Vm}^{-1}$  মানের সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে ঝুলত অবস্থায় আছে। বলটির চার্জ বের কর। [ $g = 10 \text{ ms}^{-2}$ ]

সমাধান : আমরা জানি,  $E = \frac{F}{Q}$  এখানে, ভর,  $m = 8.4 \times 10^{-16} \text{ kg}$ .  
 বা,  $Q = \frac{F}{E} = \frac{mg}{E}$  প্রাবল্য,  $E = 2.6 \times 10^4 \text{ Vm}^{-1}$ ;  
 $g = 10 \text{ m s}^{-2}$   
চার্জ,  $Q = ?$   

$$= \frac{8.4 \times 10^{-16} \text{ kg} \times 10 \text{ m s}^{-2}}{2.6 \times 10^4 \text{ Vm}^{-1}} = 3.23 \times 10^{-19} \text{ C}$$

নির্ণেয় চার্জ  $3.23 \times 10^{-19} \text{ C}$ ।

সমস্যা ১৪ : কত প্রাবল্যের একটি তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যে একটি ইলেক্ট্রন স্থাপন করলে ইলেক্ট্রনটি তার উপরের সমান বল অনুভব করবে?

সমাধান : আমরা জানি, এখানে, ইলেক্ট্রনের ভর,  
 $F = QE$   $m = 9.109 \times 10^{-31} \text{ kg}$   
 বা,  $E = \frac{F}{Q} = \frac{mg}{Q}$  ইলেক্ট্রনের চার্জ,  $Q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$   

$$= \frac{9.109 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ NC}^{-1}} [g = 9.8 \text{ ms}^{-2}]$$

$$= 5.57 \times 10^{-11} \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, প্রাবল্যের মান  $5.57 \times 10^{-11} \text{ NC}^{-1}$ ।

এখানে,  
 আধান,  $q = 1.6 \times 10^{-9} \text{ C}$   
 দূরত্ব,  $r = 0.14 \text{ m}$   
 প্রাবল্য,  $E = ?$

সমস্যা ১৫ : সূক্ষ্ম পরীক্ষায় জানা গেছে যে, পৃথিবী ঝণাঝক চার্জযুক্ত এবং এর পৃষ্ঠে তড়িৎ প্রাবল্য  $1.3 \text{ Vcm}^{-1}$ । পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $6400 \text{ km}$  হলে এ চার্জের পরিমাণ কত?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{পৃথিবী পৃষ্ঠে তড়িৎ প্রাবল্য}, E = 1.3 \text{ Vcm}^{-1} = 130 \text{ Vm}^{-1}$$

$$\text{পৃথিবীর ব্যাসার্ধ}, r = 6400 \times 10^3 \text{ m}$$

চার্জের পরিমাণ,  $q = ?$

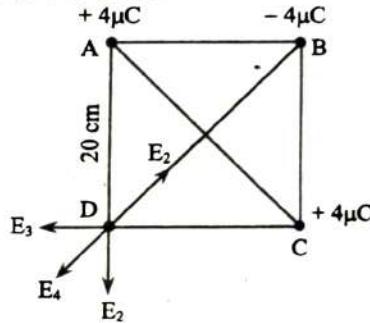
$$\text{আমরা জানি}, E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$

$$\text{বা}, 130 \text{ Vm}^{-1} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{q}{(6400 \times 10^3 \text{ m})^2}$$

$$\therefore q = 5.92 \times 10^5 \text{ C}.$$

সমস্যা ১৬ :  $20\text{ cm}$  বাছুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের এক কর্ণের দুই বিপরীত বিন্দুতে  $+4 \mu\text{C}$  মানের দুটি চার্জ স্থাপন করা হলো। অপর এক কোণায়  $-4 \mu\text{C}$  চার্জ স্থাপন করা হলে বর্গক্ষেত্রের অপর অবশিষ্ট কোণায় বৈদ্যুতিক প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : মনে করি, ABCD একটি বর্গক্ষেত্র যার A ও C বিন্দুতে  $+4\mu\text{C}$  এবং B বিন্দুতে  $-4\mu\text{C}$  এর একটি চার্জ স্থাপন করা হয়েছে।



$$\text{এখানে, } BD = \sqrt{(0.2 \text{ m})^2 + (0.2 \text{ m})^2} = \sqrt{0.04 + 0.04} \text{ m} = 0.283 \text{ m}$$

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

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

এখন A বিন্দুস্থ চার্জের জন্যে D বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$\begin{aligned} E_1 &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{4 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.20 \text{ m})^2} \\ &= 9 \times 10^5 \text{ NC}^{-1} \text{ যা AD বরাবর ক্রিয়াশীল} \end{aligned}$$

B বিন্দুস্থ চার্জের জন্যে D বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$\begin{aligned} E_2 &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{4 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.283 \text{ m})^2} \\ &= 4.5 \times 10^5 \text{ NC}^{-1} \text{ যা DB বরাবর ক্রিয়াশীল} \end{aligned}$$

C বিন্দুস্থ চার্জের জন্যে D বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$\begin{aligned} E_3 &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{4 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.20 \text{ m})^2} \\ &= 9 \times 10^5 \text{ NC}^{-1} \text{ যা CD বরাবর ক্রিয়াশীল} \end{aligned}$$

এখন, AD বরাবর প্রাবল্য  $E_1$  এবং CD বরাবর প্রাবল্য  $E_3$  এর মান পরস্পর সমান হওয়ায় এদের লম্বি কর্ণ BD বরাবর ক্রিয়াশীল হবে।

এবং লম্বি,  $E_4 = \sqrt{E_1^2 + E_3^2 + 2E_1 E_3 \cos \alpha}$

$$= \sqrt{(9 \times 10^5)^2 + (9 \times 10^5)^2} [\because \alpha = 90^\circ]$$

$$= \sqrt{8.1 \times 10^{11} + 8.1 \times 10^{11}}$$

$$= \sqrt{1.62 \times 10^{12}} = 1.27 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$$

এখন,  $E_2$  এবং  $E_4$  এর লম্বি প্রাবল্য E হলে,

$$E = E_4 - E_2$$

$$= 1.27 \times 10^6 \text{ NC}^{-1} - 4.5 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$$

$$= (1.27 - 0.45) \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$$

$$= 0.82 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$$

যা ঝণাঝক চার্জ থেকে দূরে BD বরাবর ক্রিয়াশীল।



সমস্যা ১৭।  $0.1 \text{ g}$  ভৱের একটি শোলার বলে  $-6.67 \times 10^{-9} \text{ C}$  আধান দেওয়া আছে।  $+6.53 \times 10^{-9} \text{ C}$  আধান যুক্ত একটি বল কত উপর থেকে শোলার বলকে শূন্যে স্থির অবস্থায় রাখতে পারবে?

সমাধান: এখানে, শোলার বলের ভর,  $m = 0.1 \text{ g} = 1 \times 10^{-4} \text{ kg}$

$$\text{চার্জ}, Q_1 = -6.67 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$\text{উপরের বস্তুটির চার্জ}, Q_2 = 6.53 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$Q_1 \text{ ও } Q_2\text{-এর মধ্যে দূরত্ব} = r \text{ (ধরি)}।$$

$$r = ?$$

$$g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

প্রশ্নমতে, বলটির ওজন  $W = mg$

ও কুলৰ আকৰ্ষণ বল সমান হলে, বলটি শূন্যে স্থির থাকবে।

$$mg = F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

$$\text{বা, } r^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{mg}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } r &= \sqrt{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{mg}} \\ &= \sqrt{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{6.67 \times 10^{-9} \text{ C} \times 6.53 \times 10^{-9} \text{ C}}{1 \times 10^{-4} \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}}} \\ &= 0.02 \text{ m} = 2 \text{ cm} \end{aligned}$$

অতএব, শোলার বলটিকে 2 cm উপরে শূন্যে স্থির অবস্থায় রাখবে।

সমস্যা ১৮।  $20 \text{ NC}^{-1}$  প্রাবল্যের একটি তড়িৎক্ষেত্রে  $10 \text{ C}$  চার্জ স্থাপন করা হলো। উক্ত চার্জের উপর বলের ঘান নির্ণয় কর।

সমাধান: আমরা জানি,

$$F = qE = 10C \times 10 \text{ N}^{-1} \text{ C} = 200 \text{ N}$$

সমস্যা ১৯। কোনো মাধ্যমের পরাবেদ্যতিক ধূবক  $0.5$ । উক্ত মাধ্যমে  $50 \text{ C}$  চার্জ হতে  $1 \text{ m}$  দূরত্বে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

উত্তর:  $9 \times 10^{11} \text{ N/C}$

সমাধান: আমরা জানি,  $\epsilon = k\epsilon_0$

$$\begin{aligned} \therefore E &= \frac{1}{4\pi k\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \\ &= \frac{1}{0.5} \times 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{50 \text{ C}}{(1 \text{ m})^2} = 9 \times 10^{11} \text{ NC}^{-1}. \end{aligned}$$

সমস্যা ২০।  $500 \text{ NC}^{-1}$  প্রাবল্যের কোনো ক্ষেত্রে স্থাপিত একটি প্রোটনের ত্বরণ কত হবে? এ ত্বরণের ঘান অভিকর্ষজ ত্বরণের চেয়ে কতগুণ বেশি হবে? [উত্তর:  $4.8 \times 10^{10} \text{ ms}^{-2}$ ;  $4.9 \times 10^9$  গুণ]

সমাধান: প্রোটনের ভর,  $m = 1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}$

প্রোটনের আধান,  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

তড়িৎ প্রাবল্য,  $E = 500 \text{ NC}^{-1}$

এখন,  $mg_1 = qE$

$$\text{বা, } g_1 = \frac{qE}{m} = \frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 500 \text{ NC}^{-1}}{1.675 \times 10^{-27} \text{ kg}} = 4.78 \times 10^{10} \text{ ms}^{-2}$$

$$g_1 = \frac{4.78 \times 10^{10} \text{ ms}^{-2}}{9.8 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\text{বা, } g_1 = 4.87 \times 10^9 \text{ g.}$$

সমস্যা ২১। দুটি পিতলের বলের ব্যাসার্ধ যথাক্রমে  $0.02 \text{ m}$  এবং  $0.06 \text{ m}$ । বল দুটিকে  $2.5 \times 10^{-9} \text{ C}$  এবং  $5 \times 10^{-9} \text{ C}$  চার্জ দেয়া হলো। এদের তলমাত্রিক ঘনত্বের তুলনা কর।

সমাধান: মনে করি, বলস্থায়ের তলমাত্রিক ঘনত্ব যথাক্রমে  $\sigma_1$  ও  $\sigma_2$ ।

দেওয়া আছে, প্রথম বলের ব্যাসার্ধ,  $r_1 = 0.02 \text{ m}$

বিতীয় বলের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = 0.06 \text{ m}$ ; প্রথম বলের চার্জ,  $q_1 = 2.5 \times 10^{-9} \text{ C}$

বিতীয় বলের চার্জ,  $q_2 = 5.0 \times 10^{-9} \text{ C}$

আমরা জানি,  $\sigma = \frac{q}{4\pi r^2}$

প্রথম বলের ক্ষেত্রে,  $\sigma_1 = \frac{q_1}{4\pi r_1^2}$

বিতীয় বলের ক্ষেত্রে,  $\sigma_2 = \frac{q_2}{4\pi r_2^2}$

$$\therefore \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{q_1}{4\pi r_1^2} : \frac{q_2}{4\pi r_2^2} = \frac{q_1 \times r_2^2}{q_2 \times r_1^2} = \frac{2.5 \times 10^{-9} \text{ C} \times (0.06 \text{ m})^2}{5 \times 10^{-9} \text{ C} \times (0.02 \text{ m})^2} = \frac{4.5}{1}$$

$$\therefore \sigma_1 : \sigma_2 = 4.5 : 1 = 9 : 2$$

∴ চার্জ দূটির তলমাত্রিক ঘনত্বের অনুপাত  $9 : 2$ ।

সমস্যা ২২। দুটি গোলকের ব্যাসার্ধের অনুপাত  $2 : 3$  এবং চার্জের অনুপাত  $3 : 2$  হলে তলমাত্রিক ঘনত্বের অনুপাত কত হবে?

সমাধান: মনে করি, বলস্থায়ের তলমাত্রিক ঘনত্ব  $\sigma_1$  ও  $\sigma_2$

দেওয়া আছে, প্রথম বলের ব্যাসার্ধ,  $r_1$ ; বিতীয় বলের ব্যাসার্ধ,  $r_2 = 2 : 3$

$$\text{বা, } \frac{r_1}{r_2} = \frac{2}{3} \quad \text{অথবা, } \frac{r_2}{r_1} = \frac{3}{2}$$

প্রথম বলের চার্জ,  $q_1$ ; বিতীয় বলের চার্জ,  $q_2 = 3 : 2$

$$\text{বা, } \frac{q_1}{q_2} = \frac{3}{2} \quad \text{অথবা, } \frac{q_2}{q_1} = \frac{2}{3}$$

আমরা জানি,  $\sigma = \frac{q}{4\pi r^2}$

প্রথম বলের ক্ষেত্রে,  $\sigma_1 = \frac{q_1}{4\pi r_1^2}$

এবং বিতীয় বলের ক্ষেত্রে,  $\sigma_2 = \frac{q_2}{4\pi r_2^2}$

$$\begin{aligned} \therefore \frac{\sigma_1}{\sigma_2} &= \frac{q_1}{4\pi r_1^2} : \frac{q_2}{4\pi r_2^2} \\ &= \frac{q_1 \times r_2^2}{q_2 \times r_1^2} = \left(\frac{q_1}{q_2}\right) \times \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \frac{3}{2} \times \left(\frac{3}{2}\right)^2 = \frac{3}{2} \times \frac{9}{4} = \frac{27}{8} \end{aligned}$$

$$\therefore \sigma_1 : \sigma_2 = 27 : 8$$

অতএব, বলস্থায়ের তলমাত্রিক ঘনত্বের অনুপাত  $27 : 8$ ।

সমস্যা ২৩। দুটি গোলীয় পরিবাহীর ব্যাসার্ধের অনুপাত  $1 : 2$ ; তাদের চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব সমান। চার্জের অনুপাত নির্ণয় কর।

সমাধান: শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গান্ধিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর:  $1 : 4$ ]

সমস্যা ২৪। একটি গোলকীয় তলের ক্ষেত্রফল  $100 \text{ m}^2$ । উক্ত তলে  $500 \text{ C}$  চার্জ প্রদান করা হলে চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান: এখানে, ক্ষেত্রফল  $A = 100 \text{ m}^2$

চার্জ,  $q = 500 \text{ C}$

$$\therefore \text{তলমাত্রিক ঘনত্ব, } \sigma = \frac{q}{A} = \frac{500 \text{ C}}{100 \text{ m}^2} = 5 \text{ m}^{-2}.$$

সমস্যা ২৫।  $2 \times 10^{-2} \text{ m}$  ব্যাসার্ধ বিলিট একটি পরিবাহী গোলকে

$2 \times 10^{-9} \text{ C}$  চার্জ প্রদান করা হলো। চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব বের কর।

সমাধান: দেওয়া আছে,

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

$$\text{চার্জ, } q = 2 \times 10^{-9} \text{ C}$$

তলমাত্রিক ঘনত্ব,  $\sigma = \frac{q}{4\pi r^2}$

$$= \frac{2 \times 10^{-9}}{4 \times 3.1416 \times (2 \times 10^{-2})^2}$$

$$\therefore \sigma = 3.98 \times 10^{-7} \text{ Cm}^{-2}$$

সমস্যা ২৬। কোনো একটি বর্গক্ষেত্রের ডিনটি কোণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $6 \text{ C}$ ,  $8 \text{ C}$  ও  $-2 \text{ C}$  চার্জ স্থাপিত আছে। চতুর্থ কোণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে বর্গক্ষেত্রটির কেন্দ্রে তড়িৎ শূন্য হবে?

সমাধান: ধরি, ABCD বর্গক্ষেত্রের প্রত্যেক বাহু = a একক

$$\therefore AC \text{ ও } BD \text{ কর্ণের ছেদবিন্দু} = O$$

O বিন্দু হতে প্রতিটি কোণায়  
স্থাপিত চার্জের দূরত্ব,

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

$$= \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + a^2} = \frac{a}{\sqrt{2}} \text{ একক}$$

আমরা জানি,

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

এখন চারটি চার্জের জন্য,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{6}{r} + \frac{8}{r} - \frac{2}{r} + \frac{Q_4}{r} \right]$$

একেতে,  $Q_4$  চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ এবং কেন্দ্রে বিভব  $V = 0$ .

$$\therefore 0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} [6 + 8 - 2 + Q_4]$$

বা,  $Q_4 = -12 C$

অতএব, চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে  $-12 C$  আধান স্থাপন করলে কেন্দ্রে  
বিভব শূন্য হবে।

সমস্যা ২৯। একটি বর্গক্ষেত্রের তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $2 \times 10^{-9} C$ ,  $4 \times 10^{-9} C$  এবং  $8 \times 10^{-9} C$  চার্জ স্থাপন করা হলো। এর  
চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে কেন্দ্রের বিভব শূন্য হবে?

সমাধান : ধরি, ABCD বর্গক্ষেত্রের প্রত্যেক বাহু  $= a$  একক

$$\therefore AC \text{ ও } BD \text{ কর্ণের ছেদবিন্দু } = O$$

O বিন্দু হতে প্রতিটি কোণায় স্থাপিত

চার্জের দূরত্ব,

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

$$= \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + a^2} = \frac{a}{\sqrt{2}} \text{ একক}$$

আমরা জানি,

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

এখন চারটি চার্জের জন্য,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{2 \times 10^{-9}}{r} + \frac{4 \times 10^{-9}}{r} + \frac{8 \times 10^{-9}}{r} + \frac{Q_4}{r} \right]$$

একেতে,  $Q_4$  চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ এবং কেন্দ্রে বিভব,  
 $V = 0$

$$\therefore 0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} [(2 + 4 + 8) \times 10^{-9} + Q_4]$$

বা,  $Q_4 = -14 \times 10^{-9} C$

অতএব, চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে  $-14 \times 10^{-9} C$  আধান স্থাপন করলে  
কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে।

সমস্যা ২৮। 4 cm বাহু বিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের তিন কোণায়  
যথাক্রমে  $2 \times 10^{-9} C$ ,  $3 \times 10^{-9} C$  এবং  $4 \times 10^{-9} C$  চার্জ স্থাপন করা  
হলো। চতুর্থ কোণায় তত্ত্ব বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : এখনে, ১য়, ২য় ও ৩য় কোণায় চার্জ যথাক্রমে,

$$Q_1 = 2 \times 10^{-9} C; Q_2 = 3 \times 10^{-9} C; Q_3 = 4 \times 10^{-9} C$$

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

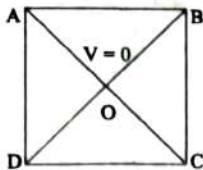
তত্ত্ব বিভব,  $V = ?$

ধরি, ABCD উদ্দিষ্ট বর্গক্ষেত্র যার A, B,  
C বিন্দুতে যথাক্রমে  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  চার্জ  
স্থাপন করা আছে।

এটির বাহু  $AB = BC = CD = DA = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$

$$\text{কর্ণ, } BD = \sqrt{AB^2 + AD^2}$$

$$= \sqrt{(0.04 \text{ m})^2 + (0.04 \text{ m})^2} = 0.0566 \text{ m}$$



$$\text{এখন, } Q_1 = 6 C$$

$$Q_2 = 8 C$$

$$Q_3 = -2 C$$

$$Q_4 = ?$$

এখন, D বিন্দুতে বিভব V হলে আমরা জানি,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{Q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q_1}{AD} + \frac{Q_2}{BD} + \frac{Q_3}{CD} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \left( \frac{2 \times 10^{-9} C}{0.04 \text{ m}} + \frac{3 \times 10^{-9} C}{0.0566 \text{ m}} + \frac{4 \times 10^{-9} C}{0.04 \text{ m}} \right)$$

$$\therefore V = 1827.27 \text{ V}$$

নির্ণেয় বিভব  $1827.27 \text{ V}$ ।

সমস্যা ২৯। 2 m বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের প্রতিটি কোণায়  $2 \times 10^{-9} C$  চার্জ স্থাপন করা হলো। বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : এখনে, বর্গক্ষেত্রের বাহুর দৈর্ঘ্য = 2 m

$$\therefore 2 r^2 = (2 \text{ m})^2$$

$$\text{বা, } r^2 = 2 \text{ m}^2$$

$$\therefore r = 1.4142 \text{ m}$$

প্রতিটি কোণায় আধানের পরিমাণ,  $q = 2 \times 10^{-9} C$

কর্ণয়ের ছেদবিন্দুতে বিভব,  $V = ?$

আমরা জানি, বর্গক্ষেত্রের কর্ণয়ের ছেদবিন্দুতে বিভব,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{r} (4q) = \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}}{1.4142 \text{ m}} \times 4 \times 2 \times 10^{-9} C$$

$$\therefore V = 50.91 \text{ V}$$

অতএব, বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভবের মান  $50.91 \text{ V}$ ।

সমস্যা ৩০। 10 cm ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তের পরিধিতে  $10 C$  যানের দুটি  
চার্জ স্থাপন করা হয়েছে। বৃত্তের কেন্দ্রে তত্ত্ব বিভবের মান নির্ণয় কর।

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

চার্জ,  $Q_1 = Q_2 = 10 C$ ;

∴ তত্ত্ব বিভব,  $V = ?$

আমরা জানি, বৃত্তের কেন্দ্রে বিভব,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{Q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q_1 + Q_2}{r} \right)$$

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

$$= 9 \times 10^9 \left( \frac{20}{0.1} \right) V = 9 \times 10^9 \times 200 V = 18 \times 10^{11} V$$

সমস্যা ৩১। 0.50 m ব্যাসার্ধের একটি গোলককে  $10 C$  চার্জ দেওয়া  
আছে। গোলকের কেন্দ্র হতে  $1 \text{ m}$  ও  $0.1 \text{ m}$  দূরে কোনো বিন্দুতে  
বিভবের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{d_1} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

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

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

$$\text{আবার, } V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{d_2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{10 C}{0.5 \text{ m}} = 1.8 \times 10^{11} V$$

∴  $1 \text{ m}$  ও  $0.1 \text{ m}$  দূরত্বে বিভবের মান যথাক্রমে  $9 \times 10^{10} V$  ও  $1.8 \times 10^{11} V$ ।

সমস্যা ৩২। 0.80 m ব্যাসার্ধের একটি গোলককে  $10 C$  চার্জ দেওয়া  
আছে। গোলকের কেন্দ্র হতে  $0.60 \text{ m}$  ও  $0.90 \text{ m}$  দূরে কোনো বিন্দুতে  
বিভবের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শাখসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩১নং গাণিতিক  
সমস্যার সমাধান অনুরূপ। [উত্তর :  $9 \times 10^{10} V$ ,  $1.8 \times 10^{11} V$ ]

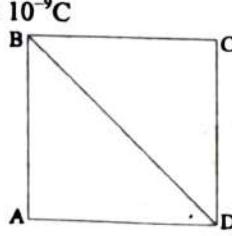
সমস্যা ৩৩। একটি মোটরগাড়ির ব্যাটারির দুই পাত্রের বিভব পার্থক্য  
 $12.0 V$ ।  $2.5 C$  আধানকে ব্যাটারির পাণ্ডুলিঙ্গ পাত্র থেকে ধনাত্মক  
পাত্রে স্থানান্তরের জন্য সম্পর্ক কাজ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$V = Vq = 12 V \times 2.5 C = 30 J$$

$$\text{আধান, } q = 2.5 C$$

অতএব, সম্পর্ক কাজের পরিমাণ  $30 J$ ।



সমস্যা ৩৪। একটি ভ্যান-ডি-গ্রাফ জেনারেটরের উপরিস্থিত ফাঁপা গোলকের ব্যাসার্ধ  $25 \text{ cm}$ । গোলকটিকে  $1000 \text{ volt}$  বিভবে উচ্চীত করা হলো ইহা কি পরিমাণ চার্জ প্রাপ্ত করবে?

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 1000 \text{ V} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{q}{(25 \times 10^{-2} \text{ m})}$$

$$\therefore q = 27.78 \times 10^{-9} \text{ C}$$

অতএব, চার্জের পরিমাণ  $27.78 \times 10^{-9} \text{ C}$

সমস্যা ৩৫।  $100 \text{ C}$  চার্জ হতে  $0.50 \text{ m}$  দূরত্বে কোনো বিন্দুতে তত্ত্বিক বিভবের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } V = \frac{9 \times 10^9 \times 100}{0.5} \text{ V}$$

$$= 1.8 \times 10^{12} \text{ V}$$

অতএব, বিভব  $1.8 \times 10^{12} \text{ V}$

সমস্যা ৩৬। কোনো বর্গক্ষেত্রের তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $5C$ ,  $10C$ ,  $-20C$  চার্জ স্থাপিত। তত্ত্বিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে ঐ বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বৈদ্যুতিক বিভব শূন্য হবে?

সমাধান : এখানে, বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র হতে প্রতিটি কৌণিক বিন্দুর দূরত্ব সমান।

ধরি, এই দূরত্ব  $= r$

১ম কোণে আধান,  $q_1 = 5 \text{ C}$ ; ২য় কোণে আধান,  $q_2 = 10 \text{ C}$

৩য় কোণে আধান,  $q_3 = -20 \text{ C}$ ; ৪র্থ কোণে আধান,  $q_4 = ?$

যখন, কেন্দ্রে বিভব,  $V = 0$

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

সূতরাং, বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে মোট বিভব,

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

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

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

যেহেতু  $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \neq 0$

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

$$\text{বা, } q_4 = -(q_1 + q_2 + q_3) \text{ C} = -(5 + 10 - 20) \text{ C} = 5 \text{ C}.$$

অতএব, তত্ত্বিক বিন্দুতে  $5 \text{ C}$  আধান স্থাপন করলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে।

সমস্যা ৩৭। কোনো বর্গক্ষেত্রের তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $3 \text{ C}$ ,  $-6 \text{ C}$  এবং  $7 \text{ C}$  চার্জ স্থাপন করা আছে। তত্ত্বিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে ঐ বর্গক্ষেত্রে কেন্দ্রে বৈদ্যুতিক বিভবের মান শূন্য হবে?

সমাধান : ধরি, ABCD বর্গক্ষেত্রের প্রত্যেক বাহু  $= a$  একক

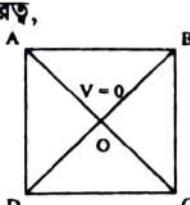
$\therefore AC$  ও  $BD$  কর্ণের ছেদবিন্দু  $= O$

O বিন্দু হতে প্রতিটি কৌণায় স্থাপিত চার্জের দূরত্ব,

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

$$= \frac{1}{2} \sqrt{a^2 + a^2} = \frac{a}{\sqrt{2}} \text{ একক}$$

$$\text{আমরা জানি, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \sum \frac{Q}{r}$$



এখন চারটি চার্জের জন্য,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left[ \frac{3}{r} - \frac{6}{r} + \frac{7}{r} + \frac{Q_4}{r} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{এখন, } Q_1 &= +3 \text{ C} \\ Q_2 &= -6 \text{ C} \\ Q_3 &= +7 \text{ C} \\ Q_4 &=? \end{aligned}$$

একেব্রে,  $Q_4$  তত্ত্বিক বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ এবং কেন্দ্রে বিভব  $V = 0$

$$\therefore 0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{1}{r} [3 - 6 + 7 + Q_4]$$

$$\text{বা, } Q_4 = -4 \text{ C}$$

অতএব, তত্ত্বিক বিন্দুতে  $-4 \text{ C}$  আধান স্থাপন করলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে।

সমস্যা ৩৮।  $20 \text{ cm}$  বাহু দৈর্ঘ্যের একটি বর্গক্ষেত্রের তিন কৌণায় যথাক্রমে  $+4 \times 10^{-9} \text{ C}$ ,  $-4 \times 10^{-9} \text{ C}$  এবং  $+4 \times 10^{-9} \text{ C}$  তিনটি চার্জ রাখা হলো। অপর কৌণায় বৈদ্যুতিক বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, চার্জ,  $Q_1 = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$

$$\text{চার্জ, } Q_2 = -4 \times 10^{-9} \text{ C}; \text{ চার্জ, } Q_3 = +4 \times 10^{-9} \text{ C}$$

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

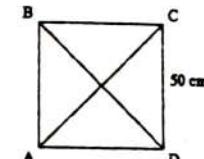
ধরি, ABCD বর্গক্ষেত্রের A, B ও C বিন্দুতে যথাক্রমে  $Q_1$ ,  $Q_2$  ও  $Q_3$  চার্জ স্থাপন করা আছে। D বিন্দুতে বিভব নির্ণয় করতে হবে।

$$\text{এখন, কর্ণ } BD = \sqrt{AB^2 + AD^2} = \sqrt{(0.2 \text{ m})^2 + (0.2 \text{ m})^2} = 0.283 \text{ m}$$

$$\text{কারণ, } AB = BC = CA = AD = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$$

এখন  $Q_1$  চার্জের জন্য বিভব,

$$\begin{aligned} V_1 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1}{0.20 \text{ m}} \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \cdot \frac{4 \times 10^{-9} \text{ C}}{0.20 \text{ m}} \\ &= 180 \text{ V} \end{aligned}$$



একইভাবে  $Q_3$  চার্জের জন্য বিভব,

$$V_3 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_3}{0.20 \text{ m}} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \cdot \frac{4 \times 10^{-9} \text{ C}}{0.20 \text{ m}} = 180 \text{ V} \cdot$$

এবং  $Q_2$  চার্জের জন্য বিভব,  $V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_2}{0.283 \text{ m}}$

$$\begin{aligned} &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \cdot \frac{-4 \times 10^{-9} \text{ C}}{0.283 \text{ m}} \\ &= -127.21 \text{ V} \end{aligned}$$

সূতরাং D বিন্দুতে মোট বিভব,

$$V = V_1 + V_2 + V_3 = (180 - 127.21 + 180) \text{ V} = 232.79 \text{ V}$$

সমস্যা ৩৯।  $6 \text{ cm}$  ব্যাসার্ধবিলিপ্ত একটি বৃত্তাকার পরিবাহীর পরিধিতে  $10C$  এর ৫টি চার্জ স্থাপন করা হলো। বৃত্তাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, দূরত্ব,  $r = 6 \text{ cm} = 0.06 \text{ m}$

$$\text{চার্জ, } Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = 10 \text{ C}$$

$\therefore$  তত্ত্বিক বিভব,  $V = ?$

আমরা জানি, বৃত্তের কেন্দ্রে বিভব,

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum \frac{Q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{Q_1}{r} + \frac{Q_2}{r} + \frac{Q_3}{r} + \frac{Q_4}{r} + \frac{Q_5}{r} \right) \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \left( \frac{10 \text{ C}}{0.06 \text{ m}} + \frac{10 \text{ C}}{0.06 \text{ m}} \right) \\ &= 9 \times 10^9 \left( \frac{50}{0.06} \right) \text{ V} = 7.5 \times 10^{12} \text{ V} \end{aligned}$$

সমস্যা ৪০।  $4 \text{ cm}$  বাহুবিলিপ্ত কোনো একটি বর্গক্ষেত্রের চারটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $+4 \times 10^{-9} \text{ C}$ ,  $-8 \times 10^{-9} \text{ C}$ ,  $+12 \times 10^{-9} \text{ C}$  এবং  $+16 \times 10^{-9} \text{ C}$  চার্জ স্থাপন করা হলো। বর্গক্ষেত্রের কর্ণবর্তীর ছেদ বিন্দুতে বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, ABCD বর্গক্ষেত্রের বাহুর দৈর্ঘ্য  $= 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}$

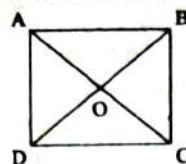
$$\therefore AC$$
 ও  $BD$  কর্ণের ছেদবিন্দু  $= O$ ।

০ বিন্দু হতে প্রতিটি কোণ স্থাপিত চার্জের দূরত্ত,

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

$$= \frac{1}{2} \sqrt{(0.04)^2 + (0.04)^2} = \frac{(0.04)\sqrt{2}}{2}$$

$$= 0.0283 \text{ m}$$



প্রথম কোণের আধান,  $q_1 = + 4 \times 10^{-9} \text{ C}$

বিজ্ঞান কোণের আধান,  $q_2 = - 8 \times 10^{-9} \text{ C}$

তৃতীয় কোণের আধান,  $q_3 = + 12 \times 10^{-9} \text{ C}$

চতুর্থ কোণের আধান,  $q_4 = + 16 \times 10^{-9} \text{ C}$

কর্ণস্থায়ের হেদ বিন্দুতে বিভব,  $V = ?$

আমরা জানি, বর্গক্ষেত্রের কর্ণস্থায়ের হেদ বিন্দুতে বিভব,

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

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}}{0.0283 \text{ m}} (+ 4 \times 10^{-9} - 8 \times 10^{-9} + 12 \times 10^{-9} + 16 \times 10^{-9}) \text{ C}$$

$$\therefore V = 7632.5 \text{ V}$$

অতএব, বর্গক্ষেত্রের কর্ণস্থায়ের হেদবিন্দুতে বিভবের মান  $7632.5 \text{ V}$ ।

সমস্যা ৮১। সুষমভাবে চার্জিত একটি গোলকের মোট চার্জ  $9 \text{ C}$ ।

গোলকের ব্যাসার্ধ  $3 \times 10^{-2} \text{ m}$ । গোলকের কেন্দ্র হতে  $0.02 \text{ m}$  দূরে

অবস্থিত একটি বিন্দুতে প্রাবল্য ও বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-1} \times 9 \text{ C}}{3 \times 10^{-2} \text{ m}}$$

$$= 27 \times 10^{11} \text{ V}$$

এখানে, ব্যাসার্ধ,  $r = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$

দূরত্ত,  $d = 0.02 \text{ m}$

চার্জ,  $q = 9 \text{ C}$

বিভব,  $V = ?$

তড়িৎ প্রাবল্য,  $E = ?$

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

এখানে,  $d = r$  ধরা হয়েছে কারণ গোলকের ডেতেরের যেকোনো বিন্দুর বিভব পৃষ্ঠের বিভবের সমান।

$$\text{আবার, তড়িৎ প্রাবল্য, } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times 9 \text{ C}}{(3 \times 10^{-2} \text{ m})^2} = 9 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, তড়িৎ প্রাবল্য  $9 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1}$ ।

সমস্যা ৮২। একটি বর্ষ অঙ্গুর নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ  $6.6 \times 10^{-15} \text{ m}$  এবং প্রাবল্যবিক সংখ্যা ৭৯। এর পৃষ্ঠের উপর তড়িৎ বিভব ও প্রাবল্য নির্ণয় কর। (প্রতিটি প্রোটনের চার্জ =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times 126.4 \times 10^{-19} \text{ C}}{6.6 \times 10^{-15} \text{ m}}$$

$$= 1.72 \times 10^7 \text{ V}$$

এখানে, নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ,  $r = 6.6 \times 10^{-15} \text{ m}$

চার্জ,  $Q = 79 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

$= 126.4 \times 10^{-19} \text{ C}$

বিভব,  $V = ?$

প্রাবল্য,  $E = ?$

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

অতএব, তড়িৎ বিভব  $1.72 \times 10^7 \text{ V}$ ।

$$\text{আবার, } E = \frac{V}{r} = \frac{1.72 \times 10^7 \text{ V}}{6.6 \times 10^{-15} \text{ m}} = 2.6 \times 10^{21} \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, তড়িৎ প্রাবল্য  $2.6 \times 10^{21} \text{ NC}^{-1}$ ।

সমস্যা ৮৩। বাহুতে এক খিটার ব্যবহারে রাখা +  $1.00 \mu\text{C}$  এবং -  $5.00 \mu\text{C}$  আধানবিহীন সংযোগ রেখার ঠিক মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে,  $q_1 = + 1.00 \mu\text{C} = + 1.00 \times 10^{-6} \text{ C}$

$q_2 = - 5.00 \mu\text{C} = - 5.00 \times 10^{-6} \text{ C}$

$q_1$  হতে মধ্যবিন্দুর দূরত্ত,  $r_1 = \frac{1}{2} \text{ m} = 0.5 \text{ m}$

$q_2$  হতে মধ্যবিন্দুর দূরত্ত,  $r_2 = \frac{1}{2} \text{ m} = 0.5 \text{ m}$

মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ বিভব,  $V = ?$

আমরা জানি, ১ম চার্জের কেন্দ্রে বিভব,

$$V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{1.00 \times 10^{-6} \text{ C}}{0.5 \text{ m}} = 18 \times 10^3 \text{ V}$$

২য় চার্জের কেন্দ্রে বিভব,

$$V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{-5.00 \times 10^{-6} \text{ C}}{0.5 \text{ m}} = - 90 \times 10^3 \text{ V}$$

মধ্যবিন্দুতে বিভব,

$$V = V_1 + V_2 = (18 \times 10^3 - 90 \times 10^3) \text{ V} = - 7.20 \times 10^4 \text{ V}$$

অতএব, আধানবিহীন সংযোগ রেখার ঠিক মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ বিভবের মান  $- 7.20 \times 10^4 \text{ V}$ ।

সমস্যা ৮৪। 10 C, - 5 C এবং 3 C মানের তিনটি চার্জ  $0.10 \text{ m}$  ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বৃত্তের পরিধির তিনটি বিন্দুতে অবস্থিত। বৃত্তের কেন্দ্রে বিভব কত?

সমাধান : ধরি, কেন্দ্রের বিভব =  $V$  | এখানে,  $q_1 = 10 \text{ C}$

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

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \left( \frac{10 \text{ C} - 5 \text{ C} + 3 \text{ C}}{0.10 \text{ m}} \right)$$

$$= 72 \times 10^{10} \text{ V}$$

অতএব, বৃত্তের কেন্দ্রে বিভবের মান  $72 \times 10^{10} \text{ V}$ ।

সমস্যা ৮৫। দুটি সমান্তরাল ধাতব পাতের মধ্যে  $150 \text{ V}$  বিভব পার্শ্বক্য প্রয়োগ করা হলো। ধাতব পাত দুটির মধ্যবর্তী স্থানের বৈদ্যুতিক প্রাবল্য  $5000 \text{ Vm}^{-1}$  হলে, পাত দুটির মধ্যকার দূরত্ত কত?

সমাধান : ধরি, পাতব পাতব মধ্যবর্তী দূরত্ত =  $d$

আমরা জানি,  $E = \frac{V}{d}$  | এখানে, বিভব পার্শ্বক্য,  $V = 150 \text{ V}$

এবং তড়িৎ প্রাবল্য,  $E = 5000 \text{ V/m}$

$$\text{বা, } d = \frac{V}{E} = \frac{150 \text{ V}}{5000 \text{ V/m}} = 0.03 \text{ m} = 3 \text{ cm}$$

অতএব, পাত দুটির মধ্যকার দূরত্ত  $3 \text{ cm}$ ।

সমস্যা ৮৬। একটি সমবালু তিনি কোণের প্রত্যেকটি +  $6\mu\text{C}$  মানের তিনটি চার্জ রাখা হলো। তিনিই রেখার প্রত্যেকটি বাহুর দৈর্ঘ্য  $0.12 \text{ m}$ । তিনিই ত্রিভুজের ভূমির মধ্যবিন্দুতে বিভব পার্শ্বক্য নির্ণয় কর।

সমাধান :  $AD = \sqrt{(0.12)^2 + (0.06)^2} = 0.1342 \text{ m}$

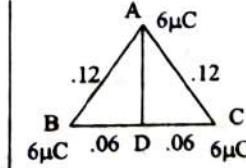
D বিন্দুতে বিভব,

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

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

$$\left( \frac{1}{0.06} + \frac{1}{0.06} + \frac{1}{0.1342} \right)$$

$$= 2202384 \text{ V} = 2202.38 \text{ kV}$$



সমস্যা ৮৭।  $9 \times 10^{-6} \text{ C}$  এবং  $6 \times 10^{-6} \text{ C}$  এর দুটি চার্জ একে অপরের খেকে  $20 \text{ cm}$  দূরে অবস্থিত। চার্জ দুটি আরও  $10 \text{ cm}$  নিকটে আনতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে?

সমাধান :

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

$$\xrightarrow{\hspace{10cm}} \text{A} \quad \text{B}$$

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

$$\xleftarrow{\hspace{10cm}} \text{C}$$

$$20 \text{ cm}$$

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

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

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

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



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

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

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

$$V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{9 \times 10^{-6} \text{ C}}{0.2 \text{ m}} = 4.05 \times 10^5 \text{ V}$$

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

$$V_C = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{9 \times 10^{-6} \text{ C}}{0.1 \text{ m}} = 8.1 \times 10^5 \text{ V}$$

$\therefore$  B বিস্তৃতে একক ধন চার্জকে C বিস্তৃতে নিয়ে আসতে কৃত কাজ বা B ও C বিস্তৃত বিভব পার্শ্বক্ষণ্য,

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

সূজন্য,  $6 \times 10^{-6} \text{ C}$  চার্জকে B বিস্তৃতে নিয়ে আসতে ঘোট কৃতকাজ,

$$W = (V_C - V_B) \times q_2 = (4.05 \times 10^5 \times 6 \times 10^{-6}) \text{ J} = 2.43 \text{ J}$$

অতএব, কাজের পরিমাণ  $2.43 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৪৮।  $0.1 \text{ m}$  দীর্ঘ একটি তড়িৎ বিমেবুর দুটি আধানের মান  $\pm 500 \mu\text{C}$ । খেকোনো আধান থেকে অক্ষের ওপর  $0.2 \text{ m}$  দূরে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে,

$$\text{তড়িৎ বিমেবুর প্রতিটিতে চার্জের পরিমাণ, } q = 500 \mu\text{C} = 500 \times 10^{-6} \text{ C}$$

যথ্যতী দূরত্ব,  $2l = 0.1 \text{ m}$

বিমেবুর কেন্দ্র হতে দূরত্ব,  $r = 0.2 \text{ m}$

বিমেবুর আধানের মান =  $p$

তড়িৎক্ষেত্র প্রাবল্যের মান =  $E$

$$\text{আমরা জানি, } p = q \times 2l = 500 \times 10^{-6} \text{ C} \times 0.1 \text{ m} = 5 \times 10^{-5} \text{ C m}$$

আবার, তড়িৎপ্রাবল্য,

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{2 \times 5 \times 10^{-5} \text{ C m}}{(0.2 \text{ m})^2} = 1.125 \times 10^8 \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, প্রাবল্যের মান  $1.125 \times 10^8 \text{ NC}^{-1}$ ।

সমস্যা ৪৯। পৃষ্ঠাকে 6400  $\text{km}$  ব্যাসার্দের একটি সম্পূর্ণ গোলক মনে করে তার ধারকত্ব মাইক্রো ক্যারাডে নির্ণয় কর। [উত্তর :  $711.1 \mu\text{F}$ ]

সমাধান : এখানে, ব্যাসার্দে,  $r = 6400 \text{ km} = 6.4 \times 10^6 \text{ m}$

শূন্যস্থানের তেলনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$

বায়ু মাধ্যমের ক্ষেত্রে ধারকত্ব,  $C_s = 4\pi\epsilon_0 r$

$$= 4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 6.4 \times 10^6 \text{ m}$$

$$= 7.117 \times 10^{-4} \text{ F} = 711.7 \mu\text{F}$$

সমস্যা ৫০। একটি ধাতব গোলকের ব্যাসার্দে  $0.125 \text{ m}$ । বায়ু মাধ্যমে এবং  $1.12$  ডাই-ইলেক্ট্রিক ধূবক বিশিষ্ট তেল মাধ্যমে গোলকের ধারকত্ব নির্ণয় কর। [বায়ুতে  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$ ]

সমাধান : আমরা জানি, বায়ু মাধ্যমে,

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

$$= 4 \times 3.1416 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 0.125 \text{ m}$$

$$= 1.39 \times 10^{-11} \text{ F}$$

আবার, তেল মাধ্যমে,

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

$$= 4 \times 3.1416 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

$$\times 1.12 \times 0.125 \text{ m}$$

$$= 1.556 \times 10^{-11} \text{ F}$$

$\therefore$  গোলকের ধারকত্ব  $1.556 \times 10^{-11} \text{ F}$ ।

সমস্যা ৫১।  $5\text{F}$  ধারকত্ব বিশিষ্ট একটি ধারককে  $50 \text{ V}$  বিভবে উন্নীত করতে কত চার্জের প্রয়োজন হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, বিভব,  $V = 50 \text{ V}$

ধারকত্ব,  $C = 5\text{F}$

$\therefore$  প্রয়োজনীয় চার্জ,  $Q = CV = (50 \times 5)\text{C} = 250\text{C}$ .

সমস্যা ৫২। একটি অঙ্গীরিত পরিবাহীতে  $500 \text{ C}$  চার্জ পদান করার এর বিভব  $100 \text{ V}$  হলো। পরিবাহীর ধারকত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$C = \frac{Q}{V} = \frac{500 \text{ C}}{100 \text{ V}} = 5 \text{ F}$$

এখানে, চার্জ,  $Q = 500 \text{ C}$

বিভব,  $V = 100 \text{ V}$

ধারকত্ব,  $C = ?$

অতএব, ধারকত্ব  $5 \text{ F}$ .

সমস্যা ৫৩। একটি সমানভাবে পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $1.5 \text{ m}^2$  এবং এর মাঝে  $1 \text{ mm}$  পুরু বাহুর ভর থাকলে এর ধারকত্ব কত হবে?

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

পাতবর্ষের দূরত্ব,  $d = 1 \text{ mm} = 0.001 \text{ m}$

জানা আছে,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$

ধারকত্ব,  $C = ?$

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

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 1.5 \text{ m}^2}{0.001 \text{ m}} = 1.33 \times 10^{-8} \text{ F}$$

অতএব, ধারকত্ব  $1.33 \times 10^{-8} \text{ F}$ ।

সমস্যা ৫৪। একটি সমানভাবে পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $1.5 \text{ m}^2$  এবং পাতবর্ষ পরম্পর হতে  $2 \text{ cm}$  দূরে অবস্থিত। যদি পাত দুটির বিভব পার্শ্বক্ষণ্য  $60 \text{ V}$  হয়, তবে প্রত্যেকটি পাতের চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর।

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

$$\text{দূরত্ব, } d = 2 \text{ cm} = 0.02 \text{ m}; \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

বিভব পার্শ্বক্ষণ্য,  $V = 60 \text{ V}$

চার্জ,  $q = ?$

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

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 1.5 \text{ m}^2}{0.02 \text{ m}} = 664.05 \times 10^{-12} \text{ F}$$

আবার,  $C = \frac{q}{V}$

$$\text{বা, } q = 664.05 \times 10^{-12} \text{ F} \times 60 \text{ V} = 3.98 \times 10^{-8} \text{ C}$$

অতএব, প্রত্যেক পাতের চার্জ  $3.98 \times 10^{-8} \text{ C}$ ।

সমস্যা ৫৫। একটি সমানভাবে পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $1 \text{ m}^2$  এবং এর মাঝে  $1 \text{ mm}$  পুরু বাহুর ভর থাকলে এর ধারকত্ব কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান অনুরূপ। [Ans.  $8.8544 \times 10^{-9} \text{ F}$ ]

সমস্যা ৫৬। একটি সমানভাবে পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $1.4 \text{ m}^2$  এবং এর মাঝে  $0.03 \text{ m}$  পুরু বাহুর ভর থাকলে এর ধারকত্ব  $\mu\text{F}$  -এ কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান অনুরূপ। [Ans.  $8.8544 \times 10^{-9} \text{ F}$ ]

সমস্যা ৫৭। একটি সমানভাবে পাত ধারকের প্রত্যিটি পাতের ক্ষেত্রফল  $10^4 \text{ cm}^2$ । পাতবর্ষ বাহুতে পরম্পর হতে  $0.1 \text{ cm}$  ব্যবধানে অবস্থিত। এ ধারকের ধারকত্ব কত?

সমাধান : এখানে, পাতের ক্ষেত্রফল,  $A = 10^4 \text{ cm}^2 = \frac{10^4}{10^4} \text{ m}^2 = 1 \text{ m}^2$

দূরত্ব,  $d = 1 \text{ cm} = 0.01 \text{ m}; \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$

ধারকত্ব,  $C = ?$

আমরা জানি,

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 1 \text{ m}^2}{0.01 \text{ m}} = 8.85 \times 10^{-10} \text{ F}$$

অতএব, ধারকের ধারকত্ব  $8.85 \times 10^{-10} \text{ F}$ ।



ସମସ୍ୟା ୫୮ । ଶୂନ୍ୟ ବ୍ୟବସ୍ଥାମେ ଏକଟି ସମାନରାଳ ପାତ ଧାରକରେ ଧାରକତ୍ତ ୧  $\mu\text{F}$ , ଧାରକରେ ପାତ ଦୁଟିର ବ୍ୟବସ୍ଥାମେ ୧mm ହଲେ ପାତ ଦୁଟିର ଧାରକତ୍ତର କେତେକଣ କଣ ?

ସମାଧାନ : ଶାମ୍ଭୁର ରହମାନ ସେଲୁ ଓ ଜାକାରିଆ ସ୍ୟାରେର ୫୩୯୯ ଗାଣିତିକ ସମସ୍ୟାର ସମାଧାନ ଅନୁରୂପ । [ଉତ୍ତର :  $1.13 \times 10^2 \text{ m}^2$ ]

ସମସ୍ୟା ୫୯ । ୧୬  $\mu\text{F}$  ଏବଂ ୨୨  $\mu\text{F}$  ଧାରକତ୍ତ ବ୍ୟନିଷ୍ଟ ଦୁଟି ଧାରକକେ ଶ୍ରେଣି ସମବାୟେ ଶାଙ୍କାଲେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ କଣ ହବେ ?

ସମାଧାନ : ଆମରା ଜାନି,

$$\begin{aligned}\frac{1}{C_s} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{16 \mu\text{F}} + \frac{1}{22 \mu\text{F}} \\ &= \frac{11 + 8}{176 \mu\text{F}} = \frac{19}{176 \mu\text{F}} \\ \therefore C_s &= \frac{176}{19} \mu\text{F} = 9.26 \mu\text{F}\end{aligned}$$

ଅତେବେ, ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ୯.୨୬  $\mu\text{F}$  ।

ସମସ୍ୟା ୬୦ । ତିନଟି ଧାରକରେ ଧାରକତ୍ତ ଯଥାକ୍ରମେ ୪  $\mu\text{F}$ , ୩  $\mu\text{F}$  ଓ ୨  $\mu\text{F}$  । ଏଦେର ଅଧିକ ଓ ବିତ୍ତିରାଟିକେ ଶ୍ରେଣି ସମବାୟେ ଶାଙ୍କିତ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ : ଆମରା ଜାନି,

$$\begin{aligned}\frac{1}{C_s} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \\ &= \frac{1}{4 \mu\text{F}} + \frac{1}{3 \mu\text{F}} = \frac{7}{12 \mu\text{F}} \\ \therefore C_s &= \frac{12}{7} \mu\text{F}\end{aligned}$$

ଆବାର,  $C_p = C_s + C_3 = \frac{12}{7} \mu\text{F} + 2 \mu\text{F} = 3.71 \mu\text{F}$

ଅତେବେ, ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ୩.୭୧  $\mu\text{F}$  ।

ସମସ୍ୟା ୬୧ । ଦେଖାଓ ସେ, ସମାନ ଧାରକତ୍ତର ତିନଟି ଧାରକକେ ସମାନରାଳ ସମବାୟେ ଶାଙ୍କାଲେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ହବେ ପ୍ରତିଟି ଧାରକରେ ଧାରକତ୍ତର ତିଲମୁଳ ଏବଂ ଶ୍ରେଣି ସମବାୟେ ଯୁକ୍ତ କରିଲେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ହବେ ପ୍ରତିଟି ଧାରକରେ ଧାରକତ୍ତର  $\frac{1}{3}$  ଗୁଣ ।

ସମାଧାନ : ଧରି, ସମାନ ମାନେର ଧାରକତ୍ତ  $C$

ଶ୍ରେଣି ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ  $C_s$  ।

ସମାନରାଳ ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ  $C_p$

ଆମରା ଜାନି,  $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{3}{C}$

ବା,  $C_s = \frac{1}{3} C$ .

ଆବାର,  $C_p = C + C + C = 3C$

$\therefore$  ସମାନରାଳେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ପ୍ରତି ଧାରକତ୍ତର ୩ ଗୁଣ ଏବଂ ଶ୍ରେଣି

ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ପ୍ରତି ଧାରକତ୍ତର  $\frac{1}{3}$  ଗୁଣ । (ଦେଖାନୋ ହଲୋ)

ସମସ୍ୟା ୬୨ । ପରାମ କର ଯେ, ଏକଇ ଆକାର ଏବଂ ଧାରକତ୍ତର ଦୁଟି ଧାରକ ସମାନରାଳେ ଏବଂ ଶ୍ରେଣିବନ୍ଧତାବେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ଯେକୋନୋ ଏକଟି ଧାରକରେ ଧାରକତ୍ତର ଯଥାକ୍ରମେ ବିପୁଳ ଓ ଅର୍ଦ୍ଦେକ ହୁଏ ।

ସମାଧାନ : ଏଥାନେ, ଧାରକତ୍ତ,  $C_1 = C_2 = C$

$\therefore$  ସମାନରାଳ ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ  $C_s$  ହଲେ,

ଆମରା ଜାନି,  $C_p = C_1 + C_2 = C + C = 2C$

ଅର୍ଥାତ୍, ସମାନରାଳ ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ଯେକୋନୋ ଧାରକରେ ଧାରକତ୍ତର ହିପୁଳ । (ପ୍ରାଣିତ)

ଆବାର, ଶ୍ରେଣି ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ  $C_s$  ହଲେ

ଆମରା ଜାନି,  $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}$

$\therefore C_s = \frac{C}{2}$

ଅର୍ଥାତ୍, ଶ୍ରେଣି ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ଯେକୋନୋ ଧାରକତ୍ତର ଅର୍ଦ୍ଦେକ । (ପ୍ରାଣିତ)

ସମସ୍ୟା ୬୩ । ଦେଖାଓ ସେ, ସମାନ ଧାରକତ୍ତର ଦୁଟି ଧାରକରେ ସମାନରାଳ ସମବାୟୀତିରେ ଧାକାକାଲୀନ ଧାରକତ୍ତ ଶ୍ରେଣିବନ୍ଧତାବେ ଧାକାକାଲୀନ ଧାରକତ୍ତର ୪ ଗୁଣ ।

ସମାଧାନ : ଏଥାନେ, ଧାରକତ୍ତ,  $C_1 = C_2 = C$

ଶ୍ରେଣି ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ  $C_p$  ହଲେ,

$$\text{ଆମରା ଜାନି, } \frac{1}{C_p} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}$$

$$\therefore C_p = \frac{C}{2}$$

$\therefore$  ସମାନରାଳ ସମବାୟେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ  $C_p$  ହଲେ,

ଆମରା ଜାନି,  $C_p = C_1 + C_2 = C + C$

ବା,  $C_p = 2C$

$$\text{ବା, } C_p = 4 \cdot \frac{C}{2} = 4 \cdot C,$$

ଅର୍ଥାତ୍ ସମାନ ଧାରକତ୍ତର ଦୁଟି ଧାରକରେ ସମାନରାଳ ସମବାୟେ ଧାକାକାଲୀନ ଧାରକତ୍ତ ଶ୍ରେଣିବନ୍ଧତାବେ ଧାକାକାଲୀନ ଧାରକତ୍ତର ୪ ଗୁଣ । (ଦେଖାନୋ ହଲୋ)

ସମସ୍ୟା ୬୪ । ଦୁଟି ଧାରକକେ ସମାନରାଳେ ଓ ଶ୍ରେଣିତେ ଯୁକ୍ତ କରିଲେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ ଯଥାକ୍ରମେ ୨  $\mu\text{F}$  ଏବଂ ୨  $\mu\text{F}$  । ଧାରକ ଦୁଟିର ଧାରକତ୍ତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ସମାଧାନ : ଏଥାନେ,  $C_p = 9 \mu\text{F}; C_s = 2 \mu\text{F}$ .

ମନେ କରି, ଧାରକଗୁଲୋର ଧାରକତ୍ତ ଯଥାକ୍ରମେ  $C_1$  ଓ  $C_2$

ଆମରା ଜାନି,

$$C_p = C_1 + C_2 \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{ଏବଂ } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \dots \dots \dots (2)$$

$$(1) \text{ ନଂ ହତେ ପାଇ; } 9 = C_1 + C_2 \dots \dots \dots (3)$$

$$(2) \text{ ନଂ ହତେ ପାଇ; } \frac{1}{2} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\text{ବା, } \frac{1}{2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 C_2} = \frac{9}{C_1 C_2}$$

$$\text{ବା, } C_1 C_2 = 18$$

$$\text{ଆମରା ଜାନି, } (C_1 - C_2)^2 = (C_1 + C_2)^2 - 4 C_1 C_2 \\ = (9)^2 - 4 \times 18 = 81 - 72 = 9$$

$$\therefore C_1 - C_2 = \pm 3 \dots \dots \dots (4)$$

$$C_1 - C_2 = +3 \text{ ଧରେ (3) ନଂ ଥେବେ (4) ନଂ ବିଯୋଗ କରେ ପାଇ; } \\ 2C_2 = 6$$

$$\text{ବା, } C_2 = 3.$$

$$\text{ଆବାର, (3) ନଂ ଏବଂ (4) ନଂ ଯୋଗ କରେ ପାଇ; }$$

$$2C_1 = 12$$

$$\text{ବା, } C_1 = 6.$$

$$\text{ଆବାର, } C_1 - C_2 = -3 \text{ ଧରେ (3) ନଂ ଓ (4) ନଂ ହତେ ପାଇ; }$$

$$2C_2 = 12$$

$$\text{ବା, } C_2 = 6.$$

$$\text{ଏବଂ } 2C_1 = 6. \text{ ବା, } C_1 = 3.$$

ଅତେବେ,  $C_1 = 6 \mu\text{F}$  ଅଥବା,  $3 \mu\text{F}$  ଏବଂ  $C_2 = 3 \mu\text{F}$  ଅଥବା,  $6 \mu\text{F}$ .

ସମସ୍ୟା ୬୫ । ତିନଟି ଧାରକରେ ଯଥାକ୍ରମେ ୨, ୩ ଏବଂ ୪  $\mu\text{F}$  । ଏଦେର ଅଧିମେ ଶ୍ରେଣିବନ୍ଧତାବେ ଏବଂ ପରେ ସମାନରାଳେ ଯୁକ୍ତ କରା ହଲୋ । ଉତ୍ତର କେତେରେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତର ଫୁଲନା କର ।

ସମାଧାନ : ସମାନରାଳ ସମବାୟେ କେତେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ,

$$C_p = (2 + 3 + 4) \mu\text{F} = 9 \mu\text{F}$$

$$\text{ଶ୍ରେଣି ସମବାୟେ କେତେ ତୁଳ୍ୟ ଧାରକତ୍ତ, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{13}{12}$$

$$\therefore C_s = \frac{12}{13} \mu\text{F}$$

$$C_s : C_p = \frac{13}{12} : 9 = 4 : 39$$



সমস্যা ৭২। সমান্তরাল দুটি ধারকের মধ্যকার দূরত্ব  $10\text{ cm}$  এবং এদের মধ্যকার বিভব পার্থক্য  $28.6$  ডেক্ষে  $60 \times 10^{-4}\text{ kg}$  তরের একটি কৃত্তি বল উপরের পাত হতে একটি তারের সাহায্যে ঝুলানো আছে। বলটিটে যদি  $20\text{ }\mu\text{C}$  চার্জ ধারকে তবে তারের উপর টান কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$F_1 = qE$$

$$\text{বা, } F_1 = q \cdot \frac{V}{d}$$

$$\text{বা, } F_1 = \frac{20 \times 10^{-6} \times 28.6}{0.10} \text{ N}$$

$$\therefore F_1 = 5.72 \times 10^{-3} \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F_2 = mg = 60 \times 10^{-4} \times 9.8 \text{ N} = 0.0588 \text{ N}$$

$$\therefore \text{টান, } F = F_1 + F_2 \\ = 5.72 \times 10^{-3} \text{ N} + 0.0588 \text{ N} = 0.06452 \text{ N} = 64.52 \text{ mN}$$

সমস্যা ৭৩। প্রতিটি  $0.65\text{ m}^2$  ক্ষেত্রফলের দুটি সমান্তরাল পাতের প্রত্যেকটিতে  $135\text{ }\mu\text{C}$  আধান ধারকে পাতবয়ের মধ্যবর্তী স্থানের তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য কত হবে?

সমাধান : এখানে, চার্জের পরিমাণ,  $Q = 135\text{ }\mu\text{C} = 135 \times 10^{-6}\text{ C}$   
পাতের ক্ষেত্রফল,  $A = 0.65\text{ m}^2$

$$\text{জনা আছে, } \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$$

তড়িৎ প্রাবল্য,  $E = ?$

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{Q}{\epsilon_0 A} = \frac{135 \times 10^{-6} \text{ C}}{8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2} \times 0.65 \text{ m}^2} \\ = 2.35 \times 10^7 \text{ NC}^{-1}$$

সমস্যা ৭৪।  $1.4\text{ }\mu\text{F}$  ধারকত্তি একটি ইলেক্ট্রনিক যন্ত্রের টার্মিনালবয়ের মধ্যে  $3000\text{ V}$  বিভব পার্থক্য দেওয়া হলো। ধারকের সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} U &= \frac{1}{2} CV^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 1.4 \times 10^{-6} \text{ F} \times (3000 \text{ V})^2 \\ &= 6.3 \text{ J} \end{aligned}$$

অতএব, সঞ্চিত শক্তি  $6.3 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৭৫।  $4\text{ }\mu\text{F}$  ও  $5\text{ }\mu\text{F}$  এর দুটি ধারক প্রেগিতে সংযুক্ত। এই সমবায়কে  $300\text{ volt}$  বিভব পার্থক্যের একটি উৎসের সাথে যুক্ত করলে কত শক্তি এতে সঞ্চিত হবে?

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \frac{1}{C_s} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{4} + \frac{1}{5} \\ \frac{1}{C_s} &= 2.22 \text{ }\mu\text{F} = 2.22 \times 10^{-6} \text{ F} \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } U = \frac{1}{2} C_s V^2 = \frac{1}{2} \times 2.22 \times 10^{-6} \text{ F} \times (300 \text{ V})^2$$

$$\therefore U = 0.1 \text{ J}$$

∴  $0.1 \text{ J}$  শক্তি সঞ্চিত হবে।

সমস্যা ৭৬।  $4\text{ }\mu\text{F}$  প্রিসিট একটি ধারককে  $9.0\text{ V}$  ব্যাটারি ধারা আহিত করলে এতে কি পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত হবে?

সমাধান : শায়সুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান অনুবৃত্ত।

$$[\text{Ans. } 1.62 \times 10^{-4} \text{ J}]$$

সমস্যা ৭৭। প্রত্যেকটি  $6\text{ }\mu\text{F}$  হিসেবে উটি ধারককে প্রেশি সমবায়ে যুক্ত করে  $100\text{ V}$  এর একটি ব্যাটারি প্রি সমবায়ের সঙ্গে যুক্ত করা হলো। ব্যাটারি কর্তৃক গৃহীত চার্জের পরিমাণ ও সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : প্রেশি সমবায়ের ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

এখানে,

$$\text{দূরত্ব, } d = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}$$

$$\text{বিভব পার্থক্য, } V = 28.6 \text{ volt}$$

$$\text{ভর, } m = 60 \times 10^{-4} \text{ kg}$$

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

$$\text{টান বা বল, } F = ?$$

$$\begin{aligned} \frac{1}{C_s} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \\ &= \frac{1}{6\text{ }\mu\text{F}} + \frac{1}{6\text{ }\mu\text{F}} + \frac{1}{6\text{ }\mu\text{F}} \\ &= \frac{1+1+1}{6\text{ }\mu\text{F}} \end{aligned}$$

$$\therefore C_s = 2\text{ }\mu\text{F}$$

$$\text{আবার, } C_s = \frac{Q}{V}$$

$$\text{বা, } Q = C_s V = 2\text{ }\mu\text{F} \times 100 \text{ V} = 2 \times 10^{-6} \text{ F} \times 100 \text{ V} = 2 \times 10^{-4} \text{ C}$$

অতএব, ব্যাটারির কর্তৃক গৃহীত চার্জ  $2 \times 10^{-4} \text{ C}$ ।

$$\text{আবার, } U = \frac{1}{2} C_s V^2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \text{ F} \times (100 \text{ V})^2 = 0.01 \text{ J}$$

অতএব, সঞ্চিত শক্তি  $0.01 \text{ J}$ ।

$$\begin{aligned} \text{চার্জ, } Q &=? \\ \text{সঞ্চিত শক্তি, } V &=? \end{aligned}$$

সমস্যা ৭৮। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের অত্যেকটি পাতের ব্যাসার্ধ  $10\text{ cm}$ । পাত দুটির মধ্যকার দূরত্ব  $1.0\text{ mm}$  এবং এদের মধ্যকার বিভব পার্থক্য  $100\text{ V}$ । (i) ধারকটির ধারকত্তি, (ii) পাত দুটির মধ্যবর্তী বৈদ্যুতিক প্রাবল্য, (iii) পাত দুটির মধ্যে সঞ্চিত শক্তি এবং (iv) যে কোনো বিন্দুতে একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : (i) এখানে, পাতের ব্যাসার্ধ,  $r = 10\text{ cm} = 0.10\text{ m}$

$$\therefore \text{পাতের ক্ষেত্রফল, } A = \pi r^2 = 3.1416 \times (0.10\text{ m})^2 = 0.031416 \text{ m}^2 \\ \epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

$$(i) \text{ধারকত্তি, } C = ?$$

$$\text{মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = 1\text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{আমরা জানি, } C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 0.031416 \text{ m}^2}{10^{-3} \text{ m}}$$

$$= 2.78 \times 10^{-10} \text{ F} = 278 \text{ pF}$$

অতএব, ধারকটির ধারকত্তি  $278 \text{ pF}$ ।

(ii) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= \frac{V}{d} = \frac{100 \text{ V}}{10^{-3} \text{ m}} \\ &= 100 \times 10^3 \text{ Vm}^{-1} = 100 \text{ kVm}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, পাত দুটির মধ্যবর্তী বৈদ্যুতিক প্রাবল্য  $100 \text{ kVm}^{-1}$ ।

(iii) আমরা জানি, প্রাবল্য,  $E = ?$

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{2} CV^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 2.78 \times 10^{-10} \text{ F} \times (100 \text{ V})^2 = 1.39 \times 10^{-6} \text{ J} = 1.39 \text{ }\mu\text{J} \end{aligned}$$

অতএব, সঞ্চিত শক্তি  $1.39 \text{ }\mu\text{J}$ ।

$$(iv) \text{একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি, } U' = \frac{U}{Ad} = \frac{1.39 \times 10^{-6} \text{ J}}{0.031416 \text{ m}^2 \times 10^{-3} \text{ m}} \\ = 4.425 \times 10^{-2} \text{ J m}^{-3}$$

অতএব, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি  $4.425 \times 10^{-2} \text{ J m}^{-3}$ ।

সমস্যা ৭৯।  $3\text{ }\mu\text{F}$  ও  $6\text{ }\mu\text{F}$  ধারকত্তির দুটি ধারককে প্রেশি সমবায়ে যুক্ত করে বতনীর মোট ধারকত্তি কত? (ii) প্রত্যেকটি ধারকের বিভব পার্থক্য কত? (iii) প্রত্যেক ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ কত?

সমাধান :  $C_1 = 3\text{ }\mu\text{F} = 3 \times 10^{-6}\text{ F}, C_2 = 6\text{ }\mu\text{F} = 6 \times 10^{-6}\text{ F}, V = 12\text{ V}$

(i) মোট ধারকত্তি  $C_s$  হলে,  $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} \quad \text{বা, } C_s = 2\text{ }\mu\text{F} = 2 \times 10^{-6} \text{ F}$$

$$(ii) q = C_s V = 2 \times 10^{-6} \text{ F} \times 12 \text{ V} = 24 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$V_1 = \frac{q_1}{C_1} = \frac{24 \times 10^{-6} \text{ C}}{3 \times 10^{-6} \text{ F}} = 8 \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{24 \times 10^{-6} \text{ C}}{6 \times 10^{-6} \text{ F}} = 4 \text{ V}$$

$$(iii) 1\text{ ধারকে সঞ্চিত শক্তি}, E_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-6} \text{ F} \times (8 \text{ V})^2 = 9.6 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$2\text{ ধারকে সঞ্চিত শক্তি}, E_2 = \frac{1}{2} C_1 V_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \text{ F} \times (4 \text{ V})^2 = 4.8 \times 10^{-5} \text{ J}$$

সমস্যা ৮০। একটি  $60 \text{ pF}$  ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর যখন (i) ধারকটিকে  $2 \text{ kV}$  বিভব পার্শ্বে দেওয়া হয় এবং (ii) অতিথি ধারকের চার্জের পরিমাণ  $30 \text{ nC}$  (ন্যানো কুলো)।

সমাধান : (i) আমরা জানি,

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

$$= \frac{1}{2} \times 60 \times 10^{-12} \text{ F} \times (2000 \text{ V})^2 \\ = 1.2 \times 10^{-4} \text{ J}$$

এখানে, ধারকত্ব,

$$C = 60 \text{ pF} = 60 \times 10^{-12} \text{ F}$$

বিভব,  $V = 2 \text{ kV}$

$$= (2 \times 1000) \text{ V} = 2000 \text{ V}$$

সঞ্চিত শক্তি,  $U = ?$

অতএব, সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ  $1.2 \times 10^{-4} \text{ J}$ ।

(ii) আবার, এখানে, চার্জ,  $Q = 30 \mu\text{C} = 30 \times 10^{-9} \text{ C}$

$$U = \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C} = \frac{(30 \times 10^{-9} \text{ C})^2}{2 \times 60 \times 10^{-12} \text{ F}} = 7.5 \times 10^{-6} \text{ J}$$

অতএব, সঞ্চিত শক্তি,  $7.5 \times 10^{-6} \text{ J}$ ।

সমস্যা ৮১। একটি ধারকের চার্জ  $9.6 \text{ nC}$  এবং এর দূর্পাত্তির বিভব পার্শ্বে  $120 \text{ V}$ । ধারকটির ধারকত্ব এবং এতে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

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

$$= \frac{9.6 \times 10^{-9}}{120} \text{ F} \\ = .08 \times 10^{-9} \text{ F}$$

$$= 80 \times 10^{-12} \text{ F} = 80 \text{ pF}$$

আবার,

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

$$= \frac{1}{2} \times 8 \times 10^{-12} \times (120)^2$$

$$= 5.76 \times 10^{-7} \text{ J}$$

$$= 576 \text{ nJ}$$

সমস্যা ৮২। তোমাকে  $10 \mu\text{F}$ ,  $20 \mu\text{F}$  এবং  $60 \mu\text{F}$  ধারকত্ব বিশিষ্ট ডিনাটি ধারক দেওয়া হলো। (ক) এদের সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন ধারকত্ব বাহির কর। (খ) যদি বিভব পার্শ্বে  $200 \text{ volt}$  হয়, তবে সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন স্থিতিশক্তি নির্ণয় কর।

সমাধান : (ক) ধারককে সমাতৃপালে

সাজালে ধারকত্ব সর্বোচ্চ হয়।

$$\therefore C_p = C_1 + C_2 + C_3 \\ = 10 \mu\text{F} + 20 \mu\text{F} + 60 \mu\text{F} \\ = 90 \mu\text{F}$$

আবার, স্পেশিয়েল সাজালে ধারকত্ব সর্বনিম্ন হয়।

$$\therefore \frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{10 \mu\text{F}} + \frac{1}{20 \mu\text{F}} + \frac{1}{60 \mu\text{F}} = \frac{6+3+1}{60 \mu\text{F}}$$

$$\therefore C_s = \frac{60}{10} \mu\text{F} = 6 \mu\text{F}$$

অতএব, সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন ধারকত্ব যথাক্রমে  $90 \mu\text{F}$  ও  $6 \mu\text{F}$ ।

(খ) এখানে, বিভব,  $V = 200 \text{ V}$

$$\therefore \text{সর্বোচ্চ স্থিতিশক্তি}, U_{\max} = \frac{1}{2} C_p V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 90 \times 10^{-6} \text{ F} \times (200 \text{ V})^2 = 1.8 \text{ J}$$

$$\text{সর্বনিম্ন স্থিতিশক্তি}, U_{\min} = \frac{1}{2} C_s V^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \text{ F} \times (200 \text{ V})^2 = 0.12 \text{ J}$$

অতএব, সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন স্থিতিশক্তি যথাক্রমে  $1.8 \text{ J}$  এবং  $0.12 \text{ J}$ ।



### প্রশ্ন-২: জটিল সমস্যাবলী

সমস্যা ৮৩।  $1.8 \times 10^{-15} \text{ kg}$  ভরের একটি চার্জিত তৈল বিন্দু দূর্তি অনুভূমিক ধারক পাতের মধ্যে খিল অবস্থায় ধারকতে হলে পাত দূর্তির মধ্যে কী পরিমাণ বিভব পার্শ্বে ধারকতে হবে? পাত দূর্তির মধ্যবর্তী দূরত্ব  $1.8 \text{ cm}$  এবং তৈল বিন্দুর চার্জ তারিটি ইলেক্ট্রনের চার্জের সমান। ইলেক্ট্রনের চার্জ =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ।

সমাধান : আমরা জানি,

$$F = mg = qE$$

$$\text{বা, } mg = q \cdot \frac{V}{d}$$

$$\text{বা, } V = \frac{mgd}{q}$$

$$\text{বা, } V = \frac{1.8 \times 10^{-15} \times 9.8 \times 1.8 \times 10^{-2}}{4 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ volt}$$

$$\text{বা, } V = 496.125 \text{ volt}$$

$$\therefore \text{বিভব } 496.125 \text{ volt.}$$

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 1.8 \times 10^{-15} \text{ kg}$$

$$\text{দূরত্ব, } d = 1.8 \text{ cm} = 1.8 \times 10^{-2} \text{ m}$$

$$\text{চার্জ, } q = 4 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

বিভব,  $V = ?$

সমস্যা ৮৪। দুটি ক্ষুদ্র গোলক P এবং Q তে যথাক্রমে  $4 \text{ C}$  এবং  $9 \text{ C}$  চার্জ প্রদান করা হলো। যদি বন্ধু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব  $27.5 \text{ cm}$  হয়, তবে তাদের সংযোগ সরলরেখার কোনো বিন্দুতে উভয় চার্জের জন্য প্রাবল্য সমান হবে?

সমাধান : এখানে,  $q_1 = 4 \text{ C}$ ;  $q_2 = 9 \text{ C}$ ;  $r = 27.5 \text{ cm} = 0.275 \text{ m}$

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

মনে করি, P গোলক হতে X মিটার দূরে উভয় চার্জের জন্য প্রাবল্য সমান হবে।

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

$$\text{এখন, P গোলক হতে বিন্দুটির প্রাবল্য, } E_1 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{4\text{C}}{x^2}$$

আবার, Q গোলক হতে বিন্দুটির প্রাবল্য,

$$E_2 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{9 \text{ C}}{(0.275 - x)^2}$$

অর্থাৎ,  $E_1 = E_2$

$$\text{বা, } 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{4\text{C}}{x^2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{9 \text{ C}}{(0.275 - x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{4}{x^2} = \frac{9}{(0.275 - x)^2} \text{ বা, } \left(\frac{0.275 - x}{x}\right)^2 = \frac{9}{4} \text{ বা, } \frac{0.275 - x}{x} = \frac{3}{2}$$

$$\text{বা, } 3x = 0.55 - 2x \text{ বা, } 5x = 0.55 \therefore x = 0.11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$$

অতএব, P গোলক হতে  $11 \text{ cm}$  দূরে বিন্দুটি আছে।

সমস্যা ৮৫। দুটি ক্ষুদ্র গোলককে যথাক্রমে  $16 \text{ C}$  এবং  $25 \text{ C}$  চার্জ প্রদান করা হলো। যদি বন্ধু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.25 \text{ m}$  হয়, তবে তাদের সংযোগ সরলরেখার কোনো বিন্দুতে নিত্যিয় বিন্দু পাওয়া যাবে?

সমাধান : এখানে, চার্জ,  $q_1 = 16 \text{ C}$

চার্জ,  $q_2 = 25 \text{ C}$

দূরত্ব,  $d = 0.25 \text{ m}$

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

ধরি,  $16 \text{ C}$  চার্জ হতে  $x$  মিটার দূরে নিত্যিয় বিন্দু পাওয়া যাবে

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

এখন,  $16 \text{ C}$  চার্জ হতে বিন্দুটির প্রাবল্য,

$$E_1 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{16 \text{ C}}{x^2}$$

আবার,  $25 \text{ C}$  চার্জ হতে বিন্দুটির প্রাবল্য,

$$E_2 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{25 \text{ C}}{(0.25 - x)^2}$$



এখন,  $E_1 = E_2$

$$\text{বা, } 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{16 \text{ C}}{x^2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{25 \text{ C}}{(0.25 - x)^2}$$

$$\text{বা, } \left(\frac{0.25 - x}{x}\right)^2 = \frac{25}{16}$$

$$\text{বা, } \frac{0.25 - x}{x} = \frac{5}{4}$$

$$\text{বা, } 5x = 1 - 4x$$

$$\text{বা, } x = \frac{1}{9} = 0.11 \text{ m} = 11 \text{ cm}$$

অতএব,  $16 \text{ C}$  চার্জ হতে  $11 \text{ cm}$  দূরে নিক্ষিয় বিন্দুটি অবস্থিত।

সমস্যা ৮৬। একটি ধাতব গোলকের ব্যাসার্ধ  $0.25 \text{ m}$  (i) শূন্য মাধ্যমে এর ধারকত্ব কত? (ii)  $10$  পরাবৈদ্যুতিক ধ্রবক বিসিট মাধ্যমে এর ধারকত্ব কত? (iii) এ দুই ক্ষেত্রে ধারকত্বের তুলনা কর।

সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} C_1 &= 4\pi\epsilon_0 r \\ &= 4 \times 3.1416 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 0.25 \text{ m} \\ &= 2.78 \times 10^{-11} \text{ F} \end{aligned}$$

(ii) এখানে,  $k = 10$

$$\begin{aligned} \text{আবার, } C_2 &= 4\pi\epsilon_0 kr \\ &= 4 \times 3.1416 \times 10 \times 0.25 \text{ m} \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 2.78 \times 10^{-10} \text{ F} \\ (\text{iii}) \quad \therefore \frac{C_1}{C_2} &= \frac{2.78 \times 10^{-11}}{2.78 \times 10^{-10}} = \frac{1}{10} \end{aligned}$$

অতএব, দুই ক্ষেত্রে ধারকত্বের অনুপাত  $1 : 10$ ।

সমস্যা ৮৭। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাতৰয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যম যখন 'মাইক্রো' তথ্বন এর ধারকত্ব  $2.45 \times 10^{-4} \mu\text{F}$ । পাতৰয়ের ক্ষেত্রফল ও মধ্যবর্তী দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে বায়ু বা শূন্য মাধ্যমে এর ধারকত্ব কত হবে? (মাইক্রোর জন্য  $k = 7$ )

সমাধান : আমরা জানি,

$$\begin{aligned} C &= C_0 k \\ \text{বা, } C_0 &= \frac{C}{k} \\ &= \frac{2.45 \times 10^{-4} \mu\text{F}}{7} \\ &= 3.5 \times 10^{-11} \text{ F} \end{aligned}$$

অতএব, শূন্য মাধ্যমে ধারকত্ব  $3.5 \times 10^{-11} \text{ F}$ ।

সমস্যা ৮৮। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাত দুটি বৃত্তাকার। পাত দুটির প্রত্যেকটির ব্যাসার্ধ  $8 \times 10^{-2} \text{ m}$  এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $2 \times 10^{-3} \text{ m}$ । ধারকত্বে  $100 \text{ V}$  বিভব প্রয়োগ করলে এর দুটি পাতে কি পরিমাণ চার্জ জমা হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে,

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

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

$$\therefore \text{পাতের ক্ষেত্রফল, } A = \pi r^2 = 3.1416 \times (8 \times 10^{-2} \text{ m})^2 = 0.02011 \text{ m}^2$$

বিভব,  $V = 100 \text{ V}$

সঞ্চিত চার্জ,  $Q = ?$

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

$$\begin{aligned} &= \frac{8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 0.02011 \text{ m}^2}{2 \times 10^{-3} \text{ m}} \\ &= 8.9 \times 10^{-11} \text{ F} \end{aligned}$$

$$\text{আবার, } C = \frac{Q}{V}$$

$$\text{বা, } Q = CV = 8.9 \times 10^{-11} \text{ F} \times 100 \text{ V} = 8.9 \times 10^{-9} \text{ C}$$

অতএব, সঞ্চিত চার্জের পরিমাণ  $8.9 \times 10^{-9} \text{ C}$ ।

সমস্যা ৮৯।  $0.02 \text{ m}$  ব্যাসার্ধ বিসিট ৬টি গোলাকার ফোটাকে একত্রিত করে একটি বড় ফোটায় পরিষ্ঠিত করা হলো। যদি প্রতি ফোটায়  $1 \text{ কুলৰ চার্জ}$  বিদ্যুতান থাকে, তবে বড় ফোটার বিভব ও ধারকত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, একটি ছোট ফোটার ব্যাসার্ধ,  $r = 0.02 \text{ m}$  ছোট ফোটার আয়তন =  $\frac{4}{3} \pi r^3$

$$\therefore \text{বড় ফোটার আয়তন} = 64 \times \frac{4}{3} \pi (0.02)^3 \text{ m}^3$$

বড় ফোটার ব্যাসার্ধ  $R$  হলে,

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

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

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

এখন, বড় ফোটার ধারকত্ব,

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

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

বড় ফোটার চার্জের পরিমাণ  $Q = 64 \times 1 \text{ C} = 64 \text{ C}$

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

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

সমস্যা ৯০। প্রতিটি  $5.00 \text{ cm} \times 6.00 \text{ cm}$  মাপের দুটি সমান্তরাল পাতের মধ্যবর্তী স্থানের তত্ত্ব ক্ষেত্রের প্রাবল্য  $1.24 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$  হলে প্রত্যেক পাতে আধানের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$$E = \frac{\sigma}{K\epsilon_0} \text{ এবং } \sigma = \frac{q}{A}$$

$$\therefore E = \frac{q}{K\epsilon_0 A}$$

$$\text{বা, } q = E K \epsilon_0 A$$

$$\text{বা, } q = 1.24 \times 10^6 \times 1 \times 8.854 \times 10^{-12} \times 30 \times 10^{-4} \text{ C}$$

$$\text{বা, } q = 329.3688 \times 10^{-10} \text{ C}$$

$$\therefore q = 3.29 \times 10^{-8} \text{ C}$$

সমস্যা ৯১। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাতৰয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যম যখন 'মাইক্রো' তথ্বন এর ধারকত্ব  $2.45 \times 10^{-4} \mu\text{F}$ । পাতৰয়ের ক্ষেত্রফল ও মধ্যবর্তী দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে বায়ু বা শূন্য মাধ্যমে এর ধারকত্ব কত হবে? (মাইক্রোর জন্য  $k = 7$ )

সমাধান : এখানে, প্রতিপাতের ক্ষেত্রফল,  $A = 0.03 \text{ m}^2$

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

পাতৰয়ের মধ্যবর্তী বিভব,  $V = 150 \text{ V}$

$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

(i) ধারকের ধারকত্ব,  $C = ?$

(ii) সঞ্চিত শক্তি,  $U = ?$

(iii) একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি,  $U' = ?$

(I) আমরা জানি,

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

$$= \frac{8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 0.03 \text{ m}^2}{2 \times 10^{-3} \text{ m}} = 13.27 \times 10^{-11} \text{ F}$$

অতএব, ধারকত্ব  $13.27 \times 10^{-11} \text{ F}$ ।

(II) আবার,  $U = \frac{1}{2} CV^2$

$$= \frac{1}{2} \times 13.27 \times 10^{-11} \text{ F} \times (150 \text{ V})^2 = 14.9 \times 10^{-7} \text{ J}$$

অতএব, পাত দুটির মধ্যে সঞ্চিত শক্তি  $14.9 \times 10^{-7} \text{ J}$ ।

$$(III) \text{ এবং } U' = \frac{U}{Ad} = \frac{14.9 \times 10^{-7} \text{ J}}{0.03 \text{ m}^2 \times 2 \times 10^{-3} \text{ m}} = 2.49 \times 10^{-2} \text{ J m}^{-3}$$

অতএব, একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি  $2.49 \times 10^{-2} \text{ J m}^{-3}$ ।



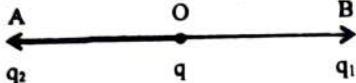
$$\text{জানা আছে, } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2}$$

এখন,  $q_1$  চার্জের জন্য  $q$  এর ওপর প্রযুক্ত বল,

$$F_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q \times q_1}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{2 \times 10^{-6} \text{ C} \times 6 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.05 \text{ m})^2} \text{ N} = 43.2 \text{ N}$$

$\vec{F}_1$  এর অভিমুখ OA বরাবর অর্ধাং চার্জ  $q_1$  থেকে দূরে।



আবার,  $q_2$  চার্জের জন্য  $q$  এর ওপর প্রযুক্ত বল,

$$F_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q \times q_2}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{2 \times 10^{-6} \text{ C} \times 4 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.05 \text{ m})^2} \text{ N} = 28.8 \text{ N}$$

$\vec{F}_2$  এর অভিমুখ OB বরাবর অর্ধাং চার্জ  $q_2$  থেকে দূরে।

$$\therefore q \text{ এর ওপর সমষ্টি বল} = F_1 - F_2 = (43.2 - 28.8) \text{ N} = 14.4 \text{ N}$$

অতএব, প্রযুক্ত বল 14.4 N এবং বলের অভিমুখ  $q_1$  থেকে দূরে।

সমস্যা ১৭। দুটি ধনাত্মক বিন্দু চার্জ 0.1m দূরত্বে অবস্থান করলে প্রারম্ভিক বিকর্ষণ বল হয় 18 N। চার্জ দুটির যোগফল 9 μC হলে, তাদের প্রত্যেকের যান নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $r = 0.1 \text{ m}$

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

$$\text{বা, } 18 \text{ N} = 9 \times 10^9 \times \frac{q_1 q_2}{(0.1)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{18 \times (0.1)^2}{9 \times 10^9} = q_1 q_2$$

$$\text{বা, } q_1 q_2 = 2 \times 10^{-11}$$

$$\text{প্রশান্নয়ায়ী, } q_1 + q_2 = 9 \mu\text{C} = 9 \times 10^{-6} \text{ C} \quad \dots \dots \text{ (i)}$$

$$\text{অতএব, } (q_1 - q_2)^2 = (q_1 + q_2)^2 - 4q_1 q_2$$

$$\text{বা, } (q_1 - q_2)^2 = (9 \times 10^{-6})^2 - 4 \times 2 \times 10^{-11}$$

$$= 81 \times 10^{-12} - 80 \times 10^{-12} = 1 \times 10^{-12}$$

$$\text{বা, } q_1 - q_2 = \sqrt{1 \times 10^{-12}}$$

$$\therefore q_1 - q_2 = 10^{-6} \quad \dots \dots \text{ (ii)}$$

সমীকরণ (i) ও (ii) যোগ করে পাই,

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

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

এবং  $q_1$ -এর যান সমীকরণ (i) এ বসিয়ে পাই,

$$q_2 = 9 \times 10^{-6} - 5 \times 10^{-6}$$

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

সমস্যা ১৮। দুটি সমান তড়িতাহিত ও সমান আয়তনের সাবান বুদ্ধ বুদ্ধ একজো যিশে এদের মোট আয়তনের সমান একটি বড় বুদ্ধ বুদ্ধে পরিষ্ঠিত হলো। ছেট বুদ্ধবুদ্ধ দুটির প্রত্যেকের বিভব V হলে বড় বুদ্ধবুদ্ধটির বিভব কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান অনুরূপ।

$$[\text{Ans. } \sqrt[3]{4} \text{ V}]$$

সমস্যা ১৯। একই রকমের 1000 তড়িতাহিত বৃত্তির কোটা একজো যিশে একটি বড় ফোটার পরিষ্ঠিত হলো বাতে মোট তড়িতের পরিষ্ঠাপ অপরিবর্তিত থাকে। কোটাগুলোর মোট তড়িতশক্তি কতটা পরিবর্তন হবে?

সমাধান : এখানে, বড় ফোটার ব্যাসার্ধ = R

ছেট ফোটার ব্যাসার্ধ = r; প্রত্যেকটি ছেট ফোটার চার্জ = q

$$\therefore \text{বড় ফোটার চার্জ, } Q = 1000 q$$

এখন ছেট ফোটার ধারকত্ব,  $C_1 = 4\pi\epsilon_0 R$

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

$$\text{এখন, } \frac{C_2}{C_1} = \frac{R}{r} \quad \dots \dots \text{ (১)}$$

$$\text{প্রথমতে, } \frac{4}{3}\pi R^3 = 1000 \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\text{বা, } R = 10r \quad \dots \dots \text{ (২)}$$

$$(1) \text{ ও } (2) \text{ নং হতে পাই, } \frac{C_2}{C_1} = 10 \quad \dots \dots \text{ (৩)}$$

বড় ফোটার বিভব  $V_2$  হলে,  $Q = C_2 V_2$

ছেট ফোটার বিভব  $V_1$  হলে,  $q = C_1 V_1$

এখন,  $Q = 1000 q$

বা,  $C_2 V_2 = 1000 C_1 V_1$

$$\text{বা, } \frac{V_2}{V_1} = \frac{1000 C_1}{C_2} = 100$$

$$\text{বড় ফোটার শক্তি, } U_2 = \frac{1}{2} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2} \times 10 C_1 \times (100 V_1)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 10^5 C_1 V_1^2 = 5 \times 10^4 \times C_1 V_1^2$$

$$U_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 \times 1000 = 5 \times 10^2 \times C_1 V_1^2$$

$$\therefore \frac{U_2}{U_1} = 100$$

$$\text{বা, } U_2 = 100 U_1$$

$$\text{শক্তির পরিবর্তন} = U_2 - U_1 = 100 U_1 - U_1 = 99 U_1.$$

### টেক্ট-৩ : সূজনশীল সমস্যাবলি

সমস্যা ১০০। তোমার শিক্ষক তোমাকে  $10 \mu\text{F}$  ও  $30 \mu\text{F}$  ধারকত্বের দুটি সমান্তরাল পাত দিলেন যাদের প্রত্যেকটি পাতের ক্ষেত্রফল  $3 \text{ m}^2$  এবং এদের অভ্যন্তরে পরাবেদ্যতিক মাধ্যম আছে যার যান 5। তোমাকে বলা হলো এদেরকে একবার প্রেশিবস্থভাবে এবং আরেকবার সমান্তরালভাবে যুক্ত কর এবং প্রতিটি ক্ষেত্রে 220 V বিভব কর। (i) ধারক দুটির পাতছয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের সূচনা কর। (ii) তোমার সংযোগছয়ের মধ্যে প্রতিটি ধারকে কোন ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ বেশি বলে মনে হয়। গাণিতিক যুক্তি দাও।

সমাধান : (i) এখানে,

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

$$= \frac{1}{10 \mu\text{F}} + \frac{1}{30 \mu\text{F}}$$

$$\therefore C_s = 7.5 \times 10^{-6} \text{ F}$$

এখানে,

১ম পাতের ধারকত্ব,  $C_1 = 10 \mu\text{F}$ ,

২য় পাতের ধারকত্ব,  $C_2 = 30 \mu\text{F}$

$k = 5$ ,  $V = 220 \text{ V}$

ক্ষেত্রফল,  $A = 3 \text{ m}^2$

$d_1 : d_2 = ?$

আবার,  $C_p = C_1 + C_2 = (10 + 30) \mu\text{F} = 40 \times 10^{-6} \text{ F}$

$$\text{আমরা জানি, } C_s = \frac{\epsilon_0 A k}{d_1} \quad \dots \dots \text{ (১)}$$

$$C_p = \frac{\epsilon_0 A k}{d_2} \quad \dots \dots \text{ (২)}$$

(1) + (2) থেকে,

$$\frac{C_s}{C_p} = \frac{\epsilon_0 A k}{d_1} \times \frac{d_2}{\epsilon_0 A k} = \frac{d_2}{d_1}$$

$$\text{বা, } \frac{d_1}{d_2} = \frac{C_s}{C_p} = \frac{40 \times 10^{-6}}{7.5 \times 10^{-6}}$$

$$\therefore d_1 : d_2 = 5.33 : 1$$

$$(ii) \text{ আমরা জানি, } U = \frac{1}{2} C_1 V^2 = \frac{1}{2} \times 10 \times 10^{-6} \text{ F} \times (220 \text{ V})^2 = 0.242 \text{ J}$$

$$\text{আবার, } U = \frac{1}{2} C_2 V^2 = \frac{1}{2} \times 30 \times 10^{-6} \text{ F} \times (220 \text{ V})^2 = 0.726 \text{ J.}$$

অতএব, ২য় পাতের ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তি বেশি হবে।

সমস্যা ১০১। চিত্রে একটি বোল্টের পৃষ্ঠায়  $+30\text{ C}$  পরিবাহী গোলকের পৃষ্ঠে  $+30\text{ C}$  চার্জ সুবমতাবে বাটিত থার কেন্দ্র  $O$  হতে  $A$  ও  $B$  বিন্দুর দূরত্ব যথাক্রমে  $0.4\text{ m}$  ও  $0.8\text{ m}$ ।

- (i)  $A$  বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য ও বিভবের মান নির্ণয় কর। (ii) গোলকের  $B$  বিন্দুতে বিভব  $A$  বিন্দুতে বিভবের হিসেব হবে কি-না?

সমাধান : (i)  $A$  বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$\begin{aligned} E &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{0}{(0.5\text{ m})^2} \\ \therefore E &= 0 \text{ NC}^{-1} \\ \therefore \text{তড়িৎ প্রাবল্য } 0 &= 0 \\ \text{আবার, } V &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r} \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{30\text{ C}}{0.5\text{ m}} = 5.4 \times 10^{11} \text{ volt} \end{aligned}$$

$\therefore$  বিভব  $5.4 \times 10^{11} \text{ volt}$ ।

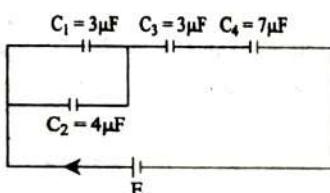
- (ii) আবার, গোলকের  $B$  বিন্দুতে বিভব,

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{d} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{30\text{ C}}{0.8\text{ m}} = 3.375 \times 10^{11} \text{ volt}$$

$B$  বিন্দুতে বিভব  $A$  বিন্দুতে বিভবের হিসেব হবে না।

সমস্যা ১০২। চিত্রটি লক কর :

- (i) বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর।



- (ii) ধারক চারটি সমান্তরাল সমবায়ে সংযুক্ত করলে এদের তুল্য ধারকত্ব কত বৃদ্ধি পাবে?

সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} C_p &= C_1 + C_2 \\ &= (3 + 4) \mu\text{F} \\ \therefore C_p &= 7 \mu\text{F} \\ \text{আবার, } \frac{1}{C_p} &= \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \frac{1}{C_4} \\ \text{এখানে, } C_1 &= 3 \mu\text{F}; C_2 = 4 \mu\text{F}; C_3 = 3 \mu\text{F} \\ C_4 &= 7 \mu\text{A} = \left(\frac{1}{7} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}\right) (\mu\text{F})^{-1} \\ \therefore C_p &= 1.615 \mu\text{F} \end{aligned}$$

$\therefore$  বর্তনীর তুল্য ধারকত্ব  $1.615 \mu\text{F}$ ।

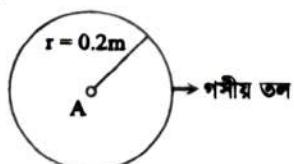
- (ii) ধারক চারটিকে সমান্তরালে রাখলে তুল্য ধারকত্ব হবে,

$$C_p = (3 + 4 + 3 + 7) \mu\text{F} = 17 \mu\text{F}$$

$\therefore$  সমান্তরালে ধারকগুলোকে যুক্ত করলে ধারকত্ব বৃদ্ধি পাবে  $= (17 - 1.615) \mu\text{F} = 15.38 \mu\text{F}$

$\therefore 15.38$  ধারকত্ব বৃদ্ধি পাবে।

সমস্যা ১০৩।  $A$  বিন্দুতে  $q = 2.5 \times 10^{-6} \text{ C}$  স্থাপন করা হয়েছে। (i)  $A$  বিন্দু হতে  $r$  দূরত্বে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। (ii)  $A$  কে কেন্দ্র করে  $r$ -ব্যাসার্ডের একটি



পর্যীয় তল করলা করে উক্ত তলে তড়িৎ ফ্লাইজের মান নির্ণয় করা যাবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

## বিড়িৎ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিত্তীয় পত্র একাদশ-বাদশ প্রেমি

সমাধান : (i) আমরা জানি,

$$\begin{aligned} V &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r} \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \cdot \frac{2.5 \times 10^{-6} \text{ C}}{0.2 \text{ m}} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \\ &= 1.125 \times 10^5 \text{ V} \end{aligned}$$

অতএব,  $A$  বিন্দু হতে  $r$  দূরত্বে বৈদ্যুতিক বিভব  $1.125 \times 10^5 \text{ V}$ ।

(ii) এখানে, গোলকের ব্যাসার্ড,  $r = 0.2 \text{ m}$

চার্জ,  $q = 2.5 \times 10^{-6} \text{ C}$

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

তড়িৎ ফ্লাইজ,  $\phi = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \phi = \frac{1}{\epsilon_0} q$$

$$= \frac{1}{8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{N}^{-1} \text{m}^{-2}} \times 2.5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$= 2.82 \times 10^5 \text{ Wb}$$

অতএব,  $A$  কে কেন্দ্র করে  $r$  ব্যাসার্ডের একটি পাউন্সীয় তল করলা করলে উক্ত তলে তড়িৎ ফ্লাইজের মান  $2.82 \times 10^5 \text{ Wb}$  হবে।

সমস্যা ১০৪।  $q_1 = 9 \mu\text{C}$  ও  $q_2 = 6 \mu\text{C}$  চার্জ দুটির সংযোগরেখার ঠিক মধ্যবিন্দুতে প্রাবল্য নির্ণয় কর। (ii)  $q_2$  চার্জকে মধ্যবিন্দুতে আনতে কী পরিমাণ কাজ করতে হবে বলে তুমি মনে কর— গাণিতিক বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i)  $A$  বিন্দুতে স্থাপিত আধানের জন্য মধ্যবিন্দুতে প্রাবল্য,

$$\begin{aligned} E_1 &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1}{r_1} \\ &= 9 \times 10^9 \times \frac{9 \times 10^{-6}}{(0.05)^2} \text{ NC}^{-1} \\ &= 32.4 \times 10^6 \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

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

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

$$r_1 = r_2 = \frac{10}{2} = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$$

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

$B$  বিন্দুতে স্থাপিত আধানের জন্য মধ্যবিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_2}{r_2} = 9 \times 10^9 \times \frac{6 \times 10^{-6}}{(0.05)^2} \text{ NC}^{-1} = 21.6 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$$

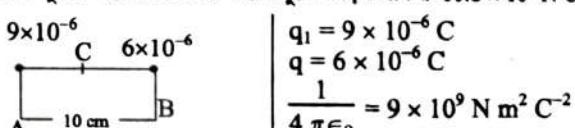
AB এর মধ্যবিন্দুতে লব্ধি প্রাবল্য,  $E = E_1 - E_2$

$$= 32.4 \times 10^6 - 21.6 \times 10^6$$

$$= 10.8 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, চার্জ দুটির সংযোগ রেখার মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য  $10.8 \times 10^6 \text{ NC}^{-1}$ ।

(ii)



$B$  বিন্দুর আধানকে মধ্যবিন্দুতে আনতে কৃতকাজ,

$$\begin{aligned} W &= (V_C - V_B) q \\ &= \left( \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{9 \times 10^{-6}}{0.05} - \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{9 \times 10^{-6}}{0.1} \right) \times 6 \times 10^{-6} \\ &= 9 \times 10^9 \left( \frac{9 \times 10^{-6}}{0.05} - \frac{9 \times 10^{-6}}{0.1} \right) \times 6 \times 10^{-6} \\ &= 81000 \times (20 - 10) \times 6 \times 10^{-6} = 4.86 \text{ J} \end{aligned}$$

সমস্যা ১০৫।



(i)  $A$  গোলকের পৃষ্ঠ হতে  $0.3 \text{ m}$  দূরে বিভব নির্ণয় কর। (ii) গোলক দুটিকে পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে তড়িৎ প্রবাহিত হবে কি-না? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে,  $A$  গোলকের পৃষ্ঠ প্রদত্ত চার্জ,  $q = 10 \text{ C}$  এবং  $A$  গোলকের ব্যাসার্ড,  $R = 0.5 \text{ m}$

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

A গোলকের পৃষ্ঠ হতে 0.3 m দূরে বিভব, V = ?

$$\begin{aligned} \text{গোলকের কেন্দ্র হতে উচ্চ অবস্থানের দূরত্ব}, d &= R + 0.3 \text{ m} \\ &= 0.5 \text{ m} + 0.3 \text{ m} \\ &= 0.8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{বিভব}, V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 d} \frac{q}{d} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{10 \text{ C}}{0.8 \text{ m}} = 1.125 \times 10^{11} \text{ volt}$$

$$(ii) A গোলকের পৃষ্ঠে বিভব, V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R} \frac{q}{R}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{10 \text{ C}}{0.5 \text{ m}} = 1.8 \times 10^{11} \text{ volt}$$

উদীপকের B গোলকের প্রদত্ত চার্জ,  $q' = 10 \text{ C}$

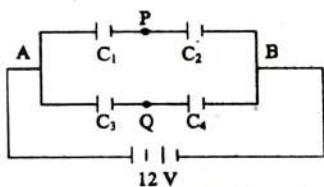
এবং B গোলকের ব্যাসার্ধ,  $R' = 0.8 \text{ m}$

$$\therefore B \text{ গোলকের পৃষ্ঠে বিভব}, V' = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 R'} \frac{q'}{R'}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{10 \text{ C}}{0.8 \text{ m}} \\ = 1.125 \times 10^{11} \text{ volt}$$

যেহেতু,  $1.8 \times 10^{11} \text{ volt} \neq 1.125 \times 10^{11} \text{ volt}$  বা,  $V \neq V'$   
অর্থাৎ, গোলকের পৃষ্ঠের বিভব সমান নয়। তাই গোলক দুটিকে পরিবাহী তার ছারা যুক্ত করলে তত্ত্ব প্রবাহিত হবে। তত্ত্ব প্রবাহের নিক হবে উচ্চ বিভব (A গোলকের পৃষ্ঠ) হতে নিম্নতর বিভব (B গোলকের পৃষ্ঠ)-এর দিকে।

সমস্যা ১০৬।



$$C_1 = 8 \mu\text{F}, C_2 = 4 \mu\text{F}, C_3 = 3 \mu\text{F}, C_4 = 6 \mu\text{F}$$

(i) তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। (ii) P ও Q বিন্দুস্থয়ের মধ্যে বিভব পার্শ্বক্য নির্ণয় কর।

সমাধান : (i) A ও B বিন্দুর মাঝে সংযুক্ত ধারকসমূহ হলো—

$$C_{\text{eq}} = 8 \mu\text{F}, C_2 = 4 \mu\text{F}, C_3 = 3 \mu\text{F}, C_4 = 6 \mu\text{F}$$

A ও B বিন্দুস্থয়ের মাঝে তুল্য ধারকত্ব,  $C_{\text{eq}} = ?$

$C_1$  ও  $C_2$  ধারকস্থ প্রেসিটে যুক্ত ধারকায় এদের তুল্য ধারকত্ব,

$$C_{\text{eq}} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{8 \times 4}{8 + 4} = 2.67 \mu\text{F}$$

পুনরায়,  $C_3$  ও  $C_4$  ধারকস্থ প্রেসিটে যুক্ত ধারকায় এদের তুল্য ধারকত্ব,

$$C_{\text{eq}} = \frac{C_3 C_4}{C_3 + C_4} = \frac{3 \times 6}{3 + 6} = 2 \mu\text{F}$$

$C_{\text{eq}}$  ও  $C_{\text{eq}}$  প্রেসি সমবায়স্য নিজেরা পরম্পর সমান্তরালে যুক্ত ধারকায়

এদের তুল্যধারকত্ব তখন বর্তনীর সর্বমোট তুল্য ধারকত্ব,

$$C_p = C_{\text{eq}} + C_{\text{eq}} = 2.67 \mu\text{F} + 2 \mu\text{F} = 4.67 \mu\text{F}$$

(ii) দেওয়া আছে, ব্যাটারির তত্ত্বালক বল,  $E = 12 \text{ V}$

∴  $C_{\text{eq}}$  ও  $C_{\text{eq}}$  উভয়ের প্রাতীয় বিভব পার্শ্বক্য  $12 \text{ V}$

$C_{\text{eq}}$  প্রেসি সমবায়ের প্রতিটি ধারকের প্রতিটি প্রেসিটে সঞ্চিত চার্জ,

$$Q_1 = C_{\text{eq}} V = 2.67 \times 10^{-6} \text{ F} \times 12 \text{ volt} = 32.04 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$\therefore C_1 \text{ এর প্রাতীয় বিভব পার্শ্বক্য}, V_1 = \frac{Q_1}{C_1} \\ = \frac{32.04 \times 10^{-6} \text{ C}}{8 \times 10^{-6} \text{ F}} = 4.005 \text{ volt}$$

∴ P বিন্দুর বিভব,  $V_p = E - V_1 = 12 \text{ V} - 4.005 \text{ volt} \approx 8 \text{ volt}$

আবার,  $C_{\text{eq}}$  প্রেসি সমবায়ের প্রতিটি ধারকের প্রতিটি প্রেসিটে সঞ্চিত চার্জ,

$$Q_2 = C_{\text{eq}} V = 2 \times 10^{-6} \text{ F} \times 12 \text{ volt} = 24 \times 10^{-6} \text{ C}$$

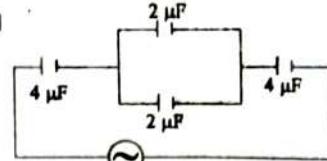
$$\therefore C_3 \text{ এর প্রাতীয় বিভব পার্শ্বক্য}, V_3 = \frac{Q_2}{C_3} = \frac{24 \times 10^{-6} \text{ C}}{3 \times 10^{-6} \text{ F}} = 8 \text{ volt}$$

Q বিন্দুর বিভব,  $V_Q = E - V_3 = 12 \text{ volt} - 8 \text{ volt} = 4 \text{ volt}$

উদীপকের বর্তনী P এবং Q বিন্দুস্থয়ের মধ্যে বিভব পার্শ্বক্য,

$$\begin{aligned} V &= V_p - V_Q = V_p - V_Q [\because V_p > V_Q] \\ &= 8 \text{ volt} - 4 \text{ volt} = 4 \text{ volt.} \end{aligned}$$

সমস্যা ১০৭।



(i) তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর  $\text{P}(ii)$  কী ব্যবস্থা প্রয়োজন করলে ধারকগুলো থেকে 7500 J বিভব প্রতি পাওয়া যাবে? পার্শ্বিক বিন্দুস্থ দাও।

সমাধান : (i) প্রদত্ত বর্তনীতে  $2 \mu\text{F}$  মানের ধারক দুটি সমান্তরালে আছে।

সূতরাং,  $C_1 = (2 + 2) \mu\text{F}$

বা,  $C_1 = 4 \mu\text{F}$

আবার,  $4 \mu\text{F}$  মানের ধারক দুটি এবং  $C_1$  প্রেসি সরিবেশে যুক্ত।

$$\text{সূতরাং, তুল্য ধারকত্ব}, \frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}$$

$$\therefore C = \frac{4}{3} \mu\text{F}$$

(ii) দেওয়া আছে, বিভব প্রতি,  $E_p = 7500 \text{ J}$   
বিভব,  $V = 200 \text{ V}$

$$\text{এখন, বিভব প্রতি, } E_p = \frac{1}{2} CV^2$$

$$\text{বা, } C = \frac{2E_p}{V^2} = \frac{2 \times 7500}{200^2} = 0.375 \text{ F} = 375000 \mu\text{F}$$

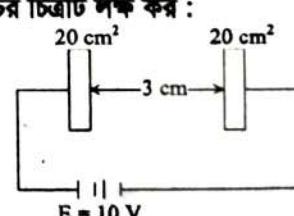
সূতরাং, বর্তনীতে মোট  $375000 \mu\text{F}$  মানের ধারকত্ব লাগবে। কিন্তু আছে  $\frac{4}{3} \mu\text{F}$  ধারকত্ব।

সূতরাং, বর্তনীতে প্রয়োজনীয় ধারকত্ব,

$$\Delta C = \left( 375000 - \frac{4}{3} \right) \mu\text{F} = 374998.67 \mu\text{F} = 0.37499 \text{ F}$$

অতএব, বর্তনীতে প্রদত্ত ধারকগুলোর সাথে  $0.37499 \text{ F}$  মানের ধারক সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।

সমস্যা ১০৮। নিচের চিত্রটি সংজ্ঞা কর :



(i) পাত দুইটি সম্পূর্ণবৃপ্তে চার্জিত হলে এতে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর। (ii) উদীপকের পাত দুটির ঠিক মাঝামাঝি অনুরূপ একটি পাত সমান্তরালে প্রবেশ করালে ধারকত্বের পরিবর্তন হবে কি-না? তা পার্শ্বিকভাবে দেখাও।

সমাধান : দেওয়া আছে, প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল,  $A = 20 \text{ cm}^2 = 20 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

পাতস্থয়ের মধ্যকার দূরত্ব,  $d = 3 \text{ cm} = 0.03 \text{ m}$

কোরের তত্ত্বালক বল,  $E = 10 \text{ V}$

(i) ধারকের সঞ্চিত শক্তি,  $U = ?$

আমরা জানি,  $U = \frac{1}{2} CV^2$

$$= \frac{1}{2} \left( \frac{A \epsilon_0}{d} \right) V^2 \quad [ \because C = \frac{A \epsilon_0}{d} ]$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{20 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}}{0.03 \text{ m}} \times (10 \text{ V})^2$$

$$= 2.95 \times 10^{-11} \text{ J}$$

(ii) ধরি, ধারকের পাত দুইটির প্রতিটির ক্ষেত্রফল  $A$ , পাতায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d$ , পাতায়ের তড়িৎ ভেদনযোগ্যতা  $\epsilon_0$  এবং ধারকত্ত  $C$ ।

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

ধারকটির পাতায়ের টিক মাঝখানে অনুরূপ আরেকটি পরিবাহী পাত সমান্তরালে প্রবেশ করালে প্রতিটি অংশের ধারকত্ত হবে,

$$C_1 = C_2 = \frac{\epsilon_0 A}{\frac{d}{2}} = 2 \frac{\epsilon_0 A}{d} = 2C, \text{ অর্থাৎ মূল ধারকের ধারকত্তের দ্বিগুণ।}$$

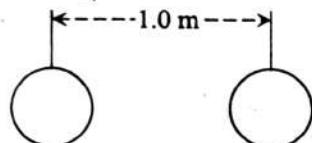
$C_1$  এবং  $C_2$  শ্রেণিতে যুক্ত ধারক এদের তুল্য ধারকত্ত  $C_s$  হলে,

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{1}{2C} + \frac{1}{2C} = \frac{2}{2C}$$

$$\therefore C_s = C$$

সুতরাং, উচ্চিপক্ষের ধারকটির ঠিক মাঝখানে অনুরূপ আরেকটি পরিবাহী পাত সমান্তরালে প্রবেশ করালে আপাতভাবে দুটি ধারকের উভয় ঘটলেও মোট ধারকত্ত বা তুল্য ধারকত্তের কোনো পরিবর্তন ঘটবে না।

সমস্যা ১০৯। নিচের প্রস্তুতির উভয় দাণ্ড :



$$A = 20 \times 10^{-6} \text{ C} \quad B = -40 \times 10^{-6} \text{ C}$$

(i) আধান দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল কুলম্ব বল নির্ণয় কর।

(ii) আধানছয়ের সংযোগ সরলরেখার কোন বিন্দুতে বিভব শূন্য হওয়া স্তর কি-না গণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান : (i) এখানে, ১ম চার্জ  $q_1 = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$

২য় চার্জ  $q_2 = -40 \times 10^{-6} \text{ C}$ ; মধ্যবর্তী দূরত্ব  $r = 1 \text{ m}$

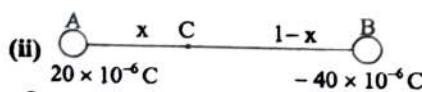
$$\text{ধূরক, } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}; \text{ ক্রিয়াশীল বল, } F = ?$$

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

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

$$= 7.2 \text{ N}$$

অতএব, চার্জ দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল কুলম্ব বলের মান  $7.2 \text{ N}$ ।



ধরি,  $A$  ও  $B$  বিন্দুর সংযোগ সরলরেখার উপরস্থির  $C$  বিন্দুতে বিভব শূন্য হবে।  $A$  হতে  $C$  বিন্দুর দূরত্ব  $x$ ।

$\therefore B$  থেকে  $C$  বিন্দুর দূরত্ব  $1-x$ ।

এখানে,  $V_A + V_B = 0$

$$\text{বা, } 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 10^{-6}}{x} - \frac{40 \times 10^{-6}}{1-x} \times 9 \times 10^9 = 0$$

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

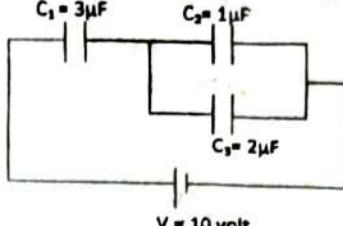
$$\text{বা, } \frac{1}{x} = \frac{2}{1-x}$$

$$\text{বা, } 2x = 1 - x$$

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

অতএব, আধানছয়ের সংযোগ সরলরেখার কোনো বিন্দুতে বিভব শূন্য হওয়া স্তর। বিন্দুটি  $A$  চার্জ হতে  $\frac{1}{3} \text{ m}$  দূরত্বে অবস্থিত।

সমস্যা ১১০। বতনীটি সক্ষ কর এবং নিচের প্রস্তুতির উভয় দাণ্ড :



$$V = 10 \text{ volt}$$

(i) বতনীর তুল্য ধারকত্ত নির্ণয় কর। (ii)  $C_1$  এবং  $C_3$  ধারক দুটির মধ্যে কোনটিতে বেশি শক্তি সঞ্চিত থাকবে?

সমাধান : (i) এখানে,  $C_1 = 3 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 1 \mu\text{F}$ ,  $C_3 = 2 \mu\text{F}$

এখানে,  $C_2$  এবং  $C_3$  সমান্তরালে সংযুক্ত বল এদের তুল্য ধারকত্ত,  
 $C_p = C_2 + C_3 = 1 \mu\text{F} + 2 \mu\text{F} = 3 \mu\text{F}$

এখন,  $C_1$  এবং  $C_p$  শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত  
 $\therefore$  বতনীর তুল্য ধারকত্ত  $C$  হলে,

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_p}$$

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

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

অতএব, বতনীর তুল্য ধারকত্ত  $1.5 \mu\text{F}$ ।

(ii) এখানে,  $C_1 = 3 \mu\text{F} = 3 \times 10^{-6} \text{ F}$

এবং  $C_3 = 2 \mu\text{F} = 2 \times 10^{-6} \text{ F}$

$C_2$  ও  $C_3$  এর তুল্য ধারকত্ত,  $C_p = 3 \mu\text{F}$  [(i) নং থেকে প্রাপ্ত] বতনীর তুল্য ধারকত্ত,  $C = 1.5 \mu\text{F}$

এখন,  $C_1$  ও  $C_p$  ধারকের চার্জের মান,

$$Q = CV = (1.5 \times 10^{-6} \times 10) \text{ C} = 15 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$C_1$$
 ধারকের বিভব পার্থক্য,  $V_1 = \frac{Q}{C_1} = \frac{15 \times 10^{-6} \text{ C}}{3 \times 10^{-6} \text{ F}} = 5 \text{ V}$

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

$$= \frac{1}{2} \times 3 \times 10^{-6} \times (5 \text{ V})^2$$

$$= 3.75 \times 10^{-5} \text{ J}$$

আবার,  $C_2$  ও  $C_3$  ধারকের বিভব পার্থক্য,

$$V_p = \frac{Q}{C_p} = \frac{15 \times 10^{-6} \text{ C}}{3 \times 10^{-6} \text{ F}} = 5 \text{ V}$$

$$C_3$$
 ধারকে সঞ্চিত শক্তি,  $U_3 = \frac{1}{2} C_3 V^2$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \text{ F} \times (5 \text{ V})^2 = 2.5 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$\therefore U_1 > U_3$$

যেহেতু,  $U_1 > U_3$  তাই  $C_1$  ধারকে বেশি শক্তি সঞ্চিত থাকবে।

সমস্যা ১১১। ABC একটি সমবাহু ত্রিভুজের বাহুর দৈর্ঘ্য  $3 \text{ cm}$ ।

প্রথমে ত্রিভুজের A বিন্দুতে  $100 \mu\text{C}$  চার্জ রাখা হলো। অঙ্গণের B বিন্দুতে  $-100 \mu\text{C}$  চার্জ রাখা হলো। (i) প্রথমে ক্ষেত্রে C বিন্দুতে বিভব নির্ণয় কর। (ii) B বিন্দুতে চার্জটি রাখার আগে ও পরে C বিন্দুতে প্রাবল্যের ক্রিপ পরিবর্তন হবে? গণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

সমাধান :

(i) এখানে,  $q_A = 100 \mu\text{C} = 100 \times 10^{-6} \text{ C}$

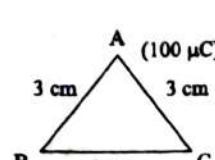
$$r_A = q_{AC} = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$$

A বিন্দুর চার্জের দূরত্ব C বিন্দুতে বিভব,

$$V_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_A}{r_A}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{100 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})} = 3 \times 10^7 \text{ V}$$

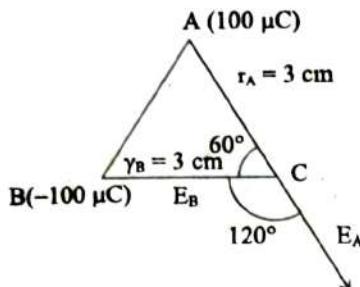
অতএব, প্রথমে ক্ষেত্রে C বিন্দুর বিভব  $3 \times 10^7 \text{ V}$ ।



(ii) B বিন্দুতে চার্জ রাখার আগে C বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_1 = E_A = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_A}{r_A} = 9 \times 10^9 \times \frac{100 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 10^9 \text{ NC}^{-1} \text{ এর দিক } A \text{ থেকে } C \text{ এর দিকে$$



B বিন্দুতে  $q_B = -100 \mu\text{C}$  চার্জের দরুন C বিন্দুতে প্রাবল্য,

$$E_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_B}{r_B} = 9 \times 10^9 \times \frac{100 \times 10^{-6}}{(3 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 10^9 \text{ NC}^{-1} \text{ এর দিক } C \text{ থেকে } B \text{ এর দিকে।}$$

$\therefore \vec{E}_A$  ও  $\vec{E}_B$  এর মধ্যবর্তী কোণ  $= 180^\circ - 60^\circ = 120^\circ$

$\therefore B$  বিন্দুতে চার্জ রাখার পর C বিন্দুতে নীট প্রাবল্য,

$$E_2 = \sqrt{E_A^2 + E_B^2 + 2 \cdot E_A \cdot E_B \cos 120^\circ}$$

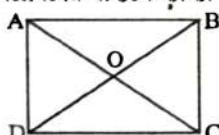
$$= \sqrt{(10^9)^2 + (10^9)^2 + 2 \times 10^9 \times 10^9 \times \cos 120^\circ}$$

$$= \sqrt{2 \times (10^9)^2 - (10^9)^2} = \sqrt{(10^9)^2} = 10^9 \text{ NC}$$

$\therefore E_2 = E_1$

$\therefore B$  বিন্দুতে চার্জটি রাখার আগে ও পরে প্রাবল্য অভিন্ন।

সমস্যা ১১২। টিতে প্রদর্শিত ABCD বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্র O। তিনি কৌণিক বিন্দুর আধান যথাক্রমে  $A = -2 \times 10^{-9} \text{ C}$ ,  $B = 3 \times 10^{-9} \text{ C}$  এবং  $C = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$ । অত্যন্ত বাহুর দৈর্ঘ্য  $= 3 \text{ m}$ . (i) D বিন্দুর বিভব নির্ণয় কর। (ii) D বিন্দু হতে  $+10^{-9} \text{ C}$  আধান কেন্দ্র O বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ খনাইক না পাশাপাশ হবে— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।



সমাধান : (i) এখানে,  $q_A = -2 \times 10^{-9} \text{ C}$ ;

$q_B = 3 \times 10^{-9} \text{ C}$ ;  $q_C = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$

বর্গক্ষেত্রের প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য  $3 \text{ m}$

$$\therefore DB \text{ কর্ণ} = \sqrt{(3 \text{ m})^2 + (3 \text{ m})^2} = 3\sqrt{2} \text{ m}$$

D বিন্দুর বিভব  $V_D$  হলো,

$$V_D = V_A + V_B + V_C$$

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

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \left( \frac{-2 \times 10^{-9} \text{ C}}{3 \text{ m}} + \frac{3 \times 10^{-9} \text{ C}}{3\sqrt{2} \text{ m}} + \frac{4 \times 10^{-9} \text{ C}}{3 \text{ m}} \right)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times (-6.67 \times 10^{-10} \text{ Cm}^{-1} + 7.07 \times 10^{-10} \text{ Cm}^{-1} + 1.34 \times 10^{-9} \text{ Cm}^{-1})$$

$$= 12.42 \text{ V}$$

অতএব, D বিন্দুর বিভব  $12.42 \text{ V}$ ।

(ii) এখানে,  $q_A = -2 \times 10^{-9} \text{ C}$

$q_B = 3 \times 10^{-9} \text{ C}$ ;  $q_C = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$ ;  $q_D = 1 \times 10^{-9} \text{ C}$

$$\text{এখানে, } OA = OB = OD = OC = \frac{1}{2} \times \sqrt{3^2 + 3^2} = 2.12 \text{ m}$$

O বিন্দুর বিভব,

$$V_0 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \left( \frac{q_A}{OA} + \frac{q_B}{OB} + \frac{q_C}{OC} + \frac{q_D}{OD} \right)$$

$$= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{1}{OA} (q_A + q_B + q_C + q_D)$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{1}{2.12 \text{ m}} (-2 \times 10^{-9} + 3 \times 10^{-9} + 4 \times 10^{-9} + 1 \times 10^{-9})$$

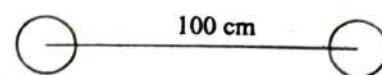
$$= \frac{9 \times 10^9}{2.12} \times 6 \times 10^{-9} = 25.49 \text{ V}$$

অতএব, কৃতকাজ,  $W = V_0 \times q_D$

$$= 25.49 \text{ V} \times 1 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$= 2.54 \times 10^{-8} \text{ J}$$

অতএব, D বিন্দু থেকে  $+10^{-9} \text{ C}$  আধান কেন্দ্র O বিন্দুতে আনতে কাজ খনাইক হবে।



সমস্যা ১১৩।

$$A = 40 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$B = 20 \times 10^{-9} \text{ C}$$

(i) চার্জ দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল কুলৰ বল নির্ণয় কর। (ii) চার্জবের সংযোগ রেখার উপর কোনো বিন্দুতে বৈদ্যুতিক প্রাবল্য শূন্য হওয়া সম্ভব কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

সমাধান : (i) দেওয়া আছে,

$$A \text{ ও } B \text{ এর চার্জ যথাক্রমে, } q_1 = -40 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$q_2 = 20 \times 10^{-9} \text{ C}$$

মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

$$\therefore \text{ক্রিয়াশীল বল, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 10^{-9} \times (-40 \times 10^{-9})}{1^2}$$

$$= -7.2 \times 10^{-6} \text{ N}$$

অতএব ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বল  $7.2 \times 10^{-6} \text{ N}$ ।

(ii) ধরি, B বিন্দু হতে x দূরে C বিন্দুতে প্রাবল্য শূন্য হবে।

এখন,  $E_1 - E_2 = 0$

$$\text{বা, } E_1 = E_2$$

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

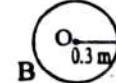
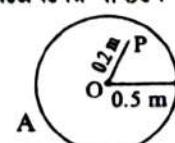
$$\text{বা, } \frac{d+x}{x} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}}$$

$$\text{বা, } \frac{d}{x} = \sqrt{\frac{q_2}{q_1}} - 1$$

$$\text{বা, } x = \frac{d}{\sqrt{\frac{q_2}{q_1}} - 1} = \frac{1}{\sqrt{\frac{40 \times 10^{-9}}{20 \times 10^{-9}} - 1}} = 2.41 \text{ m}$$

$\therefore B$  বিন্দু হতে  $2.41 \text{ m}$  অর্থাৎ A বিন্দু থেকে  $(1 + 2.41)$  বা  $3.41 \text{ m}$  দূরে প্রাবল্য শূন্য হবে।

সমস্যা ১১৪। চিত্রে A ও B দুটি চার্জিত গোলকে চার্জের পরিমাণ যথাক্রমে  $20C$  এবং  $15C$ । গোলক দুটির ব্যাসার্ধ যথাক্রমে  $0.5 \text{ m}$  এবং  $0.3 \text{ m}$ । (i) A গোলকের কেন্দ্র হতে  $0.2 \text{ m}$  দূরে P বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। (ii) উভয় গোলকের চার্জিত গোলক দুটিকে একটি পরিবাহী তার ধারা সংযোজ্য করলে এসের মধ্যে চার্জ প্রবাহ হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর।



সমাধান : (i) A গোলকের কেন্দ্র হতে  $0.2 \text{ m}$  দূরের বিন্দু গোলকের অভ্যন্তরে অবস্থিত। সূতরাং, P বিন্দুতে বিভব হবে গোলকের পৃষ্ঠার বিভবের সমান।

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

আধান,  $q = 20 \mu\text{C}$

$$\text{নির্ণেয় বিভব } V_P = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{20}{0.5} \text{ V}$$

$$= 9 \times 10^9 \times 40 \text{ V}$$

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

অতএব, A গোলকের কেন্দ্র হতে  $0.2 \text{ m}$  দূরে P বিন্দুতে সৃষ্টি বিভব  $3.6 \times 10^{11} \text{ V}$ .

(ii) 'I' হতে A গোলকের পৃষ্ঠে বিভব  $V_A = V_P = 3.6 \times 10^{11} \text{ V}$

B গোলকের আধান  $q_B = -15 \mu\text{C}$

ব্যাসার্ধ,  $r_B = 0.3 \text{ m}$

$$\text{B গোলকের পৃষ্ঠে বিভব, } V_B = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{15}{0.3}$$

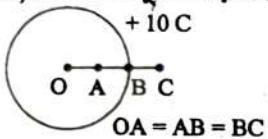
$$= 9 \times 10^9 \times 50 \text{ V}$$

$$= 4.5 \times 10^{11} \text{ V}$$

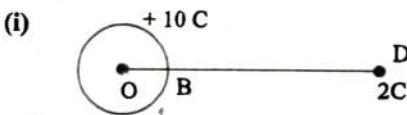
যেহেতু  $V_B > V_A$ .

অতএব, গোলক দুটিকে একটি পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করলে B গোলক থেকে A গোলকে তড়িৎ পরিবাহিত হবে।

সমস্যা ১১৫ | একটি কাঁপা বৃক্ষ, যার ব্যাসার্ধ  $1 \text{ m}$ । B বিন্দু হতে  $5 \text{ m}$  দূরে  $2 \text{ C}$  আধান স্থাপন করা হলো। (i)  $2\text{C}$  আধানের জন্য কুলম্ব বল কত? (ii) উচ্চিপক্ষের A, B ও C বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের তুলনা কর।



সমাধান :



এখানে,  $BD = 5 \text{ m}$ ,  $OB = 1 \text{ m}$

$$\therefore OD = OB + BD = (1 + 5) \text{ m} = 6 \text{ m}$$

$\therefore 2 \text{ C}$  চার্জের জন্য বৃক্ষ ও চার্জের মধ্যে কুলম্ব বল,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{2 \times 10}{OD^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{20}{6^2}$$

$$\therefore F = 5 \times 10^9 \text{ N}$$

(ii) এখানে,

$$BC = AB = OA = \frac{OB}{2} = \frac{1}{2} \text{ m}$$

$$= 0.5 \text{ m}$$

$$OB = 1 \text{ m}$$

$$OC = OB + BC = (1 + 0.5) \text{ m} = 1.5 \text{ m}$$

A বিন্দুতে প্রাবল্য  $E_A$  হলে গমের সূত্রানুসারে,

$$\epsilon_0 \oint \vec{E}_A \cdot d\vec{S} = 0$$

$$\text{বা, } \oint \vec{E}_A dS = 0$$

$$\text{বা, } E_A \cdot \pi \cdot OA^2 = 0$$

$$\text{বা, } E_A = 0$$

B বিন্দুতে প্রাবল্য,  $E_B$  হলো

$$\epsilon_0 \oint \vec{E}_B \cdot d\vec{S} = 10$$

$$\text{বা, } \epsilon_0 E_B \pi \times OB^2 = 0$$

$$\text{বা, } E_B = \frac{10}{\epsilon_0 \pi \times OB^2}$$

$$= \frac{10}{8.854 \times 10^{-12} \times 3.1416 \times 1^2} = 3.595 \times 10^{11} \text{ NC}^{-1}$$

C বিন্দুতে প্রাবল্য,  $E_C$  হলো,

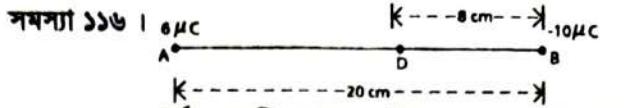
$$\epsilon_0 \oint \vec{E}_C \cdot d\vec{S} = 10$$

$$\text{বা, } \epsilon_0 E_C \pi \times OC^2 = 10$$

$$\text{বা, } E_C = \frac{10}{\epsilon_0 \pi \times 1.5^2} = \frac{10}{8.854 \times 10^{-12} \times 3.1416 \times 1.5^2} \text{ NC}^{-1}$$

$$\therefore E_C = 1.598 \times 10^{11} \text{ NC}^{-1}$$

$\therefore E_B > E_C > E_A$ । অর্থাৎ B বিন্দুর প্রাবল্য C বিন্দুর চেয়ে বেশি এবং A বিন্দুর প্রাবল্য সর্বনিম্ন।



(i)  $-10 \mu\text{C}$  চার্জকে B বিন্দু হতে D বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ নির্ণয় কর। (ii) চার্জব্যক্তকে প্রসরণ স্পর্শ করিয়ে পুনরায় B-স্থানে রাখা হলে বলের মান ও ঘূর্ণত্ব ক্রিয় পরিবর্তন হবে?

সমাধান : (i) দেওয়া আছে,  $q_1 = 6 \mu\text{C} = 6 \times 10^{-6} \text{ C}$

$$q_2 = -10 \mu\text{C} = 10 \times 10^{-6} \text{ C}$$
 [ঋণাত্মক চিহ্ন আকর্ষণ বুঝায়]

$$AD = (20 - 8) \text{ Cm} = 12 \text{ cm}$$

$\therefore B$  বিন্দু হতে D বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ,

$$W = Vq_2$$

$$= \left\{ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{12 \times 10^{-2}} - \frac{q_2}{20 \times 10^{-2}} \right) \right\} \times (10 \times 10^{-6})$$

$$= \left\{ 9 \times 10^9 \times \left( \frac{6 \times 10^{-6}}{12 \times 10^{-2}} - \frac{-10 \times 10^{-6}}{20 \times 10^{-2}} \right) \right\} \times (10 \times 10^{-6}) = 1.8 \text{ J}$$

(ii) দেওয়া আছে, চার্জ দূটি  $6 \mu\text{C}$  ও  $-10 \mu\text{C}$

$$\therefore \text{বল, } F_1 = 9 \times 10^9 \frac{(6 \times 10^{-6}) \times (-10 \times 10^{-6})}{(20 \times 10^{-2})^2}$$

$$= -13.5 \text{ N} = 13.5 \text{ N} \text{ (আকর্ষণ)}$$

$\therefore$  চার্জব্যক্ত স্পর্শ করিয়ে পুনরায় আলাদা করলে প্রত্যেকের চার্জ হবে

$$= \frac{6 - 10}{2} = -2 \mu\text{C}$$

$$\therefore q_1 = -2 \mu\text{C} \text{ এবং } q_2 = -2 \mu\text{C}$$

$$\therefore \text{এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বল, } F_2 = (9 \times 10^9) \frac{(-2 \times 10^{-6}) \times (-2 \times 10^{-6})}{(20 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 0.9 \text{ N} \text{ (বিকর্ষণ)}$$

$\therefore$  চার্জব্যক্ত করার পূর্বে বল,  $F_1 = 13.5 \text{ N}$  (আকর্ষণ)

এবং স্পর্শ করার পরে বল,  $F_2 = 0.9 \text{ N}$  (বিকর্ষণ)

অর্থাৎ বল আকর্ষণ ধর্মীর পরিবর্তে বিকর্ষণ ধর্মী হবে এবং মান হাস পাবে  $(13.5 - 0.9) \text{ N}$  বা  $12.6 \text{ N}$ ।

সমস্যা ১১৭ |  $10^{-3} \text{ m}$  ব্যাসার্ধের ৪টি পানির গোলকের প্রত্যেকটিতে সমান ও সমজাতীয় আধান আছে। গোলকগুলো একত্রিত করে একটি বড় গোলকে পরিণত করা হলো। (i) বড় গোলকের ধারকত্ব বের কর। (ii) বড় গোলকের বিভব ও ধারকত্ব ছোট গোলকের সাপেক্ষে একই অনুপাতে বৃদ্ধি পাবে কি? গাণিতিকভাবে বিলোব্ধ কর।

সমাধান : (i) এখানে, ছোট গোলকের ব্যাসার্ধ,  $r = 10^{-3} \text{ m}$

মনে করি, প্রতিটি গোলকের চার্জ Q এবং বড় গোলকের ব্যাসার্ধ R

$$\therefore 8 \times \frac{4}{3} \pi r^3 = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$\text{বা, } R = \sqrt[3]{8} = 10^{-3} \times 2 = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\therefore \text{বড় গোলকের ধারকত্ব, } C_2 = 4\pi R$$

$$= 4 \times 3.1416 \times 2 \times 10^{-3} = 0.025 \text{ } \epsilon$$

যেখানে,  $\epsilon$  পানিতে তড়িৎ ভেদনবোগ্যতা।

(ii) ছোট গোলকের ধারকত্ব,  $C_1 = 4\pi r$

বড় গোলকের ধারকত্ব,  $C_2 = 4\pi R$

$$\therefore \frac{C_2}{C_1} = \frac{4\pi R}{4\pi r} = \frac{R}{r} = \frac{2 \times 10^{-3}}{10^{-3}} = 2$$

$$\therefore C_2 : C_1 = 2 : 1$$

$$\text{আবার, বড় গোলকের বিভব, } V_2 = \frac{1}{4\pi\epsilon} \cdot \frac{8Q}{R}$$

$$\text{ছোট গোলকের বিভব}, V_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

$$\therefore \frac{V_2}{V_1} = \frac{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{8Q}{R}}{\frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}} = \frac{8Q}{R} \times \frac{r}{Q} = \frac{8 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-3}} = 4$$

$$\therefore V_2 : V_1 = 4 : 1$$

অতএব, বড় গোলকের বিভব ও ধারকত্ত ছোট গোলকের সাপেক্ষে একই অনুপাতে বৃদ্ধি পাবে না। বিভব ধারকত্তের বিগুণ বৃদ্ধি পাবে।

#### জেট-৪ : ভর্তি পরীক্ষায় আসা সমস্যাবিধি

সমস্যা ১১৮। একটি সমানভাবে পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল  $200 \text{ cm}^2$  এবং বায়ুতে পাতবর্তী দূরত্ত  $0.4 \text{ cm}$  হলে, এর—

(i) ধারকত্ত নির্ণয় কর।

(ii) যদি ধারকটি  $500 \text{ V}$  বৈদ্যুতিক উৎসের সাথে সংযোগ করা হয়, তবে ধারকে কত শক্তি সঞ্চিত হবে? [বুয়েট '১৭-১৮']

$$\text{সমাধান : (i)} C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{8.854 \times 10^{-12} \times 200 \times 10^{-4}}{0.4 \times 10^{-2}}$$

$$= 4.427 \times 10^{-11} \text{ C}$$

$$(ii) \text{ সঞ্চিত শক্তি}, U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 4.427 \times 10^{-11} \times (500)^2$$

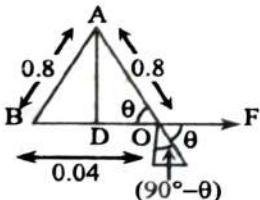
$$= 5.53 \times 10^{-6} \text{ J}$$

সমস্যা ১১৯। দুটি শোলা বলের প্রত্যেকটির ওজন  $10^{-3} \text{ kg}$  এবং  $0.8 \text{ m}$  দৈর্ঘ্যের সিলিন্ডার সূতার যথাক্রমে একই বিন্দু থেকে ঝুলানো হয়েছে। এরা সমভাবে চার্জিত এবং একে অন্যকে  $0.04 \text{ m}$  দূরে বিকর্ষণ করে। প্রতি বলে চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর। [কুয়েট '১৭-১৮']

সমাধান : আমরা জানি,  $F = mg \tan(90^\circ - \theta)$

$$\text{বা, } 9 \times 10^9 \times \frac{Q^2}{R^2} = 1 \times 10^{-3} \times 9.8 \times \tan(90^\circ - \theta)$$

$$\text{চিত্রমতে, } \Delta ADC-\text{এ} \cos \theta = \frac{0.02}{0.8}$$



$$\therefore \theta = 88.56^\circ$$

$$\text{এখন } Q^2 = \frac{10^{-3} \times 9.8 \times \tan(90^\circ - 88.56^\circ) \times (0.04)^2}{9 \times 10^9}$$

$$\text{বা, } Q = \sqrt{6.08 \times 10^{-17}} \quad \therefore Q = 7.79 \times 10^{-9} \approx 8 \times 10^{-9} \text{ C}$$

সমস্যা ১২০। প্রতিটি  $220 \text{ V}$  এ চার্জিত সমানভাবের আটটি ছোট গোলাকার ক্ষেত্রকে শিলিত করে একটি বড় ক্ষেত্রের পরিণত করা হলো। বড় ক্ষেত্রের বিভব কত হবে? [বুয়েট '১৪-১৫']

সমাধান : ধরি, প্রতিটি গোলকের চার্জ  $Q$

$$\text{এখন, } 8 \times \left(\frac{4}{3} \pi\right) r^3 = \left(\frac{4}{3} \pi\right) R^3; R = 2r \dots \dots \dots \text{(i)}$$

$$\text{আমরা জানি, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r}$$

বড় ক্ষেত্রের বিভব  $V'$  এবং প্রতিটি ছোট ক্ষেত্রের বিভব  $v$  হলে,

$$\frac{V'}{V} = \frac{q'}{q} \times \left(\frac{r}{R}\right) = \frac{8q}{q} \times \left(\frac{r}{2r}\right) = \frac{8}{2} = 4$$

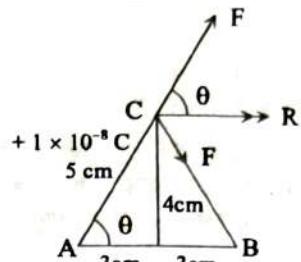
$$\therefore V' = 4V = 4 \times 220V = 880V$$

সমস্যা ১২১।  $4.0 \times 10^{-8} \text{ C}$  মানের ক্ষুদ্র সমান ও বিপরীত জাতীয় আধান  $6.0 \text{ cm}$  ব্যবহারে  $A$  ও  $B$  বিন্দুতে অবস্থিত। আধানবয়ের সংযোগ সরলরেখা  $AB$  এর লম্ব সমবিখ্যাতকের উপর  $4.0 \text{ cm}$  দূরে  $p$  বিন্দুতে স্থাপিত  $1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$  আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল নির্ণয় কর।

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

[বুয়েট '১৩-১৪']

সমাধান :



$$\begin{aligned} R &= 2F \cos \theta \\ &= 2 \times \frac{3}{5} \times F = \frac{6}{5} \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{4 \times 10^{-8} \times 1 \times 10^{-8}}{0.05^2} \\ &= 1.728 \times 10^{-3} \text{ N} \end{aligned}$$

সমস্যা ১২২।  $3 \times 10^{-10} \text{ C}$  আধানযুক্ত একটি গোলাকার তলের ক্ষেত্রের তলের বিভব  $500 \text{ V}$ । যদি এরকম দুটি ক্ষেত্রে একটি গোলাকার ক্ষেত্রের সূচি হয়, তাহলে উক্ত ক্ষেত্রের তলের বিভব কত হবে? [ $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2$ ] [বুয়েট '০৮-০৯']

সমাধান : এখানে, আধান,  $q_1 = 3 \times 10^{-10} \text{ C}$

তলের ক্ষেত্রে বিভব,  $V_1 = 500 \text{ V}$

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

$$\text{আমরা জানি, } C_1 = \frac{q_1}{V_1} = \frac{3 \times 10^{-10} \text{ C}}{500 \text{ V}} = 6 \times 10^{-13} \text{ F}$$

$$\text{আবার, } C_1 = 4\pi\epsilon_0 r_1$$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{C_1}{4\pi\epsilon_0} = \frac{6 \times 10^{-13} \text{ F}}{4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}} = 5.4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

২টি ক্ষেত্রের আয়তন বড় ক্ষেত্রের আয়তনের সমান।

$$\therefore \frac{4}{3} \pi R^3 = 2 \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{বা, } R = 3\sqrt{2} r = 1.2599 r$$

$$\therefore C = 4\pi\epsilon_0 R, Q = 2 q_1$$

$$\therefore V = \frac{Q}{C} = \frac{2 \times 3 \times 10^{-10} \text{ C}}{4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 5.4 \times 10^{-3} \text{ m}} = 793.71 \text{ V}$$

অতএব, বড় ক্ষেত্রের তলের বিভব  $793.71 \text{ V}$ ।

সমস্যা ১২৩। তিনটি ধারকের ধারকত্ত যথাক্রমে  $5 \mu\text{F}$ ,  $10 \mu\text{F}$  এবং  $1 \mu\text{F}$ , এদের ধৰ্ম ও তৃতীয়টিকে প্রেরিত সংযুক্ত করে বিতীয়টির সাথে সমানভাবে সংযুক্ত করা হলো তখন ধারকত্ত নির্ণয় কর। [বুয়েট '০৮-০৯'; বাটেজ '০০-০১']

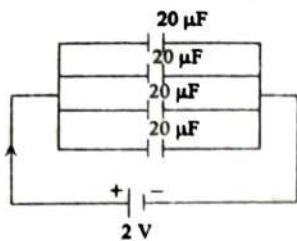
সমাধান : যম ও তৃতীয় ধারকের ধারকত্ত  $C_{13}$  হলো,

$$\frac{1}{C_{13}} = \frac{5+1}{5+1} = \frac{5}{6} \mu\text{F}$$

$$\therefore \text{মোট তৃতীয় ধারকত্ত, } C_{123} = \left(\frac{5}{6} + 10\right) \mu\text{F} = 10.83 \mu\text{F}$$

সমস্যা ১২৪। চারটি ধারক, যার ধৰ্ম ক্ষেত্রের ধারকত্ত  $20 \mu\text{F}$  সমানভাবে সংযোগ রাখা হয়েছে।  $2V$  ব্যাটারির সঙ্গে একে সংযুক্ত করে সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হলো। কত চার্জ এই ধারকগুলোতে জমা হবে? [বুয়েট '০১-০২']

সমাধান : প্রতিটি ধারকের দুই প্রাপ্তে বিভব পার্থক্য হবে  $2 \text{ V}$ ।



$$\text{এখন, } Q_1 = C_1 V = 20 \times 10^{-6} F \times 2V = 4 \times 10^{-5} C$$

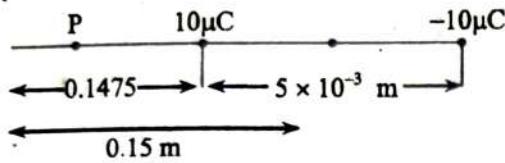
$$\text{অনুরূপভাবে, } Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = 4 \times 10^{-5} C$$

সংযোগ বিচ্ছিন্ন করা হলে এই চার্জ ধারকগুলোতে জমা হবে।

সমস্যা ১২৫।  $10 \mu\text{C}$  ও  $-10 \mu\text{C}$  এর দুটি চার্জ পরস্পর থেকে  $5 \times 10^{-3} \text{ m}$  দূরত্বে থেকে বিষেরু গঠন করে। ধনাত্মক চার্জের দিকে বিষেরু মধ্যবিন্দু হতে  $0.15 \text{ m}$  দূরত্বে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

[জ. বি. '১২-১৩]

সমাধান :



এখনে, দূরত্ব,  $r = 0.15 \text{ m}$

$$\text{চার্জ, } q = 100 \mu\text{C} = 10 \times 10^{-6} \text{ C}$$

প্রাবল্য,  $E = ?$

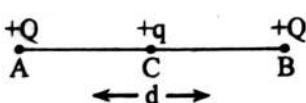
$$\begin{aligned} \text{নির্ণেয় বিন্দুতে তড়িৎপ্রাবল্য, } E &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{P}{r^3} \\ &= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{2/q}{r^3} \\ &= 9 \times 10^9 \times \frac{2 \times 5 \times 10^{-3} \times 10 \times 10^{-6}}{0.15^3} \\ &= 2.67 \times 10^5 \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

নির্ণেয় প্রাবল্য  $2.67 \times 10^5 \text{ NC}^{-1}$

সমস্যা ১২৬। A ও B বিন্দুতে দুইটি সমান চার্জ  $+Q$  কে রাখা আছে।

AB এর সংযোগ রেখার মধ্যবিন্দুতে  $+q$  রাখা হলো।  $q$  এর কোন মানের জন্য সমষ্টি প্রতিটি চার্জের প্রতিক্রিয়া থাকবে? [বৃহত '০৫-০৬]

সমাধান :



সমষ্টি প্রতিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় থাকবে যদি A, B এবং C অবস্থানে চার্জগুলোকে আনতে মোট কৃতকাজ শূন্য হয়।

$$\frac{Q^2}{4\pi\epsilon_0 d} + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{d}{2}\right)} + \frac{Qq}{4\pi\epsilon_0 \left(\frac{d}{2}\right)} = 0$$

$$\text{বা, } \frac{Q}{d} + \frac{2 \times 2 q}{d} = 0$$

$$\therefore q = \frac{Q}{4}$$

সমস্যা ১২৭।  $2\mu\text{F}$  ধারকত্ব বিশিষ্ট একটি ধারককে চার্জিত করার পর একটি পরিবাহী তার বারা এটিকে চার্জ মুক্ত করা হলো। ধারকে সঞ্চিত সম্পূর্ণ শক্তি তারটিকে উত্তৃত করতে প্রয়োজন হলো। এই শক্তির পরিমাণ  $214.3$  ক্যালরি হলে, কত তোল্টে ধারকটিকে চার্জিত করা হয়েছিল।

$$\text{সমাধান : } Q = U = \frac{1}{2} CV^2$$

$$\therefore 214.3 \times 4.2 = \frac{1}{2} \times 2 \times 10^{-6} \times V^2$$

$$\therefore V = 30000.99 \text{ V}$$

সমস্যা ১২৮। a বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের কোণিক বিন্দু A, B, C ও D তে যথাক্রমে চারটি চার্জ  $+q, +q, -q, -q$  এবং স্থাপন করা হলো। উহার কেন্দ্র O বিন্দুতে বৈদ্যুতিক বিভবের মান হবে— [বৃহত '১৩-১৪]

$$\text{সমাধান : } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} (q + q - q - q) = 0 \text{ V.}$$

সমস্যা ১২৯। সমান্তরাল পাত ধারকের দুই পাতের মধ্যে ডাইলেক্ট্রিক বারা পূর্ণ করায় ধারকত্ব  $5 \mu\text{F}$  থেকে বেড়ে  $60 \mu\text{F}$  হয়। ডাইলেক্ট্রিক (পরাবৈদ্যুতিক) ধূবকের মান হবে— [বৃহত '১৩-১৪]

$$\text{সমাধান : } C \propto K \therefore K = \frac{60}{5} = 12.$$

সমস্যা ১৩০। বাহুপূর্ণ সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব  $1 \text{ pF}$ । পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব হিস্পু করে পাত দুটির মধ্যবর্তী স্থান সম্পূর্ণরূপে মোম পরামাধ্যম দিয়ে পূর্ণ করা হলো। কলে ধারকত্ব  $2 \text{ pF}$  হয়। মোমের ডাইলেক্ট্রিক ধূবক হলো। [বৃহত '১২-১৩]

$$\text{সমাধান : } C_1 = \frac{\epsilon_0 A}{d}, C_2 = \frac{k\epsilon_0 A}{2d}$$

$$C_1 = 1 \text{ pF}; C_2 = 2 \text{ pF};$$

$$\therefore C_2 = 2C_1$$

$$\text{বা, } \frac{k\epsilon_0 A}{2d} = \frac{2\epsilon_0 A}{d} \text{ বা } k = 4$$

সমস্যা ১৩১। একই মাপের 2টি বুটির কোঠার প্রত্যেকটিকে  $220 \text{ V}$  বারা চার্জিত করা হলো। বুটির কোঠাগুলো একত্রিত হয়ে একটি বড় কোঠায় পরিণত হলে বৃহদাকার কোঠার বিভব নির্ণয় কর। [বৃহত '১১-১২]

সমাধান : ছোট কোঠার ব্যাসার্ধ r ও বড় কোঠার ব্যাসার্ধ R হলে,

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

$$\text{বা, } R^3 = 27r^3$$

$$\text{বা, } R = 3r$$

এখন, প্রতিটি ছোট কোঠার চার্জ  $= q$  ও বিভব,  $V = 220 \text{ V}$

$$\text{ধারকত্ব } = \text{হলে, } C_s = \frac{q}{V}$$

$$\text{বা, } V = \frac{q}{C_s} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r}$$

$$\text{বড় কোঠার ধারকত্ব } C_l \text{ হলে, } C_l = \frac{27q}{V'}$$

$$\text{বা, } V' = \frac{272}{4\pi\epsilon_0 3r} = 9 \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} = 9 \times V = 9 \times 220 \text{ V} = 1980 \text{ V}$$

সমস্যা ১৩২। বায়ু মাধ্যমে  $50000 \text{ V m}^{-1}$  সূবহ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে দুটি বৃত্তাকার পাত 0.002 m দূরত্বে সমান্তরাল অবস্থায় আছে। প্রতিটি পাতের ব্যাসার্ধ 0.08 m, গঠিত ধারকটিতে মোট সঞ্চিত শক্তি নির্ণয় কর। [বৃহত '১০-১১]

$$\text{সমাধান : } C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = 8.901 \times 10^{-11} \text{ F}$$

এখন,  $V = Ed$  বা  $V = 50000 \text{ V m}^{-1} \times 0.002 \text{ m}$  বা  $V = 100 \text{ V}$

$$\text{শক্তি, } U = \frac{1}{2} CV^2 \text{ বা } U = \frac{1}{2} \times 8.901 \times 10^{-11} \text{ F} \times (100 \text{ V})^2 \\ = 4.45 \times 10^{-7} \text{ J}$$

সমস্যা ১৩৩।  $0.1\text{m}$  বাহুবিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের প্রতিটি কোণার দূরত্ব  $5 \times 10^{-3} \text{ m}$  চার্জ স্থাপন করা হলো, বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব নির্ণয় কর। [বৃহত '০৭-০৮]

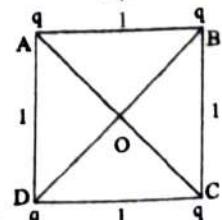
সমাধান : O থেকে প্রতিটি কোণার দূরত্ব,

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

$\therefore$  বিভবের মান,

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

$$= \frac{4q}{4\pi\epsilon_0 r} = \frac{q}{\pi\epsilon_0 r} = 254.206 \text{ volt}$$





সমস্যা ১৩৪।  $20 \mu C$  বিশিষ্ট একটি চার্জ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র তৈরি করে। চার্জটি থেকে  $10 \text{ cm}$  এবং  $5 \text{ cm}$  দূরত্বে দুটি বিন্দুর অবস্থান। একটি বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে একটি ইলেক্ট্রন নিতে কাজের পরিমাণ বের কর।

[উত্তর : '০৬-০৭]

সমাধান : এখানে,  $q = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$ ;  $Q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$   
 $r_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$ ;  $r_2 = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

### ড. আমির হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. মজবুল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১। সমভাবে আবিষ্ট দুটি শোলাবল বায়ুতে  $3.0 \text{ cm}$  ব্যবধানে রাখলে পরম্পরাকে  $4 \times 10^{-5} \text{ N}$  বলে বিকর্ষণ করে। অতএক শোলাবলের আধান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $\pm 2 \times 10^{-9} \text{ C}$ ]

সমস্যা ২। বায়ুতে  $50 \text{ C}$  চার্জ হতে  $2 \text{ m}$  দূরত্বে কোন বিন্দুতে তত্ত্ব প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} = \frac{q}{r^2}$  | এখানে,  
 $E = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{50 \text{ C}}{(2 \text{ m})^2}$  | চার্জ,  $q = 50 \text{ C}$   
 $= 11.25 \times 10^{10} \text{ N C}^{-1}$  | দূরত্ব,  $r = 2 \text{ m}$   
 $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$  |  
অতএব, তত্ত্ব প্রাবল্যের মান,  $11.25 \times 10^{10} \text{ N C}^{-1}$  | তত্ত্ব প্রাবল্য,  $E = ?$

সমস্যা ৩।  $0.02 \text{ m}$  এবং  $0.04 \text{ m}$  ব্যাসার্দের দুটি গোলককে পরম্পরার পৃষ্ঠ হতে  $0.14 \text{ m}$  দূরত্বে রাখা হলো। প্রতিটি গোলককে  $40 \text{ C}$  চার্জ প্রদান করা হলে তাদের মধ্যে কত বল ত্রিয়া করবে নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪। বায়ুতে দুটি ধন চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.1 \text{ m}$  এবং এদের মধ্যে পারম্পরিক বিকর্ষণ বল  $9 \times 10^{-5} \text{ N}$ । চার্জ দুটির একটি অপরাদিত চারপুঁশ হলে তাদের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $5 \times 10^{-9} \text{ C}$  এবং  $20 \times 10^{-9} \text{ C}$ ]

সমস্যা ৫।  $5 \times 10^{-9} \text{ C}$  চার্জ বহনকারী একটি ক্ষুচ্ছ বস্তু তত্ত্ব ক্ষেত্রের একটি বিন্দুতে রাখা হলে এটি নিচের দিকে  $20 \times 10^{-9} \text{ C}$  পরিমাণ বলের ত্রিয়া অনুভব করে। (ক) এই বিন্দুতে তত্ত্ব ক্ষেত্রের প্রাবল্য কত? (খ) এই বিন্দুতে স্থাপিত একটি ইলেক্ট্রনের ওপর ত্রিয়াল বলের মান ও দিক কি হবে?

সমাধান : (ক) আমরা জানি,

$$F = QE$$

$$\text{বল, } E = \frac{F}{Q} = \frac{mg}{Q} = \frac{20 \times 10^{-9} \text{ N}}{5 \times 10^{-9} \text{ C}} = 4 \text{ N C}^{-1}$$

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

$$\text{বল, } F = 20 \times 10^{-9} \text{ N}$$

অতএব, তত্ত্ব ক্ষেত্রের প্রাবল্য  $4 \text{ N C}^{-1}$ ।

(খ) আমরা জানি,  $E = QE$  | এখানে, ইলেক্ট্রনের আধান,

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 4 \text{ N C}^{-1}$$

$$= 6.4 \times 10^{-19} \text{ N}$$

$$\text{তত্ত্ব প্রাবল্য, } E = 4 \text{ N C}^{-1}$$

$$\text{বল, } F = ?$$

অতএব, ত্রিয়াল বল  $6.4 \times 10^{-19} \text{ N}$  এবং দিক নির্ময়ী।

সমস্যা ৬। পরম্পর হতে  $0.20 \text{ m}$  দূরে বায়ুতে অবস্থিত  $40 \text{ C}$  এবং  $60 \text{ C}$  দুটি চার্জের সংযোজক সরলরেখার কোন মধ্যবর্তী প্রাবল্য কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $1.8 \times 10^{13} \text{ N/C}$ ]

সমস্যা ৭।  $+ 1.5 \times 10^{-9} \text{ C}$  এবং  $+ 3 \times 10^{-9} \text{ C}$  আধানের দূরত্ব  $10 \text{ m}$ ।

তাদের সংযোজক সরলরেখার কোন কোন বিন্দুতে তত্ত্ব ক্ষেত্রের পরিমাণ শূন্য হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : দূরত্ব চার্জ হতে  $4.1 \text{ m}$  দূরে]

আমরা জানি,

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

$$= 20 \times 10^{-6} \text{ C} \times 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \left( \frac{1}{0.05 \text{ m}} - \frac{1}{0.1 \text{ m}} \right)$$

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

সমস্যা ৮।  $2 \text{ m}$  বায়ুবিশিষ্ট একটি সমবায়ু ত্রিভুজের A ও B বিন্দুতে যথাক্রমে  $+2 \text{ C}$  এবং  $-2 \text{ C}$  চার্জ স্থাপন করা হলো। C বিন্দুতে ত্রিয়াল প্রাবল্যের মান ও দিক নির্ণয় কর।

সমাধান : ধরি, ABC একটি

সমবায়ু ত্রিভুজ। A বিন্দুতে

$+2 \text{ C}$  এবং B বিন্দুতে  $-2 \text{ C}$

চার্জ স্থাপিত আছে।

ধরি, মাধ্যম বায়ু।  $+2 \text{ C}$  দ্বারা

সৃষ্টি, C বিন্দুতে প্রাবল্য ACD

বরাবর

আমরা জানি,

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

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

$$= 4.5 \times 10^9 \text{ N C}^{-1}$$

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

$$Q = 2 \text{ C}$$

$$d = 2 \text{ m}$$

একইভাবে,  $-2 \text{ C}$  দ্বারা সৃষ্টি, C বিন্দুতে প্রাবল্য CB বরাবর এবং মান,  $E_2 = 4.5 \times 10^9 \text{ N C}^{-1}$

$E_1$  ও  $E_2$  এর লক্ষ্যের মান,

$$R = (E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos 120^\circ)^{\frac{1}{2}}$$

$$= [(4.5 \times 10^9)^2 + (4.5 \times 10^9)^2 + 2 \times 4.5 \times 10^9 \times 4.5 \times 10^9 \times \cos 120^\circ]^{\frac{1}{2}} \text{ N C}^{-1}$$

$$= 4.5 \times 10^9 \text{ N C}^{-1}$$

$E_1$  ও  $E_2$  এর মান সমান হেতু, লক্ষ্য  $\angle BCD$ -কে সমষ্টিক্ষিপ্ত করে।

$\angle BCD = 120^\circ$ ।

অতএব, লক্ষ্য প্রাবল্য ভূমি AB এর সমান্তরাল।

$\therefore$  প্রাবল্য  $4.5 \times 10^9 \text{ N C}^{-1}$ ; দিক হবে সমান্তরাল।

সমস্যা ৯।  $10, -5$  এবং  $3 \text{ C}$  ঘানের তিনটি চার্জ  $0.10 \text{ m}$  ব্যাসার্দিবিশিষ্ট একটি বৃত্তের পরিধির তিনটি জিয়া বিন্দুতে অবস্থিত। বৃত্তের কেন্দ্রে বিভব কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। একটি বর্গক্ষেত্রের তিনটি কোণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $3, -6$  এবং  $7 \text{ A}$  আধান স্থাপন করা হলো। বর্গক্ষেত্রের চতুর্থ কোণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১১। একটি বিন্দু আধান থেকে  $20 \text{ cm}$  দূরে তত্ত্ব বিভবের মান  $50 \text{ V}$ । ওই বিন্দুতে তত্ত্ব প্রাবল্যের মান কত?

সমাধান : আমরা জানি,

$$E = \frac{V}{r} = \frac{50 \text{ V}}{0.2 \text{ m}} = 250 \text{ V m}^{-1}$$

$$\text{এখানে, } \text{তত্ত্ব বিভব, } V = 50 \text{ V}$$

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

$$\text{তত্ত্ব প্রাবল্য, } E = ?$$

অতএব, তত্ত্ব প্রাবল্যের মান  $250 \text{ V m}^{-1}$ ।

সমস্যা ১২। তড়িৎ বিভব,  $V = 5 + 4x^2$  সম্পর্ক আৱা নিৰ্দেশিত। V কে volt এককে এবং x-কে metre এককে প্ৰকাশ কৰা হলে  $x = 0.5$  অবস্থানে  $-2 \times 10^{-6}$  C আধান কত বল অনুভব কৰিবে?

সমাধান : এখানে, তড়িৎ বিভব,  $V = 5 + 4x^2$

$$\therefore E = \frac{d}{dx}(V) = \frac{d}{dx}(5 + 4x^2) = 8x$$

$$\text{এখন, } x = 0.5 \text{ হলে, } E = 8 \times (0.5) = 4$$

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

$$\text{এখন, বল, } F = qE = (4 \times 2 \times 10^{-6}) N = 8 \times 10^{-6} N$$

$$\text{নিৰ্মেৰ বল } 8 \times 10^{-6} N !$$

সমস্যা ১৩। 2 m ব্যাসাৰের একটি গোলকেৰ কেন্দ্ৰে  $2 \mu\text{C}$  একটি চাৰ্জ আপন কৰলে গোলকেৰ পৃষ্ঠ দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাও বেৱ কৰ।

সমাধান : আমৱা জানি,

$$\Phi = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} q$$

$$= \frac{1}{8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}} \times 2 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$= 2.25 \times 10^5 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-1}$$

$$\text{অতএব, অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাও, } 2.25 \times 10^5 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-1} !$$

সমস্যা ১৪। বায়ু মাঝমে একটি তড়িৎ বিমেৰুৰ অক্ষেৰ উপৰে বিমেৰুৰ কেন্দ্ৰ হতে 5 cm দূৰে তড়িৎক্ষেত্ৰ প্ৰাবল্য  $2.5 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$  এবং 10 cm দূৰে তড়িৎক্ষেত্ৰ প্ৰাবল্য  $2 \times 10^3 \text{ NC}^{-1}$ । তড়িৎ বিমেৰুৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব বা দৈৰ্ঘ্য কত?

সমাধান : এখানে, দূৰত্ব, r = 5 cm = 0.05 m

$$\text{তড়িৎক্ষেত্ৰ প্ৰাবল্য, } E = 2.5 \times 10^4 \text{ NC}^{-1}$$

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

আমৱা জানি,

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

$$\text{বা, } 2.5 \times 10^4 \text{ NC}^{-1} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \cdot \frac{q}{(0.05 \text{ m})^2}$$

$$\text{বা, } q = 6.94 \times 10^{-9} \text{ C}$$

যদি তড়িৎ বিমেৰুৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব  $2l$  হলে, আমৱা জানি,

$$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2} \sqrt{1 + 3 \cos^2 \theta}$$

$$\text{বা, } 2l = \frac{4\pi\epsilon_0 \cdot E \cdot r^3}{q} \quad [\because \theta = 90^\circ]$$

$$= \frac{1 \times 2.5 \times 10^4 \text{ NC}^{-1} \times (0.05 \text{ m})^3}{9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times 6.94 \times 10^{-9} \text{ C}} = 0.05 \text{ m}$$

অতএব, তড়িৎ বিমেৰুৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব 0.05 m।

সমস্যা ১৫। শূন্যস্থানে  $8 \mu\text{C}$  এবং  $-8 \mu\text{C}$  বিন্দু আধান দূৰি  $10^3 \text{ m}$  ব্যৱহাৰনে থেকে একটি তড়িৎ বিমেৰু গঠন কৰে। এৱ বিমেৰু আধক এবং বিমেৰুৰ কেন্দ্ৰ থেকে  $20 \text{ cm}$  দূৰে এৱ অক্ষেৰ উপৰ তড়িৎ প্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : আমৱা জানি,

তড়িৎ বিমেৰু আধক,

$$p = q \times 2l$$

$$= 8 \times 10^{-6} \text{ C} \times 10^3 \text{ m}$$

$$= 8 \times 10^{-3} \text{ Cm}$$

$$\text{আৰাৰ, তড়িৎ প্ৰাবল্য, } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2p}{r^3}$$

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times 2 \times 8 \times 10^{-3} \text{ Cm}}{(0.2 \text{ m})^3} = 18 \times 10^3 \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, বিমেৰু আধক  $8 \times 10^{-3} \text{ Cm}$  এবং তড়িৎপ্ৰাবল্য  $18 \times 10^3 \text{ NC}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৬। একটি তড়িৎ বিমেৰু 2 mm ব্যৱহাৰনে আধা  $\pm 20 \mu\text{C}$  আধান দিয়ে তৈৰি। ওই বিমেৰুৰ অক্ষেৰ সহ সৱৰিষিতকৰণে ওপৰ অবস্থিত বিমেৰুৰ মধ্যবিন্দু থেকে  $10 \text{ cm}$  দূৰে অবস্থিত একটি বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : এখানে, প্ৰতিটি চাৰ্জেৰ আধা,  $q = 20 \mu\text{C} = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$  মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব,  $2l = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

কেন্দ্ৰ হতে দূৰত্ব,  $r = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$

তড়িৎ প্ৰাবল্য,  $E = ?$

এখন, বিমেৰু আধক,  $p = q \times 2l$

$$= 20 \times 10^{-6} \text{ C} \times 2 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$= 4 \times 10^{-8} \text{ Cm}$$

$$\text{আধৱা জানি, } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2p}{r^3}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{4 \times 10^{-8} \text{ Cm}}{(0.1 \text{ m})^3}$$

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

অতএব, তড়িৎ প্ৰাবল্যেৰ আধা  $36 \times 10^4 \text{ N C}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৭।  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r}$  সৰীকৰণ থেকে ধৰণ কৰ যে,  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$

সমাধান : আমৱা জানি, অসীম দূৰ হতে একটি একক ধন চাৰ্জকে তড়িৎক্ষেত্ৰেৰ কোনো বিন্দুতে আনতে যে পৱিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে উক্ত ক্ষেত্ৰেৰ দৰুন ঐ বিন্দুৰ বিভব বা তড়িৎ বিভব বলে।

এখন,  $r$  ব্যাসাৰ্ধ বিশিষ্ট গোলকে  $q$  পৱিমাণ চাৰ্জ প্ৰদান কৰলে,

গোলকেৰ পৃষ্ঠে বা অভ্যন্তৰে বিভব,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{2p}{r}$  হবে, আবাৰ আমৱা জানি, বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ৰেৰ কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্য ঐ বিন্দুতে দূৰত্ব সাপেক্ষে বিভবেৰ পৱিবৰ্তনেৰ হাৱেৰ সমান।

$$\text{অৰ্থাৎ, } E = \frac{dV}{dr} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r} \cdot \frac{1}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$

$$\text{এখন, আধান, } q = Q \text{ হলে, } E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2} \text{ (ধৰাণিত)}$$

সমস্যা ১৮। নিৱৰচিতভাৱে বটিত অসীম রৈখিক আধান থেকে 2 cm দূৰে  $9 \times 10^4 \text{ N C}^{-1}$  তড়িৎ ক্ষেত্ৰ সৃষ্টি হয়েছে। আধানেৰ রৈখিক ঘনত্ব নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : আমৱা জানি,

আধান, q হলে,

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

$$\text{বা, } 9 \times 10^4 \text{ N C}^{-1}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{q}{(0.02 \text{ m})^2}$$

$$\text{বা, } q = \frac{9 \times 10^4 \text{ N C}^{-1} \times (0.02 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}} = 4 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$\therefore \sigma = \frac{q}{r} = \frac{4 \times 10^{-9} \text{ C}}{0.02 \text{ m}} = 2 \times 10^{-7} \text{ Cm}^{-1}$$

অতএব, আধানেৰ রৈখিক ঘনত্ব  $2 \times 10^{-7} \text{ Cm}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৯। 12 cm ব্যাসাৰেৰ একটি পৱিমাণী গোলকেৰ তল সূৰ্যমত্তাৰে  $1.6 \times 10^{-7} \text{ C}$  আধানে আহিত। (ক) গোলকেৰ অভ্যন্তৰে, (খ) গোলকেৰ পৃষ্ঠে এবং (গ) গোলকেৰ কেন্দ্ৰ থেকে 18 cm দূৰে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : এখানে, গোলকেৰ ব্যাসাৰ্ধ, r = 12 cm = 0.12 m

আধান, q =  $1.6 \times 10^{-7} \text{ C}$

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

(ক) গোলকেৰ অভ্যন্তৰে তড়িৎ প্ৰাবল্যেৰ আধা শূন্য।



$$(x) \text{ গোলকের পৃষ্ঠে তত্ত্ব প্রাবল্য}, E_1 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{1.6 \times 10^{-7} \text{ C}}{(0.12 \text{ m})^2}$$

$$= 10^5 \text{ N C}^{-1}$$

(y) কেন্দ্র থেকে  $R = 18 \text{ cm} = 0.18 \text{ m}$  দূরে কোনো বিন্দুতে প্রাবল্য

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{1.6 \times 10^{-7} \text{ C}}{(0.18 \text{ m})^2} = 4.44 \times 10^4 \text{ N C}^{-1}$$

সমস্যা ২০।  $0.2 \text{ m}$  ব্যাসার্দের একটি গোলকীয় তলের কেন্দ্রে  $2.5 \times 10^{-6} \text{ C}$  চার্জ স্থাপন করলে উক্ত তলে ফ্লাই কত হবে?

সমাধান : আধার জানি,

$$\phi = \frac{1}{\epsilon_0} \cdot q$$

$$= \frac{1}{8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}} \times 2.5 \times 10^{-6} \text{ C}$$

$$= 2.82 \times 10^5 \text{ Wb}$$

অতএব উক্ত তলে ফ্লাই হবে  $2.82 \times 10^5 \text{ Wb}$ ।

সমস্যা ২১। একটি সূর্য ভারের দৈর্ঘ্য  $2 \text{ m}$ । ভারটি  $3 \times 10^{-6} \text{ C}$  চার্জে সুব্যতাবে চার্জিত হলে (i) ভারের একক দৈর্ঘ্যে চার্জের পরিমাণ ও (ii)  $1.5 \text{ m}$  দূরের কোনো বিন্দুতে তত্ত্ব প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : (i) একক দৈর্ঘ্যে এখানে,  
চার্জের পরিমাণ,  
 $\lambda = \frac{q}{l} = \frac{3 \times 10^{-6} \text{ C}}{2 \text{ m}}$   
 $= 1.5 \times 10^{-6} \text{ Cm}^{-1}$   
 $\therefore$  ভারের একক দৈর্ঘ্যে চার্জ  $1.5 \times 10^{-6} \text{ Cm}^{-1}$

এখানে,  
গোলকের ব্যাসার্দ,  $r = 0.2 \text{ m}$   
চার্জ,  $q = 2.5 \times 10^{-6} \text{ C}$   
 $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$   
ফ্লাই,  $\phi = ?$

$$(ii) \text{ তত্ত্ব প্রাবল্য}, E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \cdot \frac{\lambda}{r}$$

$$= \frac{1.5 \times 10^{-6} \text{ Cm}^{-1}}{2 \times 3.14 \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 1.5 \text{ m}}$$

$$= 1.8 \times 10^4 \text{ N C}^{-1}$$

নির্ণয় প্রাবল্য  $1.8 \times 10^4 \text{ N C}^{-1}$ ।

সমস্যা ২২। একটি অভরীত পরিবাহীতে  $500 \text{ C}$  চার্জ প্রদান করায় এবং বিভব  $100 \text{ V}$  হলো। পরিবাহীর ধারকত নির্ণয় কর।

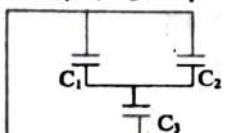
সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৩। সূচি ধারককে সমান্তরালে সংযুক্ত করলে তুল্য ধারকত  $5 \text{ F}$  এবং প্রেসিডে সংযুক্ত করলে তুল্য ধারকত  $1.2 \text{ F}$  হয়। ধারক সূচির ধারকত নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

উত্তর : 3F, 2F অধৰা, 2F, 3F]

সমস্যা ২৪। টিনে পদর্শিত ধারকসমূহের সমবায়ের জন্য তুল্য ধারকত নির্ণয় কর।  $C_1 = 10 \mu\text{F}$ ,  $C_2 = 5 \mu\text{F}$  এবং  $C_3 = 4 \mu\text{F}$ .



সমাধান : এখানে,  $C_p = C_1 + C_2 + C_3 = 10 \mu\text{F} + 5 \mu\text{F} + 4 \mu\text{F} = 19 \mu\text{F}$

$$\therefore \frac{1}{C_p} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{10 \mu\text{F}} + \frac{1}{5 \mu\text{F}} + \frac{1}{4 \mu\text{F}} = \frac{4+15}{15 \times 4} \mu\text{F}^{-1}$$

অতএব, তুল্য ধারকত  $3.16 \mu\text{F}$ ।

সমস্যা ২৫।  $300 \mu\text{F}$  এবং  $500 \mu\text{F}$  ধারকতবিশিষ্ট সূচি ধারক সমান্তরাল বিন্দুসে যুক্ত করে 120 ভোল্টের একটি ব্যাটারি এবং সমবায়ের ওপর প্রয়োগ করা হলো। অত্যোক ধারককের চার্জ এবং সমবায়ের তুল্য ধারকত নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে,  $C_1 = 300 \mu\text{F} = 300 \times 10^{-12} \text{ F}$   
 $C_2 = 500 \mu\text{F} = 500 \times 10^{-12} \text{ F}$

ধারককের চার্জ  $Q_1 = ?$  এবং  $Q_2 = ?$

সমবায়ের তুল্য ধারকত,  $C_p = ?$

ভোল্টেজ,  $V = 120 \text{ V}$

আধরা জানি,  $C = \frac{Q}{V}$

$$\therefore Q_1 = C_1 V = 300 \times 10^{-12} \text{ F} \times 120 \text{ V} = 3.6 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$Q_2 = C_2 V = 500 \times 10^{-12} \text{ F} \times 120 \text{ V} = 6 \times 10^{-9} \text{ C}$$

$$\therefore \text{তুল্য ধারকত}, C_p = C_1 + C_2$$

$$= 300 \times 10^{-12} \text{ F} + 500 \times 10^{-12} \text{ F} = 8 \times 10^{-10} \text{ F}$$

অতএব, তুল্য ধারকত  $8 \times 10^{-10} \text{ F}$ ।

সমস্যা ২৬।  $q$  কুলুব তত্ত্ব আধার একটি বনকের কেন্দ্রে ধারকে প্রতিসাম্বন্ধের জন্য বনকের প্রতি তলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তত্ত্ব ফ্লাই কত হবে?

সমাধান : এখানে, আধার =  $q$ ; শূন্যস্থানের তেলনযোগ্যতা =  $\epsilon_0$

∴ সমগ্র তলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তত্ত্ব ফ্লাই,  $\phi = \frac{q}{\epsilon_0}$

এখন, ঘনকের তল সংখ্যা = 6

∴ প্রতি তলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তত্ত্ব ফ্লাই  $\frac{1}{6} \cdot \frac{q}{\epsilon_0}$ ।

সমস্যা ২৭।  $20 \text{ cm}$  ব্যাসার্দের গোলীয় খোলককে  $20 \mu\text{C}$  আধারে আহিত করা হলো। নিম্নলিখিত ক্ষেত্রগুলোতে তত্ত্ব প্রাবল্য নির্ণয় কর। (i) খোলকের কেন্দ্র থেকে  $15 \text{ cm}$  দূরে এবং (ii) খোলকের কেন্দ্র থেকে  $40 \text{ cm}$  দূরে।

সমাধান : (i) গোলকের কেন্দ্র থেকে  $15 \text{ cm}$  দূরবর্তী বিন্দুটি খোলকের অভ্যন্তরে অবস্থিত।

∴ খোলকের কেন্দ্র থেকে  $15 \text{ cm}$  দূরে তত্ত্ব প্রাবল্য শূন্য।

এখানে,  
ব্যাসার্দ,  $r = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}$   
আধার,  $q = 20 \mu\text{C} = 20 \times 10^{-6} \text{ C}$

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

তত্ত্ব প্রাবল্য  $E = ?$

(ii) আবার কেন্দ্র থেকে  $R = 40 \text{ cm} = 0.4 \text{ m}$  দূরে তত্ত্ব প্রাবল্য,  
 $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 r^2} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{20 \times 10^{-6} \text{ C}}{(0.4 \text{ m})^2} = 1.125 \times 10^6 \text{ N C}^{-1}$

নির্ণয় তত্ত্ব প্রাবল্য  $1.125 \times 10^6 \text{ N C}^{-1}$ ।

সমস্যা ২৮। একটি তত্ত্ব ক্ষেত্র প্রাবল্য  $\vec{E} = (5\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k})$  একক ধারা প্রকাশিত। ওই ক্ষেত্রে  $ZY$  তলে 200 একক ক্ষেত্রকলবিশিষ্ট ক্ষেত্রের ভেতর দিয়ে তত্ত্ব প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, তত্ত্ব ক্ষেত্র প্রাবল্য,  $\vec{E} = (5\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k})$

ক্ষেত্র,  $dS = 200\hat{j} + 200\hat{k}$ ; তত্ত্ব ফ্লাই,  $\phi = ?$

আধরা জানি,  $\phi = \vec{E} \cdot d\vec{S}$

$$= (5\hat{i} + 3\hat{j} + 2\hat{k}) \cdot (200\hat{i} + 200\hat{k})$$

$$= 600 + 400 = 1000 \text{ একক}$$

অতএব, তত্ত্ব ফ্লাইর পরিমাণ 1000 একক।

সমস্যা ২৯। বায়ুতে অবস্থিত  $1 \text{ C}$  ধনাত্মক আধার থেকে নির্ণয় তত্ত্ব ফ্লাই কত হবে?

সমাধান : এখানে, আধার,  $q = 1 \text{ C}$

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

নির্গত তত্ত্ব ফ্লাই,  $\phi = ?$

$$\text{আধরা জানি, } \phi = \frac{q}{\epsilon_0} = \frac{1 \text{ C}}{8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}} = 1.13 \times 10^{11} \text{ N C}^{-1} \text{ m}^{-2}$$

∴ নির্গত তত্ত্ব ফ্লাই  $1.13 \times 10^{11} \text{ N C}^{-1} \text{ m}^{-2}$ ।



সমস্যা ৩০। কোনো গোলকের অভ্যন্তরে শূন্যস্থানে অবস্থিত আধানের জন্য গোলকের সমতলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাই হলো  $6.5 \times 10^3 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-1}$ । গোলকের অভ্যন্তরস্থ আধানের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : এখানে, অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লাই,  $\phi = 6.5 \times 10^3 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-1}$   
শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা,  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$

আধানের মান,  $q = ?$

$$\text{আমরা জানি, } \phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$

বা,  $q = \phi \epsilon_0$

$$= 6.5 \times 10^3 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-1} \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} = 8.75 \times 10^{-8} \text{ C}$$

অতএব, আধানের মান,  $5.75 \times 10^{-8} \text{ C}$ ।

সমস্যা ৩১। একটি পজিট্রন ( $+e$ ) এবং একটি ইলেক্ট্রন ( $-e$ ) পরম্পরাগ হতে  $10^{-8} \text{ m}$  দূরে অবস্থিত থেকে তড়িৎ বিমেরু গঠন করে। বিমেরুর বিমেরু ভাষ্মকের মান কত এবং এর অভিমুখ কী? ( $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ )

সমাধান : এখানে, বিমেরুর আধানের মান,  $q = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

দূরত্ব,  $2l = 10^{-8} \text{ m}$

বিমেরু ভাষ্মক,  $p = ?$

আমরা জানি,  $p = q \times 2l$

$$= 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} \times 10^{-8} \text{ m} = 1.6 \times 10^{-27} \text{ Cm}$$

অতএব, বিমেরু ভাষ্মকের মান  $1.6 \times 10^{-27} \text{ Cm}$  এবং এর অভিমুখ ইলেক্ট্রন থেকে পজিট্রনের দিকে।

সমস্যা ৩২। একটি তড়িৎ বিমেরু  $10^4 \text{ N/C}$  সূব্রহ তড়িৎ ক্ষেত্রের সঙ্গে  $30^\circ$  কোণ করে থাকলে  $9 \times 10^{-26} \text{ N m}$  টক অনুভব করে। তড়িৎ বিমেরুর ভাষ্মক কত?

সমাধান : এখানে,  $E = 10^4 \text{ N C}^{-1}$

টক,  $\tau = 9 \times 10^{-26} \text{ N m}$ ; কোণ,  $\theta = 30^\circ$

$$\therefore \text{বিমেরু ভাষ্মক} = \frac{9 \times 10^{-26} \text{ N m} \times \sin 30^\circ}{10^4 \text{ N C}^{-1}} = 1.8 \times 10^{-29} \text{ Cm}$$

নির্ণেয় তড়িৎ বিমেরুর ভাষ্মক  $1.8 \times 10^{-29} \text{ Cm}$ ।

সমস্যা ৩৩। একটি সমবাহু ত্রিভুজের তিনটি শীর্ষ বিন্দুতে তিনটি আধান  $q, -2q$  ও  $q$  অবস্থিত। এদের তুল্য বিমেরু ভাষ্মকের মান কত?

সমাধান : ধরি,

একটি বিমেরু,  $AC = p_1 = q_1 \times 2l = qa$  [প্রতি বাহুর দৈর্ঘ্য  $a$  মিটার ধরে]

অন্যটি,  $AB = P_2 = q_2$

$\therefore$  তুল্য বিমেরু ভাষ্মক,  $p = p_1 \cos \cos 30^\circ + p_2 \cos 30^\circ$

$$= qa \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} + qa \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{2} \times 2 qa = \sqrt{3} qa$$

অতএব, তুল্য বিমেরু ভাষ্মকের মান  $\sqrt{3} qa$ ।

সমস্যা ৩৪।  $4 \mu\text{F}$  ধারকত্ব বিশিষ্ট একটি ইলেক্ট্রনিল যন্ত্রের টার্মিনালবেরের মধ্যে বিভব পার্শ্বক্য  $300 \text{ V}$  বলে ধারকে সঞ্চিত শক্তির পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 0.18]

সমস্যা ৩৫।  $10 \text{ cm}$  ব্যাসার্কের একটি বৃত্তের পরিধিতে  $10 \text{ C}$  আনের সূচি চার্জ স্থাপন করা হয়েছে। বৃত্তের কেন্দ্রে তড়িৎ বিভবের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩৬। সুচি বিস্তুর মধ্যে বিভব পার্শ্বক্য  $322 \text{ kV}$ । এদের এক বিস্তু থেকে অন্য বিস্তুতে  $9 \mu\text{F}$  চার্জ স্থানান্তর করলে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমরা জানি,

$W = qV$

$$\begin{aligned} &= 9 \times 10^{-6} \text{ C} \times 322 \times 10^3 \text{ V} \\ &= 2898 \times 10^{-3} \text{ J} \\ &= 2.898 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{এখানে, } V &= 322 \text{ kV} \\ &= 322 \times 10^3 \text{ V} \\ q &= 9 \mu\text{C} = 9 \times 10^{-6} \text{ C} \\ W &=? \end{aligned}$$

অতএব, কৃত কাজের পরিমাণ  $2.898 \text{ J}$ ।

সমস্যা ৩৭। তিনটি ধারকত্ব ধারকত্বে  $5\mu\text{F}$ ,  $10\mu\text{F}$  এবং  $1\mu\text{F}$ । এদের প্রথম ও তৃতীয়টিকে প্রেসিটে সংযুক্ত করে বিতীরাটির সাথে সমান্তরালে সংযুক্ত করা হলে তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর। [BUET 2004-05]

সমাধান : দেওয়া আছে, ধারকত্ব,  $C_1 = 5 \mu\text{F}$

ধারকত্ব,  $C_2 = 10 \mu\text{F}$

ধারকত্ব,  $C_3 = 1 \mu\text{F}$ ; তুল্য ধারকত্ব,  $C_p = ?$

আমরা জানি,

$$\frac{1}{C_p} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_3}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_p} = \frac{1}{5 \mu\text{F}} + \frac{1}{1 \mu\text{F}}$$

$$\therefore C_p = 0.833 \mu\text{F}$$

আবার,  $C_p = C_1 + C_2$

$$= 0.833 \mu\text{F} + 10 \mu\text{F} = 10.833 \mu\text{F}$$

অতএব তুল্য ধারকত্ব  $10.833 \mu\text{F}$ ।

সমস্যা ৩৮।  $3 \times 10^{-10} \text{ C}$  আধানযুক্ত একটি গোলাকার তলের কেটির তলের বিভব  $500 \text{ V}$ । যদি এরকম দুটি কেটা যিলে একটি গোলাকার কেটার সূচি হয়, তাহলে উভ কেটার তলের বিভব কত হবে? [ $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N}\cdot\text{m}^2$ ] [BUET '08-09]

সমাধান : এখানে, আধান,  $q_1 = 3 \times 10^{-10} \text{ C}$

তলের কেটার তলের বিভব,  $V_1 = 500 \text{ V}$

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

$$\text{আমরা জানি, } C_1 = \frac{q_1}{V_1} = \frac{3 \times 10^{-10} \text{ C}}{500 \text{ V}} = 6 \times 10^{-13} \text{ F}$$

আবার,  $C_1 = 4\pi\epsilon_0 r_1$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{C_1}{4\pi\epsilon_0}$$

$$\text{বা, } r_1 = \frac{6 \times 10^{-13} \text{ F}}{4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}}$$

$$= 5.4 \times 10^{-3} \text{ m}$$

২টি কেটার আয়তন বড় কেটার আয়তনের সমান।

$$\therefore \frac{4}{3} \pi R^3 = 2 \times \frac{4}{3} \pi r^3$$

$$\text{বা, } R = 3\sqrt{2} r = 1.2599 r$$

$$\therefore C = 4\pi\epsilon_0 R, Q = 2 q_1$$

$$\therefore V = \frac{Q}{C} = \frac{2 \times 3 \times 10^{-10} \text{ C}}{4 \times 3.1416 \times 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2} \times 5.4 \times 10^{-3} \text{ m}} = 793.71 \text{ V}$$

অতএব, বড় কেটার তলের বিভব  $793.71 \text{ V}$ ।

সমস্যা ৩৯।  $4.0 \times 10^{-9} \text{ C}$  আনের ক্ষেত্র, সমান ও বিপরীত আভীর আধান  $6.0 \text{ cm}$  ব্যবধানে A ও B বিস্তুতে অবস্থিত। আধানবেরের সংযোগ সরলরেখা AB এবং সের সমানিক্তকের উপর  $4.0 \text{ cm}$  দূরে P বিস্তুত স্থাপিত  $1.0 \times 10^{-8} \text{ C}$  আধানের উপর ক্রিমানীল বল নির্ণয় কর।  $\left[ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \right]$  [BUET '13-'14]

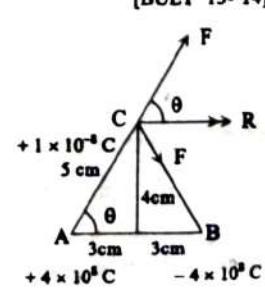
সমাধান :

$$R = 2F \cos \theta$$

$$= 2 \times \frac{3}{5} \times F$$

$$= \frac{6}{5} \times \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{4 \times 10^{-8} \times 1 \times 10^{-8}}{0.05^2}$$

$$= 1.728 \times 10^{-3} \text{ N}$$



সমস্যা ৮০।  $0.1 \mu\text{F}$  এবং  $0.01 \mu\text{F}$  ধারককে দুটি ধারককে প্রেই সমবায়ে যুক্ত করে সমবায়টিতে  $25 \text{ V}$  বিভব পার্শ্বক ঘোগ করা হলো। ধারক দুটিকে এখন সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে সঞ্চিত শক্তির কী পরিবর্তন হবে?

সমাধান : প্রেই এবং সমান্তরাল সমবায়ে তুল্য ধারকত যদি যথাক্রমে  $C_1$  এবং  $C_p$  হয় তবে,

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

$$\text{বা, } \frac{1}{C_p} = \frac{1}{0.1 \mu\text{F}} + \frac{1}{0.01 \mu\text{F}}$$

$$\therefore C_p = 9.09 \times 10^{-9} \mu\text{F}$$

$$= 9.09 \times 10^{-9} \text{ F}$$

$$C_p = C_1 + C_2$$

$$= 0.1 \mu\text{F} + 0.01 \mu\text{F}$$

$$= 0.11 \mu\text{F} = 0.11 \times 10^{-6} \text{ F}$$

দুই ক্ষেত্রে ভিন্ন সঞ্চিত শক্তি যদি  $U_s$  এবং  $U_p$  হয় তবে,

$$U_s = \frac{1}{2} C_p V^2 = \frac{1}{2} \times 9.09 \times 10^{-9} \times (25 \text{ V})^2$$

$$= 2.840 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$U_p = \frac{1}{2} C_p \times V^2 = \frac{1}{2} \times 0.11 \times 10^{-6} \times (25 \text{ V})^2$$

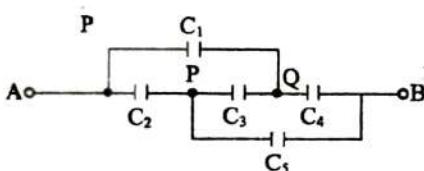
$$= 3.437 \times 10^{-5} \text{ J}$$

$$\text{অতএব } U_p - U_s = 3.437 \times 10^{-5} \text{ J} - 2.840 \times 10^{-6} \text{ J}$$

$$= 31.54 \times 10^{-6} \text{ J}$$

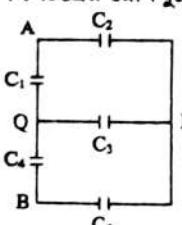
সুতরাং ধারক দুটিকে সমান্তরালে যুক্ত করলে প্রেই সমবায়ের চেয়ে  $31.54 \times 10^{-6} \text{ J}$  বেশি শক্তি সঞ্চিত করবে।

সমস্যা ৮১।



ওপরের চিত্রে ৫টি ধারককে একটি বর্তনীতে সাজানো হয়েছে। প্রত্যেক ধারকের ধারকত্ব  $C$ । A ও B বিশ্বর মধ্যে কার্যকর ধারকত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান : চিত্রের রোধগুলোকে পুনরায় সাজিয়ে পাই,



$$\begin{aligned} &\text{এখানে,} \\ &\text{ধারকত্ব} \\ &C_1 = C_2 = C_3 = C_4 \\ &C_5 = C \end{aligned}$$

$C_1, C_2$  প্রেই সমবায়,  $C_4, C_5$  প্রেই সমবায় অতঃপর তুল্যরোধগুলো সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত।

$C_1, C_2$  এর তুল্য ধারকত্ব  $C_{s1}$ , হলে,

$$\frac{1}{C_{s1}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_{s1}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C}$$

$$\text{বা, } C_{s1} = \frac{C^2}{2C} = \frac{C}{2}$$

$$\text{অনুরূপভাবে, } C_4 \text{ এবং } C_5 \text{ এর তুল্য ধারকত্ব } C_{s2} = \frac{C}{2}$$

$$\text{যোট তুল্য ধারকত্ব, } C_p = C_{s1} + C_{s2} + C_3 = \frac{C}{2} + \frac{C}{2} + C = 2C$$

সমস্যা ৮২। চার্জিত উৎসের তোটেজ স্থির রেখে যদি একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাত দূরত যথে ব্যবধান  $10\%$  কমানো হয় তবে ধারকে সঞ্চিত শক্তির শতকরা পরিবর্তন কত হবে?

সমাধান : ধরি, সমান্তরাল পাত ধারকের দূরত  $d$  মিটার, ক্ষেত্রফল  $A$  মিটার<sup>২</sup>।

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

$$\text{অতএব, } 1\text{ম ক্ষেত্রে, } C_1 = \frac{\epsilon_0 A}{d_1}$$

$$2\text{য ক্ষেত্রে, } C_2 = \frac{\epsilon_0 A}{d_2}$$

$$1\text{ম ক্ষেত্রে সঞ্চিত শক্তি,}$$

$$U_1 = \frac{1}{2} C V^2$$

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

এখানে,

প্রথম দূরত  $d_1 = d$

দূরত  $10\%$  কমানোর পর নতুন দূরত

$$d_2 = d - d \times 10\% = d - .1d = 0.9d$$

বিভব =  $V$

$$2\text{য ক্ষেত্রে, } U_2 = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d_2} V^2 = \frac{1}{2} \times \frac{\epsilon_0 A}{0.9d} V^2$$

$$\therefore \text{পরিবর্তন } \Delta U = 0.556 \frac{\epsilon_0 A V^2}{d} - \frac{0.5 \epsilon_0 A V^2}{0.9d}$$

$$= 0.056 \times \frac{\epsilon_0 A V^2}{d}$$

$$= 0.056 \times C V^2$$

$$= \frac{0.056}{0.5} \times 100 \times U$$

$$= 11.11\% = 11.11 \times \text{সঞ্চিত শক্তি} \times U$$

সুতরাং ধারকের সঞ্চিত শক্তির শতকরা পরিবর্তন  $11.11\%$

গোলাম হোসেন প্রামাণিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুবূলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \frac{3.2 \times 10^{-19} \text{ C} \times 3.2 \times 10^{-19} \text{ C}}{(10^{-10} \text{ m})^2}$$

$$= 9.22 \times 10^{-8} \text{ N}$$

অতএব, মধ্যবর্তী কুলৰ বল  $9.22 \times 10^{-8} \text{ N}$ ।

সমস্যা ৩। দুটি শামান ও সমধর্মী চার্জ পরম্পর হতে  $0.25 \text{ m}$  দূরতে স্থাপন করলে এদের মধ্যে বিকর্ষণ বল  $0.5 \text{ N}$  হয়। প্রত্যেকটি চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুবূল।

$$[\text{উত্তর : } \pm 1.86 \times 10^{-6} \text{ C}]$$

সমস্যা ৫।  $0.1 \text{ g}$  ভরের একটি শোলার বলে  $-6.67 \times 10^{-9} \text{ C}$  চার্জ দেয়া আছে। কত চার্জযুক্ত একটি বল  $2 \text{ cm}$  উপরে থেকে বলকে শূন্যে স্থির অবস্থার রাখতে পারবে?

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুবূল।

$$[\text{উত্তর : } + 6.53 \times 10^{-9} \text{ C}]$$

সমস্যা ১। হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসাৰ্ধ  $0.53 \times 10^{-10} \text{ m}$ । ইলেক্ট্রনের উপর নিউক্লিয়াসের আকৰ্ষণ বল নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসূর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুবূল।

$$[\text{উত্তর : } 8.202 \times 10^{-8} \text{ N}]$$

সমস্যা ২। দুটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের মধ্যবর্তী দূরত এক অ্যাংস্ট্রোম (১ Å =  $10^{-10} \text{ m}$ ) হলে এদের মধ্যবর্তী কুলৰ বল কত হবে নির্ণয় কর।

সমাধান : হিলিয়াম নিউক্লিয়াসের, আধান,  $q = 32 \times 10^{-19} \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত,  $d = 10^{-10} \text{ m}$

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

মধ্যবর্তী কুলৰ বল,  $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q \cdot q}{d^2}$$

সমস্যা ৬।  $6 \times 10^{-9}$  C চার্জে চার্জিত একটি কৃত্রি গোলককে বায়ুতে স্থাপন কৰা হৈলো। গোলক হতে 0.24 m দূৰে কোনো বিন্দুতে তড়িৎপ্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : আমৰা জানি,

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

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{6 \times 10^{-9} C}{(0.24 m)^2}$$

$$= 937.5 N C^{-1}$$

অতএব, প্ৰাবল্যৰ মান  $937.5 N C^{-1}$

সমস্যা ৭। বাতাসে 100 C চার্জ হতে 1 m দূৰে বৈদ্যুতিক প্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : আমৰা জানি,

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

$$= 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{100 C}{(1 m)^2}$$

$$= 9 \times 10^{11} N C^{-1}$$

অতএব, প্ৰাবল্যৰ মান  $9 \times 10^{11} N C^{-1}$

সমস্যা ৮।  $3.23 \times 10^{-19}$  C চার্জের একটি প্লাষ্টিক বল কোনো স্থানে  $2.6 \times 10^4 V \cdot m^{-1}$  প্ৰাবল্যের একটি সূৰ্যম বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ৰে বুলত অবস্থায় রাখা হৈ। উক্ত স্থানে অভিকৰ্ষজ ত্বরণের মান  $10 m s^{-2}$  হলে বলটিৰ ভৱ কত?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ১৩নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ। [উত্তৰ :  $8.4 \times 10^{-16} kg$ ]

সমস্যা ৯। কত প্ৰাবল্যের একটি বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ৰে মধ্যে একটি ইলেক্ট্ৰন স্থাপন কৱলে ইলেক্ট্ৰনটি তাৰ ওজনেৰ স্থান বল অনুভব কৰবৈ?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ১৪নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। 2 m বায়ুবিশিষ্ট একটি সমবায়ু ত্ৰিভুজেৰ দুই কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে 2 C ধনাত্মক এবং 2 C ঋণাত্মক আধান স্থাপিত আছে। ত্ৰিভুজটিৰ তৃতীয় কৌণিক বিন্দুতে প্ৰাবল্যেৰ মান ও দিক নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : আমিৰ, ইসহাক ও নজুৰুল স্যারেৰ ৮নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১১।  $10 \times 10^{-8}$  C এবং  $-5 \times 10^{-8}$  C চার্জবিশিষ্ট দুটি কৃত্রিকাৰ গোলকেৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব 10 cm। চার্জয়েৰ ঠিক মধ্যবিন্দুতে তড়িৎপ্ৰাবল্য নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ১২নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১২। অসীম দূৰে থেকে তড়িৎক্ষেত্ৰেৰ কোনো বিন্দুতে  $10^{-6}$  C চার্জ আনতে  $2 \times 10^{-4}$  J কাজ কৱতে হয়। ঐ বিন্দুৰ বিভব নিৰ্ণয় কৰ। বিন্দুটি  $10^{-5}$  C চার্জ থেকে কত দূৰে অবস্থিত?

সমাধান : আমৰা জানি,

$$W = V \times q$$

$$\text{বা, } V = \frac{W}{q} = \frac{2 \times 10^{-4} J}{10^{-6} C} = 200 V$$

ঐ বিন্দুৰ বিভব 200V

আবাৰ,  $10^{-5}$  C চার্জ থেকে বিন্দুটিৰ দূৰত্ব,

$$r = \frac{1 \times q}{4\pi\epsilon_0 \times V} = \frac{9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times 10^{-5} C}{200 V} = 450 m$$

নিৰ্ণয় দূৰত্ব 450 m।

সমস্যা ১৩। একটি বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ প্ৰতিটি বায়ুৰ দৈৰ্ঘ্য 0.8 m। বায়ুতে এৱে চার কোণায় যথাক্রমে  $2 \times 10^{-9}$  C,  $3 \times 10^{-9}$  C,  $4 \times 10^{-9}$  C এবং  $5 \times 10^{-9}$  C চার্জ স্থাপন কৰা হলে বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ কেন্দ্ৰে বিভব নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২১নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ। [উত্তৰ : 222.74V]

সমস্যা ১৪। 4 cm বায়ুবিশিষ্ট একটি বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $2 \times 10^{-9}$  C,  $3 \times 10^{-9}$  C এবং  $4 \times 10^{-9}$  C চার্জ স্থাপন কৰা হৈলো। চতুৰ্থ কৌণিক বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২৮নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৫। কোনো বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $+6 \times 10^{-9}$  C,  $-12 \times 10^{-9}$  C ও  $+14 \times 10^{-9}$  C আধান স্থাপন কৰা হৈলো। চতুৰ্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন কৱলে বৰ্গক্ষেত্ৰটিৰ কেন্দ্ৰে বিভব শূন্য হৈবে?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২৭নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ। [উত্তৰ :  $-8 \times 10^{-9}$  C]

সমস্যা ১৬। কোনো একটি বৰ্গক্ষেত্ৰেৰ তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে 3, -6 ও coul 7 চার্জ স্থাপিত। চতুৰ্থ কৌণিক বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন কৱলে এই বৰ্গক্ষেত্ৰটিৰ কেন্দ্ৰে বিভব শূন্য হৈবে?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৩৭নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৭। 0.03 m ব্যাসাৰ্ধেৰ একটি গোলকে 5 C চার্জ দেয়া আছে। গোলকেৰ কেন্দ্ৰ হতে 0.02 m ও 0.10 m কোনো বিন্দুতে বৈদ্যুতিক প্ৰাবল্যেৰ মান নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৩১নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৮। 0.24 m ব্যাসেৰ একটি গোলাকৃতি পৰিবাৰ্হীৰ পৃষ্ঠে  $33.3 \times 10^{-9}$  C চার্জ দেয়া হৈলো। গোলাকেৰ কেন্দ্ৰ থেকে (ক) 0.5 m এবং (খ) 0.06 m দূৰে কোনো বিন্দুতে তড়িৎপ্ৰাবল্য ও বিভব নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৪১নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ। [উত্তৰ : (ক) প্ৰাবল্য  $1198.8 NC^{-1}$ ; বিভব  $599.4V$ । (খ) প্ৰাবল্য 0, বিভব  $2497.5V$ ]

সমস্যা ১৯। 1 m ব্যাসেৰ একটি গোলকে 40 C চার্জ দেয়া হৈলো। গোলকেৰ কেন্দ্ৰ হতে 0.40 ও 1 m দূৰে বিন্দুটিৰ বিভবেৰ মান নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৩১নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ।

সমস্যা ২১। 0.04 m ব্যাসাৰ্ধেৰ একটি গোলকে কত চার্জ প্ৰদান কৱলে চার্জেৰ তল ঘনত্ব  $2.12 \times 10^{-8} C m^{-2}$  হৈবে?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২৪নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ। [উত্তৰ :  $4.26 \times 10^{-6} C$ ]

সমস্যা ২২। দুটি পিতলেৰ বলেৰ ব্যাসাৰ্ধ যথাক্রমে 0.02 m ও 0.06 m। বল দুটিতে যথাক্রমে  $2.5 \times 10^{-9}$  C ও  $5.0 \times 10^{-9}$  C চার্জ দেওয়া হৈলো। এদেৱে চার্জেৰ তল ঘনত্বেৰ তুলনা কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ২১নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৩। একটি সমান্তৰাল পাত ধাৰকেৰ প্ৰতিটি পাতেৰ কেন্দ্ৰকল 1.5 m<sup>2</sup> এবং বায়ু মাধ্যমে পাত দুটিৰ মধ্যবৰ্তী দূৰত্ব 0.02 m। ধাৰকটিৰ ধাৰকত মাইক্ৰোফ্রামে নিৰ্ণয় কৰ।

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৫৩নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ। [উত্তৰ :  $6.64 \times 10^{-4} \mu F$ ]

সমস্যা ২৪। একটি পৰিবাৰ্হীৰ ধাৰকত 12  $\mu F$ । এতে কী পৰিমাণ চার্জ প্ৰদান কৰা হলৈ বিভব 20 V হৈবে?

সমাধান : শামসুৰ রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারেৰ ৫১নং গাণিতিক সমস্যাৰ সমাধানেৰ অনুৰূপ। [উত্তৰ :  $2.4 \times 10^{-4} C$ ]

সমস্যা ২৫। একটি কাঁপা গোলকের ব্যাসার্থ  $0.18 \text{ m}$ । একে  $5 \text{ V}$  বিভবে উন্নীত করতে হলে কী পরিমাণ চার্জের প্রয়োজন হবে?

সমাধান : জানা আছে,

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

গোলকের পরিবাহীর ধারকত্ত,

$$C = 4\pi\epsilon_0 r = \frac{1}{9 \times 10^9} \text{ Fm}^{-1} \times 0.18 \text{ m} = 2 \times 10^{-11} \text{ F}$$

আবার, আমরা জানি,  $Q = CV = 2 \times 10^{-11} \text{ F} \times 5 \text{ V} = 1 \times 10^{-10} \text{ C}$   
অতএব, প্রয়োজনীয় চার্জ,  $Q = ?$

সমস্যা ২৬। একটি ধাতব গোলকের ব্যাসার্থ  $0.06 \text{ m}$ । বায়ুতে এর ধারকত্ত কত? একে  $2.6$  ছি-তত্ত্ব ধূরক বিশিষ্ট কোনো মাধ্যমে স্থাপন করা হলে এর ধারকত্ত কত হবে?

সমাধান : এখানে, ব্যাসার্থ,  $r = 0.06 \text{ m}$

$$\text{শূন্যস্থানের ডেনযোগ্যতা, } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$$

বায়ু মাধ্যমের ক্ষেত্রে ধারকত্ত,  $C_s = 4\pi\epsilon_0 r$

$$= 4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1} \times 0.06 \text{ m}$$

$$= 6.67 \times 10^{-12} \text{ F}$$

আবার,  $2.6$  ছি-তত্ত্ব ধূরকবিশিষ্ট মাধ্যমের ক্ষেত্রে,

$$C_D = 4\pi\epsilon_0 kr$$

$$= 4\pi \times 8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-2} \times 2.6 \times 0.06 \text{ m} = 1.735 \times 10^{-11} \text{ F}$$

অতএব, ধারকত্ত  $1.735 \times 10^{-11} \text{ F}$ ।

সমস্যা ২৭। সম আকারের আটটি পানির কোঠা একত্র করে একটি বড় কোঠায় পরিষ্ঠ করা হলো। কোঠাগুলোতে যদি সমপরিমাণ সমধর্মী চার্জ থাকে তবে বড় কোঠার ধারকত্ত ও বিভব ছোট কোঠার ধারকত্ত ও বিভবের কত গুণ?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : বড় কোঠার ধারকত্ত ও বিভব যথাক্রমে ছোট কোঠার ধারকত্ত ও বিভবের দুই গুণ ও চার গুণ]

সমস্যা ২৮। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রতিটি পাতের ক্ষেত্রফল  $10^4 \text{ cm}^2$ । পাতবয় বায়ুতে পরল্পন হতে  $1 \text{ cm}$  ব্যবধানে অবস্থিত। এই ধারকের ধারকত্ত কত? দেয়া আছে বায়ুর ডেন্যুতা  $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F} \cdot \text{m}^{-1}$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ২৯।  $16 \mu\text{F}$  এবং  $22 \mu\text{F}$  ধারকত্তবিশিষ্ট দুটি ধারককে শ্রেণী সমবায়ে সাজালে তুল্য ধারকত্ত কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

এখানে,

$$\text{গোলকের ব্যাসার্থ, } r = 0.18 \text{ m}$$

$$\text{বিভব, } V = 5 \text{ V}$$

$$\text{প্রয়োজনীয় চার্জ, } Q = ?$$

সমস্যা ৩০। দুটি ধারককে শ্রেণি ও সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা হলে তুল্য ধারকত্ত যথাক্রমে  $12/7 \mu\text{F}$  ও  $7 \mu\text{F}$  পাওয়া যায়। ধারকবয়ের ধারকত্ত নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ৩১। সমান ধারকত্তের তিনটি ধারককে সমান্তরাল সমবায়ে সাজালে তুল্য ধারকত্ত হবে প্রতিটি ধারকের ধারকত্তের তিনগুণ এবং শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করলে তুল্য ধারকত্ত হবে প্রতিটির ধারকত্তের  $\frac{1}{3}$  গুণ। প্রমাণ কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩২।  $1.4 \mu\text{F}$  ধারকত্তবিশিষ্ট একটি ইলেক্ট্রনিক্স যন্ত্রের টার্মিনালবয়ের মধ্যে  $3000 \text{ V}$  বিভব পার্শ্বে দেয়া হলো। ধারকে সঞ্চিত প্রতির পরিমাণ কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩৩।  $4 \mu\text{F}$  ও  $6 \mu\text{F}$  ধারকত্তের দুটি ধারককে সমান্তরালে যুক্ত করে  $2 \mu\text{F}$  ধারকত্তের অপর একটি ধারকের সাথে শ্রেণিতে যুক্ত করা হলো। তুল্য ধারকত্ত নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০২(i)নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

সমস্যা ৩৪। তিনটি ধারকের ধারকত্ত যথাক্রমে  $3 \mu\text{A}$ ,  $2 \mu\text{A}$  ও  $1 \mu\text{A}$ । এদের পেষের দুটিকে শ্রেণিতে যুক্ত করে প্রথমটির সাথে সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। তুল্য ধারকত্ত নির্ণয় কর।

সমাধান : শ্রেণিতে ছিতীয় ও তৃতীয়টির তুল্য ধারকত্ত  $C$ , সমান্তরালে  $C_1$  ও  $C_2$  এর তুল্য ধারকত্ত,  $C_p = ?$

$$\text{আমরা পাই, } \frac{1}{C_p} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{C_p} = \frac{1}{2 \mu\text{F}} + \frac{1}{1 \mu\text{F}} = \frac{3}{2} (\mu\text{F})^{-1}$$

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

$$\text{আবার, } C_p = C_1 + C_2 = 3 \mu\text{F} + \frac{2}{3} \mu\text{F} = \frac{11}{3} \mu\text{F} = 3.66 \mu\text{F}$$

অতএব, তুল্য ধারকত্ত  $3.66 \mu\text{F}$ ।

সমস্যা ৩৫। প্রমাণ কর যে, সমান ধারকত্তের ৪ টি ধারকের শ্রেণি সমবায়ে ধারকাকালীন তুল্য ধারকত্ত তাদের সমান্তরাল সমবায়ে ধারকাকালীন তুল্য ধারকত্তের  $\frac{1}{16}$  গুণ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

ড. শাহজাহান তপন, মুহম্মদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৪।  $0.002 \text{ kg}$  ভরের একটি পোলা বল  $10^{-4} \text{ C}$  আধানে আহিত। পোলা বলটিকে অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রে স্থির রাখতে কী পরিমাণ তত্ত্বক্ষেত্রের প্রয়োজন?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $196 \text{ NC}^{-1}$ ]

সমস্যা ৫। কত প্রাবল্যের একটি তত্ত্ব ক্ষেত্রে যথে একটি ইলেক্ট্রন স্থাপন করলে ইলেক্ট্রনটি তার ওজনের সমান বল অনুভব করবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৬।  $+1.0 \times 10^{-6} C$  ও  $+2.0 \times 10^{-6} C$  দুটো আধান পরম্পর হতে  $10 m$  দূরে অবস্থিত। এদের সংযোগ সরলরেখার ওপর এমন একটা বিন্দু বের কর যেখানে প্রাবল্যবর্ণের মান সমান।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $1.0 \times 10^{-6} C$  আধান হতে  $2 \times 10^{-6} C$  আধানের দিকে  $4 m$  দূরে।]

সমস্যা ৭। বায়ুতে এক ছিটার ব্যবধানে রাখা  $+1.00 \mu C$  এবং  $-5 \mu C$  আধানবর্ষের সংযোগ রেখার ঠিক মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৮। একটি বর্গক্ষেত্রে তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $5 C$ ,  $10 C$ ,  $-20 C$  আধান স্থাপিত। চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে কত আধান স্থাপন করলে বর্গক্ষেত্রটির কেন্দ্রে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯।  $4 cm$  বহুবিশিষ্ট বর্গক্ষেত্রের প্রতিটি কোণায় যথাক্রমে  $+4 \times 10^{-9} C$ ,  $-8 \times 10^{-9} C$ ,  $+12 \times 10^{-9} C$  এবং  $+16 \times 10^{-9} C$  আধান স্থাপন করা হলো। বর্গক্ষেত্রের কর্ণবর্ষের ছেদবিন্দুতে প্রাবল্য কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১০। বায়ুতে অবস্থিত একটি তড়িৎ বিমেরুর দুটি বিপরীত আধানের প্রত্যেকটির মান  $6.4 \times 10^{-9} C$  এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $0.02 m$ । তড়িৎ বিমেরুর অক্ষের উপর এর মধ্যবিন্দু থেকে  $15 m$  দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $6.83 \times 10^{-4} NC^{-1}$ ]

সমস্যা ১১। শূন্যস্থানে অবস্থিত একটি তড়িৎ বিমেরুর দুটি বিপরীত আধানের প্রত্যেকটির মান  $4 \times 10^{-6} C$  এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $4 cm$ । (ক) বিমেরুর অক্ষের উপর এর কেন্দ্র থেকে  $20 cm$  দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর। (খ) বিমেরুর লম্ব সমবিখ্যন্তকের উপর বিমেরু থেকে  $20 cm$  দূরে প্রাবল্যের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : (ক) আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। (খ) Hints :  $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{p}{r^2}$

[উত্তর : (ক)  $3.6 \times 10^5 NC^{-1}$ ; (খ)  $1.8 \times 10^5 NC^{-1}$ ]

সমস্যা ১২। বায়ুতে অবস্থিত একটি তড়িৎ বিমেরুর দুটি বিপরীত আধানের প্রত্যেকটির মান  $5 nC$  এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $5 cm$ । তড়িৎ বিমেরুর অক্ষের উপর এর মধ্যবিন্দু থেকে  $10 m$  দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $0.0225 V$ ]

সমস্যা ১৩। দুটি পিতলের বলের ঘাসার্ধ যথাক্রমে  $0.02 m$  এবং  $0.06 m$ । বল দুটিতে যথাক্রমে  $2.5 \times 10^{-9} C$  এবং  $5.0 \times 10^{-9} C$  আধান দেওয়া হলো। এদের আধানের তলমাত্রিক ঘনত্বের তুলনা কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৪।  $1.34 \times 10^5 NC^{-1}$  প্রাবল্যের একটি তড়িৎক্ষেত্রে  $15.8 cm$  ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুর প্রাবল্য পার্শ্বক্য কত?

সমাধান :  $E = \frac{dv}{dr}$

$$\text{বা, } dv = E dr = 1.34 \times 10^5 \times 0.158 = 2.12 \times 10^4 V$$

সমস্যা ১৫। দুটি বিন্দুর ঘন্থে প্রাবল্য পার্শ্বক্য  $322 kV$ । এদের এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে  $9 \mu C$  চার্জ স্থানান্তর করলে কৃতকাজের পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৩৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৬। একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্রে  $5 cm$  ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুর প্রাবল্য পার্শ্বক্য  $20 V$ । তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য কত?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $400 Vm^{-1}$ ]

সমস্যা ১৭। বায়ুতে  $1.20 m$  ব্যবধানে রাখা  $30 \times 10^{-6} C$  এবং  $-60 \times 10^{-6} C$  আধানবর্ষের সংযোগ রেখার ঠিক মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $22.5 \times 10^5 NC^{-1}$ ,  $-60 \times 10^{-6} C$  এর দিকে]

সমস্যা ১৮। একটি ইলেক্ট্রন ও প্রোটন পরম্পর থেকে  $5 \times 10^{-11} m$  দূরত্বে থেকে একটি বিমেরু গঠন করে। বিমেরু গঠন করে। বিমেরুটির বিমেরু ধারক কত এবং এর দিক কী হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৩১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর :  $8 \times 10^{-30} cm$ ; ইলেক্ট্রন থেকে প্রোটনের দিকে]

সমস্যা ১৯।  $16 \mu F$  এবং  $22 \mu F$  ধারকত্ববিশিষ্ট দুটি ধারককে প্রেসি সংযোগ সাঝালে তুল্য ধারকত্ব কত হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২০।  $4 \mu F$  এবং  $8 \mu F$  ধারকত্ববিশিষ্ট দুটি ধারককে  $100 V$  ব্যাটারির সাথে সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। ধারক দুটির তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $12 \mu F$ ]

সমস্যা ২১।  $4, 3$  ও  $2 \mu F$  ধারকত্ব সম্পর্ক তিনটি ধারককে এমনভাবে যুক্ত করা হল যেন প্রথমটি এবং তৃতীয়টি প্রেসিবন্থ সজ্জায় এবং তৃতীয়টি এদের সাথে সমান্তরাল সজ্জায় থাকে। সংযোগের তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২।  $1200 NC^{-1}$  তড়িৎ প্রাবল্যের কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রের মধ্যে  $50 mm^2$  ক্ষেত্রফলের একটি বৃত্তাকার তল অবস্থিত। তড়িৎ বলরেখাগুলো তলটির বহিমুখী অভিস্থারে সাথে  $55^\circ$  কোণ উৎপন্ন করে। তলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ ফ্লার নির্ণয় কর।

সমাধান :  $\phi = EA \cos \theta$   
 $= 1200 NC^{-1} \times 50 \times 10^{-6} m^2 \times \cos 55^\circ = 0.0344 Nm^2C^{-1}$ .

সমস্যা ২৩। একটি সুষম তড়িৎ প্রাবল্য,  $\vec{E} = (5\hat{i} + 6\hat{j} + 7\hat{k}) NC^{-1}$ । তড়িৎ ক্ষেত্রে  $XY$  তলে স্থাপিত  $15 m^2$  ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি তলে তড়িৎ ফ্লার কত হবে?

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $105 Nm^2C^{-1}$ ]

সমস্যা ২৪। শূন্যস্থানে কোনো পাউসীয় তলের ঘন্থে  $+55 \mu C$  আধান আছে। এই তলের মধ্যদিয়ে তড়িৎ ক্ষেত্রের ফ্লার নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ২০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $+6.2 \times 10^6 Nm^2C^{-1}$ ]

সমস্যা ২৫।  $50 cm$  দৈর্ঘ্যের একটি সুর দলতে  $150 C$  আধান আছে। দলটির কেন্দ্র থেকে  $1.5 m$  দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ২১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $3.6 \times 10^{12} NC^{-1}$ ]

সমস্যা ২৬।  $2 m$  বায়ুবিশিষ্ট একটি সমবাহু তিচুজের দুই কৌণিক বিন্দুতে  $2C$  ধরণাত্মক ও  $2C$  বিশালাত্মক আধান স্থাপিত আছে। তিচুজটির তৃতীয় কৌণিক বিন্দুতে প্রাবল্যের মান ও দিক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

## ১০। তকাজল, মহিউদ্দিন, নীলুকার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

**সমস্যা ১।** বায়ুতে  $4C$  ও  $5C$  দুটি চার্জের মধ্যে দূরত্ব অসীম। এদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল কত?

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

**সমস্যা ২।** একটি লোহ নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরস্থ দুটি প্রোটনের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $4.0 \times 10^{-15} m$  হলো, এদের মধ্যবর্তী বিকর্ষণ বল নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $14.4 N$ ]

**সমস্যা ৩।** সমপরিমাণ চার্জে চার্জিত দুটি গোলককে পরস্পর হতে  $\frac{1}{2} m$  দূরে স্থাপন করলে  $6 g$ -wt বল ঘারা বিকর্ষণ করে। অত্যেক গোলকে চার্জের পরিমাণ নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

**সমস্যা ৪।** বায়ুতে  $5 \times 10^{-4} C$  ও  $8 \times 10^{-4} C$  দুটি চার্জের মধ্যে দূরত্ব  $2m$  হলো, এদের একে অপরের উপর কত বল প্রয়োগ করবে?

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $8.2 \times 10^{-8} N$ ]

**সমস্যা ৫।** একটি হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেক্ট্রন ও প্রোটনের মধ্যবর্তী দূরত্ব প্রায়  $5.3 \times 10^{-11} m$ । এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $8.2 \times 10^{-8} N$ ]

**সমস্যা ৬।** এক আংকৃত দূরত্বে অবস্থিত দুটি ইলেক্ট্রনের মধ্যে বল নির্ণয় কর। ( $1 আংকৃত = 10^{-10} m$  এবং  $1 e = 1.6 \times 10^{-19} C$ )

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $23.04 \times 10^{-9} N$ ]

**সমস্যা ৭।**  $20 \times 10^{-8} C$  এবং  $-5 \times 10^{-8} C$  চার্জের দুটি বিন্দু চার্জ পরস্পর হতে  $10 cm$  দূরে অবস্থিত হলে এদের সংযোগ রেখার ঠিক যাবধানে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $9.0 \times 10^5 NC^{-1}$ ]

**সমস্যা ৮।**  $5 \times 10^{-9} C$  চার্জ হতে  $50 cm$  দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১১নং গাণিতিক সমস্যা সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $180 NC^{-1}$ ]

**সমস্যা ৯।**  $1.0 \times 10^{-8} C$  ও  $-3.0 \times 10^{-8} C$  চার্জে চার্জিত দুটি ধাতব গোলকের কেন্দ্রস্থের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $2.0 m$ । গোলক দুটির কেন্দ্রস্থের মধ্যবর্তী বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর।

**সমাধান :** বিভব,  $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{q_1}{r} + \frac{q_2}{r} \right)$   
 $= 9 \times 10^9 Nm^2 C^{-2} \times \left( \frac{1 \times 10^{-8}}{1} + \frac{-3 \times 10^{-8}}{1} \right)$   
 $= -180V$

**সমস্যা ১০।** কোন একটি বিন্দু হতে  $0.05m$ ,  $0.10m$  এবং  $0.20m$  দূরে যথাক্রমে  $5 \times 10^{-9} C$ ,  $10 \times 10^{-9} C$  এবং  $20 \times 10^{-9} C$  চার্জ স্থাপন করা হলো। ঐ বিন্দুতে ঘোট তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $2700 V$ ]

**সমস্যা ১১।**  $10 cm$  ব্যাসারের একটি বৃত্তের পরিধিতে  $10 C$  মানের দুটি চার্জ স্থাপন করা হয়েছে। (ক) বৃত্তের কেন্দ্রে, (খ) কেন্দ্র হতে  $8 cm$  দূরে ও (গ) কেন্দ্র হতে  $12 cm$  দূরে তড়িৎ বিভবের মান নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য এবং শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৩ নং সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : (খ)  $18 \times 10^{-11} V$ ; (গ)  $15 \times 10^{-11} V$ ]

**সমস্যা ১২।** একটি বর্গক্ষেত্রের প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য  $0.8 m$ । বায়ুতে এর চার কোণায় যথাক্রমে  $2 \times 10^{-9} C$ ,  $3 \times 10^{-9} C$ ,  $4 \times 10^{-9} C$  এবং  $5 \times 10^{-9} C$  চার্জ স্থাপন করা হলো। বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $222.74 V$ ]

**সমস্যা ১৩।**  $4 cm$  বাহু বিশিষ্ট একটি বর্গক্ষেত্রের তিন কোণায় যথাক্রমে  $2 \times 10^{-9} C$ ,  $3 \times 10^{-9} C$  এবং  $4 \times 10^{-9} C$  চার্জ স্থাপন করা হলো। বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে বিভব নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

**সমস্যা ১৪।**  $0.24 m$  বাসের একটি গোলাকৃতি পরিবাহীর পৃষ্ঠে  $33.3 \times 10^{-9} C$  চার্জ দেয়া হলো। গোলকের কেন্দ্র হতে (ক)  $0.5 m$  দূরে এবং (খ)  $0.03 m$  দূরে কোনো বিন্দুর তড়িৎ বিভব ও প্রাবল্য নির্ণয় কর।

**সমাধান :** আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : (ক) বিভব =  $599.4 V$ , প্রাবল্য =  $1198.8 N C^{-1}$ ; (খ) বিভব =  $2497.5 V$ , প্রাবল্য =  $0$ ]

**সমস্যা ১৫।**  $8.4 \times 10^{-16} kg$  ভরের একটি চার্জিত প্লাস্টিক বল  $2.6 \times 10^4 volt/m$  মানের সূষম বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে ঝুলত অবস্থায় আছে। বলটির চার্জ নির্ণয় কর।  $g = 10 m s^{-2}$ .

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

**সমস্যা ১৭।** একটি পরিবাহীর ধারকত্ব  $2.0 \mu F$ । এতে কী পরিমাণ চার্জ প্রদান করলে বিভব  $40$  ভোল্ট হবে?

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫১নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $8 \times 10^{-5} C$ ]

**সমস্যা ১৮।**  $3 \mu F$ ,  $4 \mu F$ ,  $5 \mu F$  ধারকত্ববিশিষ্ট তিনটি ধারককে (i) প্রেলি সমবায়ে ও (ii) সমন্বয়ে সাজানো হলো। উভয়ক্ষেত্রে তুল্য ধারকত্ব নির্ণয় কর ও এদের তুলনা করো।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : (i)  $1.28 \mu F$ , (ii)  $12 \mu F$  এবং  $C_s : C_p = 5 : 47$ ]

**সমস্যা ১৯।** দেখাও যে, সমান ধারকত্বের দুটি ধারকের সমন্বয়ে সংযোজনীভূত ধারকালীন ধারকত্ব প্রেলিবস্তুভাবে ধারকালীন ধারকত্বের  $4$  গুণ।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

**সমস্যা ২০।** প্রমাণ কর যে, সমান ধারকত্বের এটি ধারকের প্রেলি সমবায়ে ধারকালীন সমতুল ধারকত্ব তাদের সমন্বয়ে সমবায়ে ধারকালীন সমতুল ধারকত্বের  $\frac{1}{16}$  গুণ।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

**সমস্যা ২১।**  $12 C$  ও  $500 V$  চার্জিত একটি পরিবাহীর বৈদ্যুতিক প্রতিপন্থিত পরিমাণ নির্ণয় কর।

**সমাধান :** শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $3 \times 10^3 J$ ]

## ৩। গণি, সুপাত, মজিবুর ও রোজারিয়া স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১।  $-1 \times 10^{-6} \text{ C}$  এবং  $3 \times 10^{-6} \text{ C}$  সূচি চার্জ পরম্পর থেকে  $15 \text{ cm}$  দূরে অবস্থান করলে উভাদের মধ্যে কত বল ক্রিয়া করবে?

$$\text{বলের ঘূর্ণ কী হবে? } \left[ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \right]$$

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $1.2 \text{ N}$  আকর্ষণ]

সমস্যা ২। ক্ষণাকাল ভঙ্গিতে চার্জিত  $0.1 \text{ g}$  উভাদের একটি শিখ বল  $2 \text{ cm}$  সৈডিশিটার উপরে রাখা একটি ধৰ্মাত্মক চার্জে চার্জিত বকুল আকর্ষণে শূল্যে স্থির আছে। শিখ বলের চার্জ  $-6.67 \times 10^{-9} \text{ C}$  হলে,

$$\text{বকুল চার্জ কত? } \left[ \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \right]$$

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৭নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $+6.53 \times 10^{-9} \text{ C}$ ]

সমস্যা ৩।  $3.3 \times 10^{-9} \text{ C}$  চার্জবিশিষ্ট একটি গোলক অন্য একটি চার্জিত গোলক হতে  $0.2 \text{ m}$  দূরে স্থাপন করা হলে তাদের মধ্যে বিকর্ষণ বল হয়  $7.4 \times 10^{-6} \text{ N}$ । বিজ্ঞান গোলকের চার্জ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $10 \times 10^{-9} \text{ C}$ ]

সমস্যা ৪। পানি ও জ্যাকুয়ায়ের পারমিটিভিটি যথাক্রমে  $7.17 \times 10^{-10} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$  ও  $8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2 \text{ N}^{-1} \text{ m}^{-2}$  হলে, পানির ডাই ইলেক্ট্রিক ধৰ্মক নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : ৮১]

সমস্যা ৫।  $30 \text{ cm}$  লম্বা রেশম সূতা দিয়ে একই বিন্দু থেকে দুটি শোলার বল ঝুলিয়ে দিয়ে তাদেরকে সমভাবে চার্জ দেওয়া হলো। কলে শোলাবল দুটি বিকর্ষিত হয়ে পরম্পর হতে  $6 \text{ cm}$  দূরে থাকল। শোলার বল দুটির অভ্যন্তরের উজল যদি  $10 \text{ millicoulomb}$  হয়, তবে তাদের অভ্যন্তরের চার্জ নির্ণয় কর।

সমস্যা ৬। অধ্যাপক ম. হাসিম, তপন দেবনাথ ও দিলীপ ভৌমিক স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১৫। হাইড্রোজেন পরমাণু প্রোটন ও ইলেক্ট্রনের দূরত্ব হলো আয়  $5.3 \times 10^{-11} \text{ m}$ । এদের মধ্যকার তড়িৎ বল নির্ণয় কর। [প্রতিটি প্রোটন বা ইলেক্ট্রনের চার্জ  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ (মান)]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $8.1 \times 10^{-8} \text{ N}$ ]

সমস্যা ১৬। একটি লোহ নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে দুটি প্রোটনের মধ্যকার বিকর্ষণ বল নির্ণয় কর। [ধর, প্রোটনৰয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $4 \times 10^{-15} \text{ m}$ ]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান এর অনুরূপ। [উত্তর :  $14.4 \text{ N}$ ]

সমস্যা ১৮। কত মানের তড়িৎক্ষেত্রে একটি ইলেক্ট্রন স্থাপন করলে ইলেক্ট্রনটি তার নিজের উজলের সমান বল অনুভব করবে? ইলেক্ট্রনের উজল  $9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  এবং আধান  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২০। চিত্রানুযায়ী সূচি আধান বিন্দু পরম্পর হতে  $50 \text{ cm}$  দূরে অবস্থিত। কোথায় তড়িৎ আবল্যের মান শূন্য হবে?

$$-5q \quad +2p$$

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : ধনাত্মক আধানের ভান দিকে  $86 \text{ cm}$  দূরে]

সমস্যা ২৬।  $10 \text{ C}$ ,  $-5 \text{ C}$  এবং  $3 \text{ C}$  মানের তিনটি চার্জ  $0.10 \text{ cm}$  ব্যাসার্বের একটি বৃত্তের পরিধির উপর তিনটি তিন তিন বিন্দুতে স্থাপন করা হলো। বৃত্তের কেন্দ্রে বিভব কত?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৪৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৯নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য। [উত্তর :  $1.98 \times 10^{-9} \text{ C}$ ]

সমস্যা ৭। একটি ইলেক্ট্রনের উজলের সমান তড়িৎ বল অনুভূত হলে উভাদের মধ্যে কত বল ক্রিয়া করবে? [ইলেক্ট্রনের উজল  $= 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}$  ও চার্জ  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ]  $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ১৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৯। দুটি আলফা কণিকা  $10^{-13} \text{ m}$  দূরত্বে অবস্থিত। এদের মধ্যে বিকর্ষণজনিত বলের মান নির্ণয় কর। আলফা কণিকার চার্জ বা আধান  $= +2e$  যখন  $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২২নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $9.216 \times 10^{-2} \text{ N}$ ]

সমস্যা ১৭। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের প্রত্যেক পাতের ক্ষেত্রফল  $1 \text{ m}^2$  এবং পাতার বায়ুতে পরম্পর থেকে  $0.01 \text{ m}$  দূরে অবস্থিত। ধারকের ধারকত নির্ণয় কর। [ $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$ ]

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $88.46 \times 10^{-11} \text{ F}$ ]

সমস্যা ১৯। তিনটি ধারকের ধারকত যথাক্রমে ৩, ৪ এবং  $2\mu\text{F}$ , এদের প্রত্যেক পাতার ধারকত সামিতে রেখে তৃতীয়টির সাথে এদের সমান্তরালে যুক্ত করা হলো। তৃতীয় ধারকত নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২২। ৩, ৪, ৫ ধারক বিশিষ্ট তিনটি ধারক (I) প্রেছি সমবায়ে ও (ii) সমান্তরাল সমবায়ে সাজানো হলো। উভয়ক্ষেত্রে তৃতীয় ধারকত তুলনা করো।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৫নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর : ৫: ৪৭]

সমস্যা ২৭। কোনো বর্গক্ষেত্রের তিনটি কোণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $6 \text{ C}$ ,  $8 \text{ C}$  এবং  $-2 \text{ C}$  আধান স্থাপন করা হলো। চতুর্থ বিন্দুতে কত আধান স্থাপন করলে এর কেন্দ্রে তড়িৎ বিভব শূন্য হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ২৬নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৮। একটি বায়ুপূর্ণ ধারকের সমান্তরাল পাত দুটির মধ্যে সর্বত্র দূরত্ব  $1.0 \text{ mm}$ । এর ধারকত  $1 \text{ farad}$  হতে হলে পাতের ক্ষেত্রফল কত হতে হবে?

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৫৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $1.1 \times 10^{-8} \text{ m}^2$ ]

সমস্যা ৩০।  $2 \mu\text{F}$  এবং  $4 \mu\text{F}$  মানের দুটি ধারক সমান্তরালভাবে  $300 \text{ volt}$  বিভব অভ্যরণে সাথে যুক্ত। ব্যবস্থাটিতে মোট সংক্ষিপ্ত পরিমাণ নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ। [উত্তর :  $0.27 \text{ joule}$ ]

সমস্যা ৩১। প্রমাণ কর যে, সমান ধারকতের দুটি ধারকের সমান্তরাল সমবায়ে ধারকাতীন ধারকত, প্রমিলভ্যভাবে ধারকাতীন ধারকতের  $4 \text{ pF}$ ।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৩নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ৩৩।  $1 \text{ kg}$  ইলেক্ট্রনের আধান কত তুলবে?

সমাধান :  $1 \text{ kg}$  তে ইলেক্ট্রন সংখ্যা  $= \frac{1}{9.11 \times 10^{-31}} \text{ টি}$

$$\therefore \text{আধান, } q = \frac{1 \times 1.6 \times 10^{-19}}{9.11 \times 10^{-31}} \text{ C} = 1.756 \times 10^{11} \text{ C.}$$

## ৩) রমা বিজয়, আলী আহমেদ, সুনের পাল ও সালাহউদ্দিন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ৮।  $1 + 1.5 \times 10^{-6} C$  এবং  $3 \times 10^{-6} C$  দুটি চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ত 10m। চার্জ দুটির সংযোজক সরলরেখার কোন বিন্দুতে তত্ত্বাবল্য খূন্য হবে।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান এর অনুরূপ। [উত্তর :  $1.5 \times 10^{-6}$  চার্জ হতে  $4.14 m$  দূরে।]

সমস্যা ১২। 2 m বাহুবিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজের দুই কোণিক বিন্দুতে যথাক্রমে 2 C ধনাত্মক এবং 2 C ঋণাত্মক চার্জ আছে। তৃতীয় কোণিক বিন্দুতে প্রাবল্য ও বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল সারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

[উত্তর : 0.18]

## ৪) ড. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১০। দুটি সমানভাব ধাতব পাতের মধ্যে 150 V বিভব পার্শ্বক্য প্রয়োগ করা হলো। ধাতব পাত দুটির মধ্যবর্তী স্থানের তত্ত্বাবল্য  $5000 V/m$  হলে, পাত দুটির মধ্যকার দূরত্ত কত?

সমাধান : এখানে, বিভব পার্শ্বক্য,  $V = 150 V$

এবং তত্ত্বাবল্য,  $E = 5000 V/m$

পাতক্ষয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ত,  $d = ?$

অতএব, পাত দুটির মধ্যকার দূরত্ত  $3.75 cm$ ।

আমরা জানি,

$$E = \frac{V}{d}$$

$$\text{বা, } d = \frac{V}{E} = \frac{150 V}{5000 V/m} = 0.03 m = 3 cm$$

সমস্যা ১৬। দুটি ধারককে সমানভাব ও প্রেসিতে যুক্ত করলে ত্ত্ব ধারকত যথাক্রমে  $9 \mu F$  ও  $2 \mu F$  হয়। ধারক দুটির ধারকত নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৬৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ১৯।  $4 \mu F$  ধারকতের একটি ইলেক্ট্রনিক যন্ত্রের টার্মিনালবয়ের বিভব পার্শ্বক্য  $3000 V$  হলে, ধারকে সঞ্চিত পদ্ধতি নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৭৪নং গাণিতিক সমস্যার সমাধানের অনুরূপ।

[উত্তর : 0.18]

## ৫) ড. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর গাণিতিক সমস্যার সমাধান

সমস্যা ১০। দুটি সমানভাব ধাতব পাতের মধ্যে  $150 V$  বিভব পার্শ্বক্য প্রয়োগ করা হলো। ধাতব পাত দুটির মধ্যবর্তী স্থানের তত্ত্বাবল্য  $5000 V/m$  হলে, পাত দুটির মধ্যকার দূরত্ত কত?

সমস্যা ১৫। 2 m বাহুবিশিষ্ট একটি সমবাহু ত্রিভুজের দুই কোণিক বিন্দুতে যথাক্রমে  $2 C$  আধান এবং  $-2 C$  আধান স্থাপিত আছে। ত্রিভুজের তৃতীয় কোণিক বিন্দুতে প্রাবল্যের মান ও দিক নির্ণয় কর।

সমাধান : আমির, ইসহাক ও নজরুল সারের ৮নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

সমস্যা ২৩।  $10 cm$  ব্যাসার্ধের একটি পোলকের পৃষ্ঠের উপর দুটি  $10 C$  আধান স্থাপন করলে এর কেন্দ্রে তত্ত্ব বিভব নির্ণয় কর।

সমাধান : শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া স্যারের ৩০নং গাণিতিক সমস্যার সমাধান দ্রষ্টব্য।

## অনুশীলনমূলক কাজ



### Practice Activities

শিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহে অনুশীলনমূলক কাজ (একক ও দলগত) দেওয়া আছে। কাজগুলোর পূর্ণাঙ্গ সমাধান পাঠ্যবইয়ের পৃষ্ঠায় পৃষ্ঠা নম্বর উল্লেখ করে নিচে প্রদত্ত হলো। তোমরা এ কাজগুলো একক বা দলগতভাবে সম্পাদন করে মৃল্যায়নের জন্য শিক্ষকের নিকট জরু দিবে।

কাজ ১। সহপাঠী পাঁচ জন তত্ত্ব ক্ষেত্রেরেখার (বলরেখার) পৌঁছাটি ধর্ম

উল্লেখ কর। দুটি ক্ষেত্রেরেখা পরস্পরকে ছেদ করতে পারে না কেন? —

ব্যাখ্যা দাও। ● শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ৭৮-এর কাজ

সমাধান :

সমাধান : এখানে, প্রথম চার্জ  $q_1$

বিতীয় চার্জ,  $q_2 = 2q_1$

মধ্যবর্তী দূরত্ত,  $d = 0.05 m$

বিকর্ষণ বল,  $F = 8 \times 10^{-5} N$

$q_1 = ?$   $q_2 = ?$

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

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

$$\text{বা, } F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q_1 2q_1}{d^2}$$

$$\text{বা, } 8 \times 10^{-5} N = 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times \frac{2q_1^2}{(0.05 m)^2}$$

$$\text{বা, } 9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times 2q_1^2 = 8 \times 10^{-5} N \times (0.05 m)^2$$

$$\text{বা, } q_1^2 = \frac{8 \times 10^{-5} N \times (0.05 m)^2}{9 \times 10^9 N m^2 C^{-2} \times 2}$$

$$\text{বা, } q_1 = 3.33 \times 10^{-9} C$$

$$\therefore q_2 = 2q_1 = 2 \times 3.33 \times 10^{-9} C = 6.66 \times 10^{-9} C$$

অতএব, আধানসময়ের পরিমাণ যথাক্রমে  $3.33 \times 10^{-9} C$  ও  $6.66 \times 10^{-9} C$ ।

কাজ ৩।  $0.002 kg$  ভরের একটি শোলা বল  $10^{-4} C$  চার্জে চার্লিত।

শোলা বলটিকে অভিক্ষৰ্য ক্ষেত্রে শির রাখতে কী পরিমাণ তত্ত্ব ক্ষেত্রের প্রয়োজন? ● শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ৮১-এর কাজ

● আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যার; পৃষ্ঠা ৬৮-এর কাজ

সমাধান : এখানে, শোলার বলের ভর,  $m = 0.002 kg$

আধান,  $q = 10^{-4} C$

অভিক্ষৰ্য ত্বরণ,  $g = 9.8 m s^{-2}$

প্রয়োজনীয় তত্ত্ব ক্ষেত্র,  $E = ?$

আমরা জানি, বল রেখাগুলো ধনচার্জ থেকে উৎপন্ন হয়ে ঝণচার্জে শেষ হয়। এসময় এরা পরস্পরকে পার্শ্ব চাপ দেয়। ফলে দুটি ক্ষেত্রেরেখা পরস্পরকে ছেদ করতে পারে না। তাছাড়া ক্ষেত্রেরেখাগুলো পরস্পরকে ছেদ করলে ছেদবিন্দুতে ক্ষেত্রের প্রাবল্য দুটি ভিন্ন দিকে ক্রিয়া করতো যা সম্ভব নয়। তত্ত্ব ক্ষেত্রের প্রতিটি বিন্দুতে ক্ষেত্রের প্রাবল্য একটি নির্দিষ্ট অভিমুখে ক্রিয়াশীল বলে প্রতিটি বিন্দুতে একটি করে ক্ষেত্রেরেখা আকা যায়।

কাজ ২। বাহুতে দুটি ধনাত্মক চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ত  $0.05 m$  এবং এদের মধ্যে পার্শ্বস্থিতি বিকর্ষণ বল  $8 \times 10^{-5} N$ । চার্জ দুটির একটি অপরাটির বিগুণ হলে তাদের পরিমাণ নির্ণয় কর।

● শামসুর রহমান ও জাকারিয়া স্যার; পৃষ্ঠা ৮০-এর কাজ

আমরা জানি, ওজন ও তড়িৎ বল সমান হলে বরু স্থির থাকবে।

$$\text{এখন, } W = mg = 0.002 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 0.0196 \text{ N}$$

আবার, তড়িৎ বল  $F = Eq$

$$\text{বা, } E = \frac{F}{q} = \frac{0.0196 \text{ N}}{10^{-4} \text{ C}} [\because W = F]$$

$$= 196 \text{ N C}^{-1}$$

অতএব, শোলা বলটিকে অভিকর্ষীয় ক্ষেত্রে স্থির রাখতে  $196 \text{ N C}^{-1}$  তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রয়োজন।

কাজ ৪। একটি সমান্তরাল পাত ধারকের পাত দুটি বৃত্তাকার। প্রতিটি পাতের ব্যাস  $2 \text{ cm}$  এবং উচাদের মাঝখানে  $1 \text{ cm}$  বায়ু ভরের ব্যবধান আছে। যদি ধারকটিতে  $9 \times 10^{-7} \text{ coul}$  চার্জ প্রদান করা হয় তবে পাতবরের মধ্যে বিভব পার্শ্বক্য কত হবে?

• আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যার; পৃষ্ঠা ১০০-এর কাজ

$$\text{সমাধান: } C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{\epsilon_0 \pi r^2}{d} = \frac{4 \pi r^2}{4 \pi d}$$

$$= \frac{(1 \times 10^{-2})_2}{9 \times 10^9 \times 4 \times 1 \times 10^{-2}} F = \frac{1}{3.6 \times 10^{10}}$$

$$\text{এবং } V = \frac{q}{C} = \frac{9 \times 10^{-7}}{\frac{4 \pi r^2}{4d}} = \frac{9 \times 10^{-7} C}{1} = 32.4 \times 10^3 \text{ volt}$$

কাজ ৫। দেখাও যে, সমান ধারকত্বের দুটি ধারকের সমান্তরাল সমবায়ে ধাকাকালীন ধারকত্ব প্রেপিবল্স সমবায়ে ধাকাকালীন সমতুল ধারকত্বের ৪ গুণ। • আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যার; পৃষ্ঠা ১০৩-এর কাজ সমাধান: ধরা যাক, প্রত্যেকটি ধারকের ধারকত্ব = C

$$\text{এদের সমান্তরাল সমবায়ে তুল্য ধারকত্ব } C_p = C + C = 2C \dots \dots (i)$$

$$\text{আবার প্রেপি সমবায়ে তুল্য ধারকত্ব } \frac{1}{C_s} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} = \frac{2}{C}, C_s = \frac{C}{2} \dots \dots (ii)$$

$$(i) \div (ii) \text{ হতে পাই, } \frac{C_p}{C_s} = 2C \times \frac{2}{C} = 4$$

$$\therefore C_p = 4C_s.$$

কাজ ৬। কোনো ধারককে কী কোনো উচ্চমানের বিভবে আহিত করা সম্ভব— ব্যাখ্যা কর। • আমির, ইসহাক ও নজরুল স্যার; পৃষ্ঠা ১০৬-এর কাজ সমাধান: কোনো ধারককে যেকোনো উচ্চমানের বিভবে আহিত করা সম্ভব নয়। বিভবের মান খুব বেশি হলে পারিপার্শ্বিক বায়ুস্তরের আন্তরণ ভেঙ্গে যায় এবং ধারক ও বায়ুর মধ্যে তড়িৎ ক্ষরণ ঘটতে থাকে।

কাজ ৭। টেবিলের উপর কতগুলো ছোট ছোট কাগজের টুকরা রাখো। এবার একটি প্লাস্টিকের চিরুনির সাহায্যে কয়েকবার চুল আঁচড়ে চিরুনিটিকে কাগজের টুকরাগুলোর নিকটে ধরো।

• তপন, হাসান ও চৌধুরী স্যার; পৃষ্ঠা ৭৪-এর কাজ সমাধান: চিরুনিটি কাগজের টুকরাগুলোকে আকর্ষণ করে। চিরুনিটিকে যদি মাথার চুলের সাথে ঘৰা না হয় তাহলে কিছু কাগজের টুকরাগুলো আকৃষ্ট হবে না। কতগুলো বস্তুকে অন্য কিছু বস্তু ধারা ঘৰা হলে সেই ক্ষেত্রে অন্য হালকা বস্তুকে আকর্ষণ করার ক্ষমতা লাভ করে। ঘর্ষণের ফলে প্রত্যেক বস্তুই অন্য বস্তুকে আকর্ষণের ক্ষমতা ঘৰণের ফলে প্রত্যেক বস্তুই অন্য বস্তুকে আকর্ষণের ক্ষমতা ঘৰণে এবং ক্ষমতা অর্জন করে। এ ঘটনাকে তড়িতাহিতকরণ বলে।

কাজ ৮।  $2.5 \mu\text{F}$  ধারকত্ব বিশিষ্ট একটি ধারককে  $20 \text{ V}$  ব্যাটারির সাথে সংযুক্ত করা হলে এতে কী পরিমাণ চার্জ সংযুক্ত হবে?

• তফাজ্জল, মহিউদ্দিন, নীলকুমার স্যার; পৃষ্ঠা ৭৪-এর কাজ সমাধান: এখানে,  $C = 2.5 \mu\text{F} = 2.5 \times 10^{-6} \text{ F}$

$$V = 20$$

$$\text{সঞ্চিত চার্জ } Q = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } Q = CV = 2.5 \times 10^{-6} \times 20 = 50 \times 10^{-6} \text{ C}$$

কাজ ৯। সমান মানের n সংখ্যক ধারকের জন্য ধারকত্ব নির্ণয় করা হলো এতে সমান্তরাল সমবায়ে তুল্য ধারকত্ব  $C_p$  এবং অনুকূল সমবায়ে তুল্য ধারকত্ব  $C_s$  পাওয়া যায়।

ক. প্রত্যেকটি ধারকের ধারকত্ব  $2 \mu\text{F}$  এবং  $9 \text{ volt}$  ব্যাটারির ধারা চার্জ করলে প্রত্যেক ধারকসমূহের সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে কী পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত হবে?

খ.  $C_p$  ও  $C_s$  কীভাবে সম্পর্কিত হবে?— বিশ্লেষণ কর।

• গোলাম হোসেন, নাসির উদ্দিন স্যার; পৃষ্ঠা ৮২-এর কাজ সমাধান: ক. এখানে ধারকের সংখ্যা = n

প্রত্যেকটি ধারকের ধারকত্ব,  $C = 2 \mu\text{F}$

$$\therefore \text{সমান্তরাল সমবায়ের তুল্য ধারকত্ব } C_p = N C = n \times 2 \mu\text{F}$$

বিভব ব  $V = 9 \text{ Volt}$

$$\therefore \text{সঞ্চিত শক্তি } U = \frac{1}{2} C_p V^2 = \frac{1}{2} \times n \times 2 \times 10^{-6} \times 9^2 \text{ জুল}$$

$$= 81 \times 10^{-6} n \text{ জুল}$$

খ. এখানে,  $C_p = N C = n \times 2 \mu\text{F}$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{n}{2 \mu\text{F}}$$

$$\therefore C_s = \frac{2}{n} \mu\text{F}$$

$$\therefore \frac{C_p}{C_s} = \frac{n \times 2}{\frac{2}{n}} = 2n \times \frac{n}{2} = n^2 \text{ বা, } C_p = n^2 \times C_s$$

কাজ ১০। মহাকর্ষ সূত্রের সাথে কুলবের সূত্রের পার্শ্বক্য কী?

• গনি, সুশান্ত, মজিবুর ও রোজারিও স্যার; পৃষ্ঠা ৯৪-এর কাজ সমাধান: কুলবের সূত্রের সাথে নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রের তুলনা—

১. উভয় সূত্রই দুটি বস্তুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

২. উভয় ক্ষেত্রেই বল সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

৩. মহাকর্ষ সূত্র মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য হলেও কুলবের সূত্র দুটি চার্জিত বস্তুর ক্ষেত্রে প্রযোজ্য।

৪. কুলবের সূত্রানুযায়ী প্রাণী বলের মান মহাকর্ষ সূত্রানুযায়ী প্রাণী বলের মান অপেক্ষা বেশি।

৫. কুলবের বল আকর্ষণ ও বিকর্ষণধর্মী হতে পারে তবে মহাকর্ষ বল আকর্ষণধর্মী হয়ে থাকে।

কাজ ১১। কতটি ইলেক্ট্রনের চার্জ দিলে এক কুলৰ চার্জ হবে?

• কবির, সমীর ও আনসারী স্যার; পৃষ্ঠা ৩৫-এর কাজ সমাধান: একটি ইলেক্ট্রনের চার্জ, e =  $1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$

মনে করি, ইলেক্ট্রনের সংখ্যা = n

$$\therefore n \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ C} = 1 \text{ C বা, } n = \frac{1 \text{ C}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}} = 6.25 \times 10^{18}$$

কাজ ১২। একটি প্লাস্টিকের চিরুনি দিয়ে তোমার মাথার চুল কয়েকবার আঁচড়িয়ে চিরুনিটিকে চুলের কাছাকাছি ধরো। কী লক কয়েকবার আঁচড়িয়ে চিরুনিটি চুলকে আকর্ষণ করছে। এবার চিরুনিটিকে চুলের সাথে স্পর্শ করে সরিয়ে নাও। এখন আর চুলকে আকর্ষণ করছে না। চিরুনিটির চুলকে আকর্ষণ করা ও না করার কারণ ব্যাখ্যা কর।

• হালিম, দেবনাথ ও জোধিক স্যার; পৃষ্ঠা ৩২-এর কাজ সমাধান: প্লাস্টিকের চিরুনি দিয়ে মাথার চুল কয়েকবার আঁচড়িয়ে চিরুনিটিকে চুলের কাছাকাছি আনলে চিরুনিটি চুলকে আকর্ষণ করে। কারণ চিরুনি দিয়ে চুল আঁচড়ানোর ফলে ঘর্ষণের কারণে এতে আধানের সঞ্চার হয়। তাই এটি প্রথম পর্যায়ে চুলকে আকর্ষণ করে কিছু চিরুনিটি চুলের সাথে স্পর্শ করালে এটি পুনরায় আধানশূণ্য হয়ে পড়ে বলে এটি তখন চুলকে আকর্ষণ করে না।