

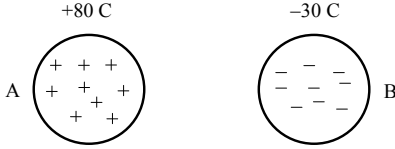
মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

দশম অধ্যায়: স্থির বিদ্যুৎ



পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১



A ও B সমান আকার ও একই উপাদানের তৈরি দুইটি ধাতব বল 15 cm দূরে রাখা আছে।

◀ শিখনফল-৪ /সি. বো. ২০১৬/

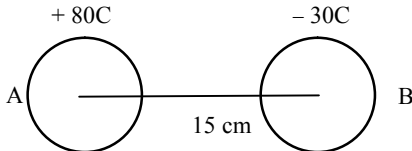
- ক. তড়িৎ আবেশ কাকে বলে? ১
খ. 1 C আধান বলতে কী বুঝ? ২
গ. A ও B এর মধ্যকার বলের মান নির্ণয় কর। ৩
ঘ. A ও B ধাতব তার দিয়ে সংযুক্ত করা হলে বলের মানের কোনো পরিবর্তন ঘটবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো অনাহিত বস্তুকে একটি আহিত বস্তুর কাছে এনে স্পর্শ না করিয়ে শুধু এর উপস্থিতিতে বস্তুটিকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ 1 C চার্জ বলতে বুঝায় কোনো পরিবাহকের মধ্য দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার সুস্থম প্রবাহ এক সেকেন্ড ধরে চললে এর যে কোনো প্রস্থচ্ছেদের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হয়।

গ



আমরা জানি,

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \frac{80 \text{ C} \times 30 \text{ C}}{(0.15 \text{ m})^2}$$

$$= 9.6 \times 10^{14} \text{ N (Ans.)}$$

এখানে,

A বলের চার্জ, $q_1 = +80 \text{ C}$

B বলের চার্জ, $q_2 = -30 \text{ C}$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,
 $d = 15 \text{ cm} = 0.15 \text{ m}$

কুলম্ব ধ্রুবক,

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

A ও B এর মধ্যকার আকর্ষণ বল, $F = ?$

ঘ A ও B সমান আকার ও একই উপাদানের ধাতব বল হওয়ায় A এর বিভব B এর চেয়ে বেশি হবে। কারণ B এর চেয়ে A এর চার্জ বেশি। পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে A থেকে কিছু পরিমাণ ধনাত্মক আধান B তে যাবে। ফলে দুটি বলের আধানের পরিমাণ সমান হবে। এই আধানগুলো দুটি বল ও পরিবাহী তারের মধ্যে বণ্টিত হয়ে থাকবে। পরিবাহী তার ও বল দুটি মিলিতভাবে একটি সিস্টেমে পরিণত হবে। এই সিস্টেমের বিভব ধ্রুব হবে। ফলে তড়িৎ তীব্রতার মান শূন্য হবে এবং পরিবাহীদ্বয়ের মধ্যে কোনো তড়িৎ বল কাজ করবে না। সংযোগকারী তারটি সাম্যাবস্থায় খুলে নিলে এদের মধ্যে পুনরায় কুলম্ব বল কাজ করবে।

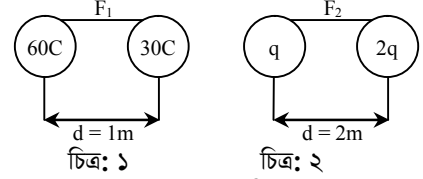
সাম্যাবস্থায় A ও B এর প্রত্যেকের চার্জ, $q_A = q_B = \frac{80-30}{2} = 25 \text{ C}$

$$\therefore \text{প্রযুক্ত বল, } F' = k \frac{q_A q_B}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{(25)^2}{(0.15)^2}$$

$$= 2.5 \times 10^{14}; \text{ যা বিকর্ষণধর্মী।}$$

এখানে, $F' < F$. পূর্বের বল আকর্ষণধর্মী এবং পরবর্তী বল বিকর্ষণধর্মী।

প্রশ্ন ▶ ২



◀ শিখনফল-৪ /সি. বো. ২০১৬/

- ক. রূপার প্রলেপ দেয়া বলতে কী বোঝ? ১
খ. রৈখিক বিবর্ধনের মান 1.5 বলতে কী বোঝ? ২
গ. উদ্ভীপক হতে F_1 এর মান বের কর। ৩
ঘ. q এর মান কত হলে $F_2 = 4F_1$ হবে? ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি মসৃণ তলে প্রতিফলক আন্তরণ দিয়ে দর্পণ প্রস্তুত করা হয়। এই আন্তরণ রূপার হলে তাকে রূপার প্রলেপ লাগানো বা সিলভারিং বলা হয়।

খ রৈখিক বিবর্ধনের মান 1.5 বলতে বুঝায়, কোনো দর্পণ বা লেন্সে গঠিত বিম্বের দৈর্ঘ্য ও লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাত 1.5 বা বিম্বের দৈর্ঘ্য লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের 1.5 গুণ।

গ দেওয়া আছে,

A বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ, $q_1 = +60 \text{ C}$

B বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ, $q_2 = +30 \text{ C}$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 1 \text{ m}$

কুলম্বের ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী ক্রিয়াশীল বলের মান, $F_1 = ?$

আমরা জানি,

$$F_1 = k \frac{q_1 q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{60 \times 30}{(1)^2}$$

$$= 1.62 \times 10^{13} \text{ N (Ans.)}$$

ঘ এখানে, প্রথম আধান = q

দ্বিতীয় আধান = 2q

দূরত্ব, $d = 2 \text{ m}$

'গ' অংশ হতে পাই, $F_1 = 1.62 \times 10^{13} \text{ N}$

আমরা জানি,

$$F_2 = k \frac{q \times 2q}{d^2}$$

$$\text{বা, } 4F_1 = 9 \times 10^9 \frac{2q^2}{(2)^2}$$

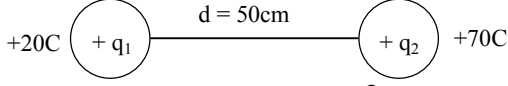
$$\text{বা, } 4 \times 1.62 \times 10^{13} = \frac{9 \times 10^9 \times 2q^2}{4}$$

$$\text{বা, } q^2 = \frac{4 \times 4 \times 1.62 \times 10^{13}}{9 \times 10^9 \times 2}$$

$$\text{বা, } q^2 = 14400 \therefore q = 120 \text{ C}$$

অতএব, q এর মান 120 C হলে, $F_2 = 4F_1$ হবে।

প্রশ্ন ৩



শিখনফল-৪ / ক্র. বো. ২০১৫/

- ক. তড়িৎক্ষেত্র কাকে বলে? ১
 খ. বিদ্যুৎ লাইনের সাথে ধাতব খুঁটির সরাসরি সংযোগ থাকে না কেন? ২
 গ. উদ্দীপকের তথ্য থেকে বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. যদি আধানদ্বয়কে অর্ধেক এবং দূরত্ব দ্বিগুণ করা হয়, তবে বলের মানের কিরূপ পরিবর্তন হবে গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঞ্চলের মধ্যে অন্য কোনো আহিত বস্তু আনলে সেটি আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল অনুভব করে সেই অঞ্চলকে ঐ বস্তুর তড়িৎক্ষেত্র বলে।

খ. রাস্তায় বিদ্যুৎ লাইনের তার খাটাবার সময় ধাতব খুঁটির সাথে সরাসরি সংযুক্ত করা হয় না। ধাতু তড়িৎের সুপরিবাহী। ধাতব খুঁটির সাথে সরাসরি সংযোগ করা হলে তারের তড়িৎ খুঁটির মধ্য দিয়ে মাটিতে চলে যেত। কেউ ঐ খুঁটি স্পর্শ করলে সাথে সাথে তড়িৎস্পর্শ হতো এবং মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতো। তাই অপরিবাহী পোসেলিনের কাপের মধ্য দিয়ে তারকে খুঁটির সাথে সংযোগ দেওয়া হয়।

গ. আমরা জানি,

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{20 \times 70}{(0.5)^2}$$

$$= 5.04 \times 10^{13} \text{ N (Ans.)}$$

এখানে,

প্রথম চার্জ, $q_1 = +20 \text{ C}$

দ্বিতীয় চার্জ, $q_2 = +70 \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 50 \text{ cm}$

কুলম্বের ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

ক্রিয়াশীল বলের মান, $F = ?$

ঘ. উদ্দীপকের আধানদ্বয়কে পূর্বের তুলনায় অর্ধেক করা হলে এদের মান দাঁড়াবে, $q'_1 = \frac{q_1}{2} = \frac{20\text{C}}{2} = 10\text{C}$

$$\text{এবং } q'_2 = \frac{q_2}{2} = \frac{70\text{C}}{2} = 35\text{C}$$

পূর্বের তুলনায় দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে দূরত্বের মান দাঁড়াবে,

$$d' = 2d = 2 \times 0.5\text{m} = 1\text{m}$$

এক্ষেত্রে কুলম্ব বল বা স্থির তড়িৎ বল,

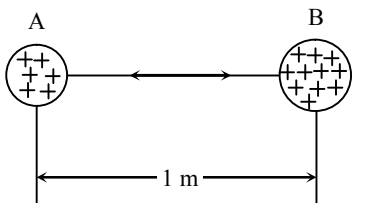
$$F' = k \frac{q_1 q_1'}{d'^2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{10\text{C} \times 35\text{C}}{(1\text{m})^2} = 3.15 \times 10^{12} \text{ N}$$

তাহলে এই মান এবং পূর্বোক্ত মানের অনুপাত,

$$\frac{F'}{F} = \frac{3.15 \times 10^{12} \text{ N}}{5.04 \times 10^{13} \text{ N}} = \frac{1}{16}$$

সুতরাং, যদি আধানদ্বয়কে অর্ধেক এবং দূরত্ব দ্বিগুণ করা হয় তাহলে বলের মান পূর্বের বলের তুলনায় $\frac{1}{16}$ অংশ হবে।

প্রশ্ন ৪



A ও B বস্তুর আধান যথাক্রমে 10C ও 30C

শিখনফল-২ ও ৪ / দি. বো. ২০১৫/

- ক. বিভব পার্থক্য কাকে বলে? ১
 খ. A বস্তুটিকে একটি স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের ধাতব চাকতিতে স্পর্শ করলে যন্ত্রের পাতদ্বয়ের ফাঁক বাড়বে না কমবে? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. A ও B বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. B বস্তুটির সাহায্যে কোন অনাহিত পরিবাহকের ধনাত্মক আধানে আহিত করা সম্ভব কী? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বিদ্যুৎবাহী বতনীর কোনো এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে একটি একক ধন চার্জ আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুদ্বয়ের বিভব পার্থক্য বলে।

খ. A বস্তুটিকে একটি স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের ধাতব চাকতিতে স্পর্শ করলে যন্ত্রের পাতদ্বয়ের ফাঁক বাড়বে কারণ A বস্তুটি ধন চার্জে চার্জিত এবং তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রটি অচার্জিত। সুতরাং A বস্তুটিকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রে স্পর্শ করলে যন্ত্রের পাতদ্বয় ধনচার্জে চার্জিত হবে এবং পরস্পরকে বিকর্ষণ করার ফলে দূরে সরে যাবে। অর্থাৎ পাত দ্বয়ের মধ্যে ফাঁক বৃদ্ধি পাবে।

গ. উদ্দীপক হতে পাই,

A বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ, $q_1 = +10 \text{ C}$

B বিন্দুতে স্থাপিত চার্জ, $q_2 = +30 \text{ C}$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 1\text{m}$

কুলম্বের ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী ক্রিয়াশীল বলের মান, $F = ?$

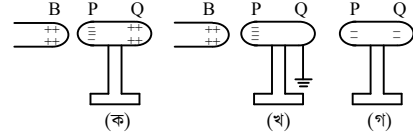
আমরা জানি,

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{10 \times 30}{(1)^2}$$

$$= 2.7 \times 10^{12} \text{ N (Ans.)}$$

ঘ. B বস্তুটির সাহায্যে কোন অনাহিত পরিবাহককে আবেশ প্রক্রিয়ায় ধনাত্মক আধানে আহিত করা সম্ভব নয়। নিচে এটি বিশদভাবে আলোচনা করা হলো:

- i. B বস্তুটি ধনাত্মক চার্জে চার্জিত। একটি অনাহিত পরিবাহী PQ নিই। B বস্তুটিকে পরিবাহী PQ এর P প্রান্তে ধরি। আবেশের ফলে পরিবাহীর P প্রান্তে বন্ধ ঋণাত্মক চার্জ এবং Q প্রান্তে মুক্ত ধনাত্মক চার্জ উৎপন্ন হবে। চিত্র: (ক)
- ii. B বস্তুটিকে স্বস্থানে রেখে পরিবাহীটি হাত দ্বারা স্পর্শ করি কিংবা পরিবাহী তার দ্বারা পরিবাহীকে মাটির সাথে যুক্ত করি, মাটি থেকে ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেক্ট্রন এসে Q প্রান্তের ধনাত্মক চার্জকে প্রশমিত করবে। চিত্র: (খ)



- iii. এবার PQ পরিবাহীকে মাটি থেকে বিচ্ছিন্ন করে B বস্তুটিকে সরিয়ে নিলে পরিবাহীর P প্রান্তে বন্ধ ঋণ চার্জগুলো দন্ডে ছড়িয়ে পড়বে। অর্থাৎ বস্তুটি ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত হবে। অর্থাৎ একটি ধনাত্মক আধানের বস্তুর মাধ্যমে একটি অনাহিত বস্তুকে ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত করা হয়। সুতরাং ধনাত্মক আধানের বস্তু দিয়ে অনাহিত বস্তুকে এই পদ্ধতিতে ধনাত্মক আধানে আহিত করা সম্ভব নয়।

তবে B বস্তুকে অপর একটি নিরপেক্ষ বস্তুর সাথে স্পর্শ করলে 30C চার্জ ঐ দুই বস্তুর মধ্যে ছড়িয়ে পড়বে।

এখন B বস্তুটিকে নিরপেক্ষ বস্তু হতে সরিয়ে নিলে ঐ বস্তু ধনাত্মক চার্জে চার্জিত হবে।

প্রশ্ন ▶ ৫ $q_1(30C)$ ও $q_2(40C)$ ধনাত্মকভাবে আহিত দুটো বস্তুকে পরস্পর হতে 20m দূরত্বে স্থাপন করা হল। q_1 বস্তুকে q_2 এর তড়িৎক্ষেত্রে এবং q_2 বস্তুকে q_1 তড়িৎক্ষেত্রে আনতে যথাক্রমে 25J এবং 15J কাজ সম্পন্ন করতে হয়।

◀ শিখনফল-৪ ও ৭ / য. বো. ২০১৫/

- ক. ও'মের সূত্রটি লিখ। ১
খ. বৈদ্যুতিক সংযোগের ক্ষেত্রে অতিরিক্ত একটি তার ব্যবহার করা হয় কেন? ২
গ. q_1 ও q_2 এর মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক করা হলে এদের মধ্যবর্তী বলের মান নির্ণয় কর। ৩
ঘ. q_1 ও q_2 কে পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করলে ইলেক্ট্রনের প্রবাহ কেমন হবে? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎপ্রবাহ এর দুপ্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

খ বৈদ্যুতিক সংযোগের ক্ষেত্রে অতিরিক্ত একটি তার ব্যবহার করা হয়। এটি হলো ভূ-সংযোগ তার যা নিম্নরোধের তার। এটি সাধারণত বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ধাতব ঢাকনার সাথে সংযুক্ত থাকে। বিভিন্ন কারণে বর্তনী ত্রুটিযুক্ত থাকতে পারে। যেমন— যদি জীবন্ত তার সঠিকভাবে সংযুক্ত না থাকে এবং তা যদি বৈদ্যুতিক যন্ত্রের ধাতব ঢাকনাকে স্পর্শ করে তবে ব্যবহারকারী বৈদ্যুতিক শক দ্বারা আক্রান্ত হতে পারেন। ধাতব ঢাকনাটি ভূ-সংযুক্ত অবস্থায় থাকলে এমনটি ঘটবে না। এক্ষেত্রে জীবন্ত তার থেকে উচ্চমানের তড়িৎপ্রবাহ ধাতব ঢাকনা হয়ে ভূ-সংযোগ তার দিয়ে মাটিতে চলে যাবে।

গ আমরা জানি,

$$F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{30C \times 40C}{(10m)^2}$$

$$= 1.08 \times 10^{11} \text{ N (বিকর্ষণ) (Ans.)}$$

এখানে,

চার্জদ্বয়ের মান,

$$q_1 = 30C, q_2 = 40C$$

এদের মধ্যকার নতুন দূরত্ব,

$$d = 20m/2 = 10m$$

কুলম্বের ধ্রুবক,

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

চার্জদ্বয়ের মধ্যকার কুলম্ব

বল, $F = ?$

ঘ q_2 চার্জের জন্য সৃষ্টিবিভব,

$$V_1 = \frac{w_1}{q_1}$$

এখানে,

চার্জদ্বয়ের মান, $q_1 = 30C$

$$= \frac{25}{30}$$

$$= 0.83V$$

q_1 চার্জকে q_2 এর তড়িৎক্ষেত্রে আনতে কৃতকাজ, $w_1 = 25J$

q_2 চার্জকে q_1 এর তড়িৎক্ষেত্রে আনতে কৃতকাজ, $w_2 = 15J$

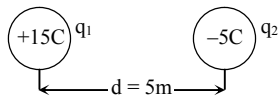
q_1 চার্জের জন্য সৃষ্টিবিভব,

$$V_2 = \frac{w_2}{q_2} = \frac{15}{40} = 0.375V$$

∴ $V_1 > V_2$ অর্থাৎ q_2 চার্জের জন্য সৃষ্টি বিভবের মান বেশি।

অতএব, q_1 ও q_2 কে পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করলে তড়িৎপ্রবাহ q_2 থেকে q_1 বরাবর বা ইলেক্ট্রন প্রবাহ q_1 থেকে q_2 বরাবর হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬



◀ শিখনফল-৪

- ক. তড়িৎ বিভব কাকে বলে? ১
খ. একটি কোষের তড়িৎচালক শক্তি বলতে কী বুঝ? ২
গ. চার্জদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান কত? ৩
ঘ. যদি চার্জ দুটিকে একটি পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করা হয় তবে এদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের কীরূপ তারতম্য হবে তা গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অসীম হতে এক কুলম্ব আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

খ একটি কোষের তড়িৎচালক শক্তি 20 JC^{-1} বলতে বুঝায়, এক কুলম্ব আধানকে কোষ সমেত সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আনতে 20 J কাজ সম্পন্ন হয়।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{চার্জদ্বয়ের মান, } q_1 = +15C, q_2 = -5C$$

$$\text{এদের মধ্যকার দূরত্ব, } d = 5m$$

জানা আছে, কুলম্বের ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$

বের করতে হবে, চার্জদ্বয়ের মধ্যকার ক্রিয়াশীল বলের মান, $F = ?$

$$\text{আমরা জানি, } F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{(+15C) \times (-5C)}{(5m)^2}$$

$$= -2.7 \times 10^{10} \text{ N}$$

সুতরাং আকর্ষণ বলের মান $= 2.7 \times 10^{10} \text{ N (Ans.)}$

ঘ উদ্দীপক মতে, গোলকদ্বয় আকারে সমান। তদুপরি, এরা একই উপাদানে তৈরি হলে এদের চার্জ ধারকত্ব সমান হবে। তখন গোলকদ্বয়কে একটি পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করলে এদের চার্জসমান হবে, উক্ত চার্জের মান,

$$q'_1 = q'_2 = \frac{q_1 + q_2}{2} = \frac{(+15C) + (-5C)}{2} = +5C$$

∴ পরিবর্তিত পরিস্থিতিতে চার্জদ্বয়ের মধ্যকার কুলম্বীয় বল,

$$F' = k \frac{q'_1 q'_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{(+5C) \times (+5C)}{(5m)^2}$$

$$= +9 \times 10^9 \text{ N}$$

(+) চিহ্ন দ্বারা বিকর্ষণমূলক বল বুঝায়। সুতরাং গোলকদ্বয়কে তার দ্বারা সংযুক্ত করার পর এদের মধ্যে $9 \times 10^9 \text{ N}$ মানের বিকর্ষণ বল ক্রিয়া করবে। অর্থাৎ, উদ্দীপকের বর্ণিত অবস্থায় এদের মধ্যে $2.7 \times 10^{10} \text{ N}$ মানের আকর্ষণ বল ক্রিয়া করছিলো। সুতরাং বলা যায়, যদি চার্জবাহক দুটিকে একটি পরিবাহী তারদ্বারা যুক্ত করা হয় তবে এদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান হ্রাস পাবে এবং ঐ বল আকর্ষণমূলকের পরিবর্তে বিকর্ষণমূলক হবে।

প্রশ্ন ▶ ৭ একটি বেলুনের ভর 0.9 g. এর আধান 6 nC। বেলুনটি 500 g ভরের একটি প্লাস্টিক পাত হতে সোজা 8 m উপরে সুতা দ্বারা বাঁধা আছে। প্লাস্টিক পাতের আধান 8 nC।

◀ শিখনফল-৪

- ক. হারানো ভোল্ট কী? ১
খ. ভোল্টমিটারকে বর্তনীর সাথে সমান্তরালে যুক্ত করার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
গ. প্লাস্টিক পাত বেলুনের উপর কত বল প্রয়োগ করবে— তা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. সুতা কেটে দিলে বেলুনটি 1.5 s-এ প্লাস্টিক পাত স্পর্শ করলে সক্ষম হবে কি? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তড়িৎ কোষের অভ্যন্তরীণ রোধের জন্য যে শক্তি বা বিভব ব্যয় হয় তাকে হারানো ভোল্ট বলে।

খ বর্তনীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য মাপার জন্য ভোল্টমিটার ব্যবহার করা হয়। বর্তনীর যে দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য মাপতে হয় সেই দুই প্রান্তে ভোল্টমিটারকে সমান্তরালে যুক্ত করা হয়। কারণ সিরিজে যুক্ত থাকলে এটি মূল তড়িৎপ্রবাহ বাধাগ্রস্ত করে বিভব পার্থক্যের মানের পরিবর্তন ঘটাবে।

গ উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই,

$$\begin{aligned} \text{বেলনের আধান, } q_1 &= 6 \text{ nC} = 6 \times 10^{-9} \text{ C} \\ \text{প্লাস্টিক পাতের আধান, } q_2 &= 8 \text{ nC} = 8 \times 10^{-9} \text{ C} \\ \text{কুলম্ব ধ্রুবক, } k &= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{C}^{-2} \\ \text{বেলন ও পাতের দূরত্ব, } r &= 8 \text{ m} \\ \text{বেলনের উপর বল, } F &=? \end{aligned}$$

$$\text{আমরা জানি, } F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}$$

$$\begin{aligned} &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{6 \times 10^{-9} \text{ C} \times 8 \times 10^{-9} \text{ C}}{(8 \text{ m})^2} \\ &= 6.75 \times 10^{-9} \text{ N} \end{aligned}$$

অতএব প্লাস্টিক পাত বেলনের উপর $6.75 \times 10^{-9} \text{ N}$ বল প্রয়োগ করবে।

ঘ উদ্দীপকের তথ্য হতে পাই,

$$\begin{aligned} \text{বেলনের ভর, } m_1 &= 0.9 \text{ g} = 0.9 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ \text{তাহলে, বেলনের ওজন, } W &= m_1 g = (0.9 \times 10^{-3} \times 9.8) \text{ N} \\ &= 8.82 \times 10^{-3} \text{ N} \end{aligned}$$

বেলনের উপর তড়িৎ বল, $F_1 = 6.75 \times 10^{-9} \text{ N}$ [“গ” নং হতে]
∴ ওজন ও তড়িৎ বিকর্ষণ বল পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করায়
বেলনের উপর নেট বল, $F = W - F_1$

$$\begin{aligned} &= (8.82 \times 10^{-3} - 6.75 \times 10^{-9}) \text{ N} \\ \therefore F &= 8.82 \times 10^{-3} \text{ N} \text{ নিম্নমুখী} \end{aligned}$$

ধরি, বেলনের ত্বরণ = a

$$\text{আমরা জানি, } F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{8.82 \times 10^{-3}}{0.9 \times 10^{-3}}$$

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

∴ t = 1.5 s-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব h হলে,

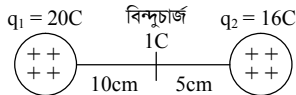
$$h = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{বা, } h = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times (1.5 \text{ s})^2$$

$$\therefore h = 11.025 \text{ m} > \text{মধ্যবর্তী দূরত্ব (8 m)} \mid$$

সুতরাং সূতা কেটে দিলে বেলনটি 1.5 s-এ প্লাস্টিক পাত স্পর্শ করতে সক্ষম হবে।

প্রশ্ন ▶ ৮



◀ শিখনফল-৪

- তড়িৎ বলরেখার সংজ্ঞা দাও। ১
- বিদ্যুৎ লাইনের সাথে ধাতব খুঁটির সরাসরি সংযোগ থাকে না কেন? ২
- বিন্দুচার্জটি কী পরিমাণ বল অনুভব করবে নির্ণয় কর। ৩
- q_1 ও q_2 উভয়েই ধনাত্মক হলে বিন্দু চার্জটি কোথায় সাম্যাবস্থায় থাকবে— গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎক্ষেত্রে যে কাল্পনিক বক্ররেখা বরাবর একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান গমন করে তাকে তড়িৎ বলরেখা বলে।

খ রাস্তায় বিদ্যুৎ লাইনের তার টানাবার সময় ধাতব খুঁটির সাথে সরাসরি সংযুক্ত করা হয় না। ধাতু তড়িৎের সুপরিবাহী। ধাতব খুঁটির সাথে সরাসরি সংযোগ করা হলে তারের তড়িৎ খুঁটির মধ্য দিয়ে মাটিতে চলে যেতো। কেউ ঐ খুঁটি স্পর্শ করলে সাথে সাথে তড়িৎস্পর্শ হতো এবং মারাত্মক দুর্ঘটনা ঘটতো। তাই অপরিবাহী পোসেলিনের কাপের মধ্যদিয়ে তারকে খুঁটির সাথে সংযোগ দেওয়া হয়।

গ দেওয়া আছে, প্রান্তীয় চার্জদ্বয়ের পরিমাণ, $q_1 = 20 \text{ C}$, $q_2 = 16 \text{ C}$
বিন্দু চার্জের পরিমাণ, $q = 1 \text{ C}$

বিন্দুচার্জ (q) হতে q_1 ও q_2 এর দূরত্ব যথাক্রমে
 $d_1 = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}$, $d_2 = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

$$q \text{ চার্জের ওপর } q_1 \text{ কর্তৃক প্রযুক্ত বিকর্ষণ বল, } F_1 = k \frac{q q_1}{d_1^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{20 \text{ C} \times 1 \text{ C}}{(0.1 \text{ m})^2} = 1.8 \times 10^{13} \text{ N}$$

$$q \text{ চার্জের ওপর } q_2 \text{ কর্তৃক প্রযুক্ত বিকর্ষণ বল, } F_2 = k \frac{q q_2}{d_2^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{16 \text{ C} \times 1 \text{ C}}{(0.05 \text{ m})^2} = 5.76 \times 10^{13} \text{ N}$$

∴ 1C মানের বিন্দু চার্জটি মোটের ওপর বিকর্ষণ বল অনুভব করবে
 $= F_2 - F_1 = 5.76 \times 10^{13} \text{ N} - 1.8 \times 10^{13} \text{ N} = 3.96 \times 10^{13} \text{ N}$ (Ans.)

ঘ q_1 ও q_2 উভয়েই ধনাত্মক হওয়ায় এদের সংযোজক রেখাংশের ওপরস্থ কোনো এক বিন্দুতে বিন্দু চার্জটি সাম্যাবস্থায় থাকবে।

মনে করি, $q_1 = 20 \text{ C}$ চার্জের অবস্থান হতে উক্ত বিন্দুর দূরত্ব x m

তাহলে শর্তমতে, $|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2|$

$$\text{বা, } k \frac{q_1 q}{x^2} = k \frac{q_2 q}{(0.15-x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{q_1}{x^2} = \frac{q_2}{(0.15-x)^2} \text{ বা, } \left(\frac{x}{0.15-x} \right)^2 = \frac{q_1}{q_2} = \frac{20 \text{ C}}{16 \text{ C}} = \frac{5}{4}$$

$$\text{বা, } \frac{x}{0.15-x} = 1.118 \text{ বা, } x = 0.1677 - 1.118 x$$

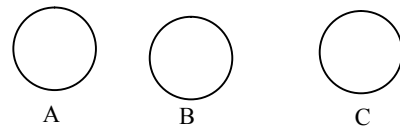
$$\text{বা, } x + 1.118 x = 0.1677$$

$$\therefore x = \frac{0.1677}{2.118} = 0.08 \text{ m} = 8 \text{ cm}$$

সুতরাং বিন্দু চার্জটি q_1 হতে 8 cm দূরত্বে সাম্যাবস্থায় থাকবে।

প্রশ্ন ▶ ৯ চিত্রে একই উপাদানের এবং একই আকারের তিনটি ধাতব গোলক দেখানো হল:

$12 \times 10^{-6} \text{ C}$ চার্জ নিরপেক্ষ $-6 \times 10^{-6} \text{ C}$



A, B, C গোলক তিনটি একই সরলরেখায় অবস্থিত এবং AB = 2m, BC = 2m

◀ শিখনফল-৪

- তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র কী? ১
- একটি বস্তু চার্জিত বা অচার্জিত তা তুমি কীভাবে পরখ করবে? – ব্যাখ্যা কর। ২
- A এবং C গোলকদ্বয়ের মধ্যকার ক্রিয়াশীল বল কত? ৩
- A, B, C গোলক তিনটিকে কিছুক্ষণের জন্য স্পর্শ করিয়ে আগের অবস্থানে রেখে A ও B এর মধ্যে এবং A ও C এর মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের তুলনা কর। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যন্ত্রের সাহায্যে কোন বস্তু তড়িৎগ্রস্ত কিনা তা যাচাই করা যায় এবং তড়িৎগ্রস্ত বস্তুর চার্জের প্রকৃতি নির্ণয় করা যায় তাকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র বলে।

খ কোনো বস্তু চার্জিত কি-না জানতে বস্তুটিকে একটি রেশম সূতার সাহায্যে বুলিয়ে অপর একটি চার্জিত বস্তুকে বস্তুটির নিকট আনলে যদি আকর্ষণ ঘটে তবে বস্তুটি অচার্জিত বা বিপরীত চার্জে চার্জিত হতে পারে। কিন্তু যদি বিকর্ষণ ঘটে তবে বস্তুটি অবশ্যই সমজাতীয় চার্জে চার্জিত। বস্তুটি যদি ধনাত্মক ও ঋণাত্মক উভয় জাতীয় চার্জ দ্বারা আকর্ষিত হয় তবে বস্তুটি অচার্জিত।

গ এখানে, প্রথম আধান, $q_1 = 12 \times 10^{-6} \text{C}$
 অপর আধান, $q_2 = -6 \times 10^{-6} \text{C}$
 মধ্যকার দূরত্ব, $d = (2 + 2) \text{m} = 4 \text{m}$

সূত্রাং নির্ণেয় ক্রিয়াশীল বল, $F = k \frac{q_1 q_2}{d^2}$
 $= 9 \times 10^9 \text{Nm}^2 \text{C}^{-2} \times \frac{12 \times 10^{-6} \text{C} \times (6 \times 10^{-6} \text{C})}{(4 \text{m})^2}$
 $= 0.0405 \text{N}$

আধানদ্বয় বিপরীত ধর্মী হওয়ায় পরস্পরকে আকর্ষণ করবে।

∴ A ও C গোলকদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল 0.0405N।

ঘ A, B, C ও গোলক তিনটি উপাদান, আকার-আকৃতিতে একই হওয়ায় স্পর্শ করানোর পর প্রত্যেক গোলকে চার্জসমূহ সমভাবে বন্টিত হবে।

A, B ও C তে মোট চার্জ = $(12 \times 10^{-6} + 0 - 6 \times 10^{-6}) \text{C} = 6 \times 10^{-6} \text{C}$

∴ প্রত্যেক গোলকে চার্জের পরিমাণ, $Q = \frac{6 \times 10^{-6}}{3} \text{C} = 2 \times 10^{-6} \text{C}$

এখানে, $AB = 2 \text{m} = d_1$
 $BC = 2 \text{m}$

∴ $AC = AB + BC = (2 + 2) \text{m} = 4 \text{m} = d_2$

∴ A ও B গোলকের চার্জের জন্য ক্রিয়াশীল বল,

বা, $F_1 = k \frac{q^2}{d_1^2}$

∴ A ও C গোলকের চার্জের জন্য ক্রিয়াশীল বল,

$F_2 = k \frac{q^2}{d_2^2}$

∴ $\frac{F_1}{F_2} = \frac{k \frac{q^2}{d_1^2}}{k \frac{q^2}{d_2^2}} = \frac{d_2^2}{d_1^2} = \frac{4^2}{2^2} = \frac{16}{4} = 4$

∴ $F_1 : F_2 = 4 : 1$

প্রশ্ন ১০ তালহা গবেষণাগারে দেখল 40C ও 50C মানের A ও B দুইটি চার্জিত বস্তু পরস্পর 15m দূরে অবস্থিত। সে লক্ষ্য করল অসীম হতে 2C চার্জ A এর তড়িৎক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে আনতে 100J কাজ করতে হয়। A ও B চার্জদ্বয়ের সংযোগ রেখার কোন এক বিন্দুতে তালহা একক ধনাত্মক আধান বসিয়ে তার উপর কার্যরত বল শূন্য বের করল।

◀ শিখনফল-৪

- ক. তড়িৎ আবেশ কাকে বলে? ১
 খ. দূরদূরান্তে তড়িৎ কিভাবে প্রেরণ করা হয়? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. A এর তড়িৎ ক্ষেত্রের উক্ত বিন্দুর তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. তালহা A ও B এর সংযোগ রেখার কোন বিন্দুতে কার্যরত বল শূন্য বল বের করল। গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি আহিত বস্তুর কাছে এনে স্পর্শ না করে শুধু এর উপস্থিতিতে কোনো অনাহিত বস্তুকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ আরোহী বা স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার এর মাধ্যমে দূরদূরান্তে তড়িৎ প্রেরণ করা হয়। আমরা জানি আরোহী বা স্টেপ আপ ট্রান্সফর্মার নিম্ন বিভবকে উচ্চ বিভবে এবং উচ্চ মাত্রার তড়িৎ প্রবাহকে কমিয়ে নিম্ন মাত্রার তড়িৎ প্রবাহে পরিণত করে। এতে শক্তির অপচয় কম হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

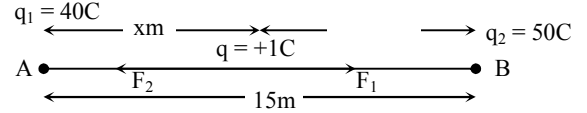
চার্জ, $q = 2 \text{C}$

কাজ, $W = 100 \text{J}$

তড়িৎ বিভব, $V = ?$

আমরা জানি, $V = \frac{W}{q}$
 $= \frac{100}{2}$
 $= 50 \text{V (Ans.)}$

ঘ



উদ্দীপক হতে পাই, A বিন্দুতে স্থাপিত আধান, $q_1 = 40 \text{C}$

B বিন্দুতে স্থাপিত আধান, $q_2 = 50 \text{C}$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব $d = 15 \text{m}$

ধরি, A ও B এর সংযোগ রেখার A বিন্দু হতে $x \text{m}$ দূরে C বিন্দুতে কার্যরত বল শূন্য।

C বিন্দুতে স্থাপিত আধান, $q = +1 \text{C}$

A বিন্দুতে স্থাপিত আধানের জন্য C বিন্দুতে তড়িৎ বল,

$F_1 = k \times \frac{q_1 \times q}{x^2}$ যা CB বরাবর ক্রিয়া করে।

আবার, B বিন্দুতে স্থাপিত আধানের জন্য C বিন্দুতে তড়িৎ বল,

$F_2 = k \times \frac{q_2 \times q}{(15 - x)^2}$ যা CA বরাবর ক্রিয়া করে।

প্রশ্নমতে, $F_1 - F_2 = 0$

বা, $k \times \frac{q_1 \times q}{x^2} = k \times \frac{q_2 \times q}{(15 - x)^2}$

বা, $\left(\frac{15 - x}{x}\right)^2 = \frac{q_2}{q_1}$

বা, $\frac{15 - x}{x} = \sqrt{\frac{50}{40}}$

বা, $\frac{15 - x}{x} = 1.118$

বা, $15 - x = 1.118x$

বা, $1.118x + x = 15$

বা, $2.118x = 15$

বা, $x = \frac{15}{2.118}$

∴ $x = 7.08 \text{m}$

অতএব, তালহা A ও B এর সংযোগ রেখার A বিন্দু হতে 7.08m দূরে C বিন্দুতে কার্যরত বল শূন্য বের করল।

প্রশ্ন ১১ একটি হাইড্রোজেন অ্যাটমের কেন্দ্রে একটা প্রোটন এবং বাইরে একটি ইলেকট্রন আছে। প্রোটনের চার্জ $+1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ এবং ইলেকট্রনের চার্জ $-1.6 \times 10^{-19} \text{C}$. নিউক্লিয়াস হতে ইলেকট্রনের কক্ষপথের দূরত্ব $0.5 \times 10^{-8} \text{m}$ । হাইড্রোজেন অ্যাটম হতে ইলেকট্রনটি সরিয়ে, 30 cm দূরে একটি একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করা হলো।

◀ শিখনফল-৪

- ক. আধান বলতে কী বুঝো? ১
 খ. তড়িৎক্ষেত্রের ভিন্ন ভিন্ন বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার মান ভিন্ন কেন? ২
 গ. নিউক্লিয়াস ও ইলেকট্রনটির মধ্যবর্তী বলের মান নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. শুধুমাত্র হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াসের ক্ষেত্রে উক্ত আধানটি কত বল লাভ করবে গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পদার্থ সৃষ্টিকারী মৌলিক কণাসমূহের যেমন- ইলেকট্রন ও প্রোটনের মৌলিক ও বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্মকে চার্জ বা আধান বলে।

খ তড়িৎক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে গমনকারী বলরেখার সংখ্যা তীব্রতার সমানুপাতিক অর্থাৎ তড়িৎক্ষেত্রের যেসব এলাকায় বলরেখাগুলো কাছাকাছি অবস্থিত অর্থাৎ ঘন সন্নিবিষ্ট সেখানে তীব্রতার মান বেশি আর যেসব এলাকায় বলরেখাগুলো দূরে দূরে অবস্থিত সেসব স্থানে তীব্রতার মান ভিন্ন ভিন্ন।

গ হাইড্রোজেন অ্যাটমের ভেতরে ইলেকট্রন ও প্রোটনের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল,

$$F = k \frac{q_p q_e}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1.6 \times 10^{-19}}{(0.5 \times 10^{-8})^2}$$

$$= 9.22 \times 10^{-12} \text{ N (Ans.)}$$

এখানে,
প্রোটনের চার্জ,
 $q_p = +1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
ইলেকট্রনের চার্জ,
 $q_e = -1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$
নিউক্লিয়াস হতে ইলেকট্রনের
কক্ষপথের দূরত্ব,
 $d = 0.5 \times 10^{-8} \text{ m}$
এবং কুলম্বের ধ্রুবক,
 $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$

ঘ উদ্দীপক হতে,

শুধুমাত্র হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াসে 1টি প্রোটন থাকে,

$$\therefore \text{প্রোটনের চার্জ, } q_p = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$$

অপর একটি চার্জ, $q = 1 \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 30 \text{ cm}$
 $= 0.3 \text{ m}$

ধরি, উক্ত আধানটি F বল লাভ করবে।

$$\therefore F = k \frac{q_p \cdot q}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \times \frac{1.6 \times 10^{-19} \times 1}{(0.3)^2}$$

$$= 1.6 \times 10^{-8} \text{ N}$$

সুতরাং, শুধুমাত্র হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াসের ক্ষেত্রে উক্ত আধানটি $1.6 \times 10^{-8} \text{ N}$ বল লাভ করবে।

প্রশ্ন ▶ ১২ $q_1(2 \text{ C})$, $q_2(-1 \text{ C})$ এবং $q_3(1 \text{ C})$ এই তিনটি আধান একটি সরলরেখায় পর্যায়ক্রমে পরস্পর থেকে সমদূরত্বে রাখা আছে।

◀ শিখনফল-৪ ও ৬

- ক. তড়িৎ বল কী? ১
খ. তড়িৎ ক্ষেত্র ও তড়িৎ তীব্রতা একই নয় কেন? ২
গ. তিনটি চার্জের জন্য যে বলরেখা তৈরি হবে তার চিত্র আঁক। ৩
ঘ. q_1 আধানটির মান কতো হলে q_3 আধানটি কোনো বল অনুভব করবে না— সেটি বিশ্লেষণ করো। ৪

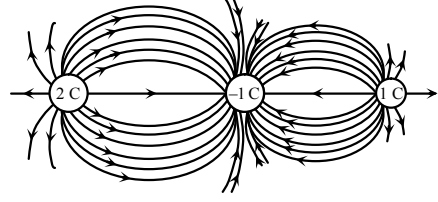
১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরস্পর হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে রাখা দুটি আহিত বস্তু কেবল এদের আধানের কারণে একে অপরের ওপর যে সমমানের বল প্রয়োগ করে, তাকে তড়িৎ বল বলে।

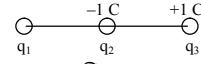
খ কোনো অবস্থানে কিছু চার্জ রাখা হলে এর চারপাশে যে এলাকা জুড়ে ঐ চার্জের প্রভাব থাকে, তাকে তড়িৎ ক্ষেত্র বলে। অপরদিকে, তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একক ধনাত্মক চার্জ স্থাপন করলে তা যে বল অনুভব করে, তা হলো ঐ বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা।

অর্থাৎ তড়িৎক্ষেত্র হলো একটি ত্রিমাত্রিক স্থান আর তড়িৎ তীব্রতা হলো নির্দিষ্ট মানের তড়িৎ বল। একারণে তড়িৎ ক্ষেত্র ও তড়িৎ তীব্রতা একই নয়।

গ



ঘ



ধরি, q_2 ও q_3 আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব x ।

$\therefore q_1$ ও q_3 আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব $2x$

q_3 আধানটি কোনো বল অনুভব না করলে এর উপর সমমানের বিপরীতমুখী বল ক্রিয়া করবে অর্থাৎ q_3 এর উপর q_1 ও q_2 এর ক্রিয়াশীল বলের মান সমান হবে।

$$\therefore \text{শর্তানুসারে, } k \times \frac{q_1 \times 1}{(2x)^2} = k \times \frac{1 \times 1}{x^2}$$

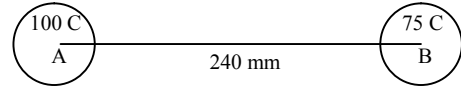
$$\text{বা, } \frac{q_1}{4x^2} = \frac{1}{x^2}$$

$$\text{বা, } q_1 = 4$$

$$\therefore q_1 = 4 \text{ C}$$

অর্থাৎ, q_1 আধানটির মান $+4 \text{ C}$ হলে q_3 আধানটি কোনো বল অনুভব করবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৩



◀ শিখনফল-৪ ও ৫

- ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবকের সংজ্ঞা দাও। ১
খ. সব ধরনের শব্দ শোনা যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের A ও B চার্জদ্বয়ের মধ্য বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. A ও B চার্জ দুটিকে এক চতুর্থাংশ এবং মধ্যবর্তী দূরত্বকে চারগুণ করা হলে বিকর্ষণ বলের মান পরিবর্তন হবে কিনা গাণিতিক যুক্তি দিয়ে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের একভাগ কতটুকু ছোট তার পরিমাণকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ সব ধরনের শব্দের কম্পাংক এক না হওয়ার কারণে সব ধরনের শব্দ শোনা যায় না। মানুষের জন্য কোনো শব্দ শুনতে হলে তার কম্পাংক 20Hz থেকে 20,000Hz এর মধ্যে হতে হবে। কম্পাংক 20Hz এর কম বা 20,000Hz এর চেয়ে বেশি হলে মানব শ্রবনেন্দ্রিয় দ্বারা সেই শব্দ শোনা যায় না।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

A বিন্দুতে স্থাপিত আধান, $q_1 = 100 \text{ C}$

B বিন্দুতে স্থাপিত আধান, $q_2 = 75 \text{ C}$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 240 \text{ mm} = 0.24 \text{ m}$

কুলম্বের ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$

মনে করি, মধ্যবিন্দুতে A ও B এর জন্য তীব্রতা যথাক্রমে E_A ও E_B .

$$\therefore \text{দূরত্ব } x = \frac{240}{2} \text{ mm} = 120 \text{ mm} = 0.12 \text{ m}$$

$$\therefore E_A = \frac{kq_1}{x^2}$$

$$E_B = \frac{kq_2}{x^2}$$

$q_1 > q_2$ বলে,

লব্ধি তীব্রতা, $E = E_A - E_B$

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

$$\text{বা, } E = \frac{9 \times 10^9}{(0.12)^2} \times (100 - 75)$$

$$\therefore E = 1.56 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1}$$

অর্থাৎ লব্ধি তীব্রতার মান $1.56 \times 10^{13} \text{ NC}^{-1}$ এবং এর দিক AB বরাবর।

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

A বিন্দুতে চার্জ, $q_1 = 100 \text{ C}$

B বিন্দুতে চার্জ, $q_2 = 75 \text{ C}$

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d_1 = 240 \text{ mm} = 0.24 \text{ m}$

কুলম্বের ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2}$

A ও B এর মধ্যবর্তী বিকর্ষণ বলের মান

$$F = k \times \frac{q_1 \times q_2}{d^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{100 \times 75}{(0.24)^2}$$

$$= 1.17 \times 10^{15} \text{ N}$$

A ও B চার্জ দুটিকে এক-চতুর্থাংশ করা হলে,

$$q'_1 = \frac{q_1}{4} = \frac{100}{4} = 25 \text{ C} \text{ এবং}$$

$$q'_2 = \frac{q_2}{4} = \frac{75}{4} = 18.75 \text{ C}$$

মধ্যবর্তী দূরত্বকে চারগুণ করা হলে, $d_2 = 4d_1 = 4 \times 0.24 = 0.96 \text{ m}$

\therefore বিকর্ষণ বলের মান,

$$F' = k \times \frac{q'_1 \times q'_2}{d_2^2}$$

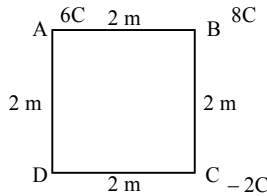
$$= 9 \times 10^9 \times \frac{25 \times 18.75}{(0.96)^2}$$

$$= 4.57 \times 10^{12} \text{ N}$$

লক্ষ্য করি, $F \neq F'$

অতএব, বিকর্ষণ বলের মান পরিবর্তিত হবে।

প্রশ্ন ১৪



শিখনফল-৬ ও ৭

- ভার্নিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১
- ইলেকট্রিক ঘড়িতে ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- A ও B এর বিভব পার্থক্য 200 V হলে তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতা নির্ণয় কর। ৩
- D বিন্দুতে কত চার্জ স্থাপন করলে ক্ষেত্রটির কেন্দ্রের বিভব শূন্য হবে নির্ণয় কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সেই পরিমাণকে দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয় তড়িৎকে উচ্চ ভোল্টেজ থেকে নিম্ন ভোল্টেজে অথবা নিম্ন ভোল্টেজ থেকে উচ্চ ভোল্টেজে রূপান্তর করার জন্য। ইলেকট্রিক ঘড়ি চলার জন্য নিম্ন ভোল্টেজ প্রয়োজন। যেহেতু ইলেকট্রিক ঘড়ি সরাসরি বাসা-বাড়ির বিদ্যুৎ লাইনে সংযোগ দেয়া হয় যা উচ্চ ভোল্টেজ সম্পন্ন, তাই উচ্চ ভোল্টেজ থেকে নিম্ন ভোল্টেজে রূপান্তরের জন্য ইলেকট্রিক ঘড়িতে ট্রান্সফরমার ব্যবহার করা হয়।

গ

আমরা জানি,

$$E = \frac{V}{r}$$

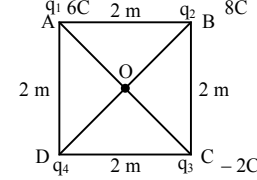
$$= \frac{200}{2}$$

$$= 100 \text{ N/C (Ans.)}$$

এখানে,

A ও B এর মধ্যবর্তী দূরত্ব,
 $r = 2 \text{ m}$
এবং বিভব পার্থক্য,
 $V = 200 \text{ V}$
তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা, $E = ?$

ঘ



এখানে,

$AB = BC = CD = DA = 2 \text{ m}$
 $\therefore OA = OB = OC = OD = r = 2\sqrt{2} = \sqrt{2} \text{ m}$
A, B, C বিন্দুতে চার্জ যথাক্রমে
 $q_1 = 6 \text{ C}$; $q_2 = 8 \text{ C}$ এবং $q_3 = -2 \text{ C}$
D বিন্দুতে চার্জ, $q_4 = ?$

শর্তমতে,

বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে নেট বিভব $= V_1 + V_2 + V_3 + V_4 = 0$

$$\text{বা, } \frac{k}{r} (q_1 + q_2 + q_3 + q_4) = 0$$

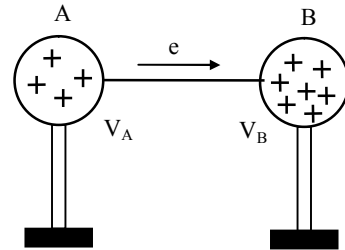
$$\text{বা, } \frac{k}{\sqrt{2}} \{6 + 8 + (-2) + q_4\} = 0$$

$$\text{বা, } 6 + 8 - 2 + q_4 = 0$$

$$\therefore q_4 = -12 \text{ C}$$

অতএব, D বিন্দুতে -12 C চার্জ স্থাপন করলে ক্ষেত্রটির কেন্দ্রে বিভব শূন্য হবে।

প্রশ্ন ১৫



চিত্রে A ও B এর বিভব পার্থক্য 2000 ভোল্ট

শিখনফল-৭

- বিভব পার্থক্য কাকে বলে? ১
- A ও B এর মধ্যে কোনটির বিভব বেশি— ব্যাখ্যা করো। ২
- 1 কুলম্ব চার্জকে A হতে B-তে আনতে কৃতকাজের পরিমাণ বের করো। ৩
- A ও B গোলককে দু'টি তার দ্বারা পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে তাদের বিভব পার্থক্য কত হবে— আলোচনা করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে সম্পন্ন কাজের পরিমাণকে ঐ দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলে।

খ উদ্দীপকের চিত্র থেকে দেখা যায়, ইলেকট্রন A থেকে B এর দিকে প্রবাহী হচ্ছে। আমরা জানি, ইলেকট্রন নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে ধাবিত হয়। A ও B এর মধ্যে B এর বিভব বেশি।

গ এখানে দেওয়া আছে, A ও B এর বিভব পার্থক্য, $V = 2000 \text{ volt}$
আধান, $q = 1 \text{ C}$

নির্ণয় করতে হবে কৃতকাজ, $W = ?$

$$\text{আমরা জানি, } V = \frac{W}{q}$$

$$\text{বা, } W = Vq$$

$$\text{বা, } W = (2000 \times 1) \text{ J}$$

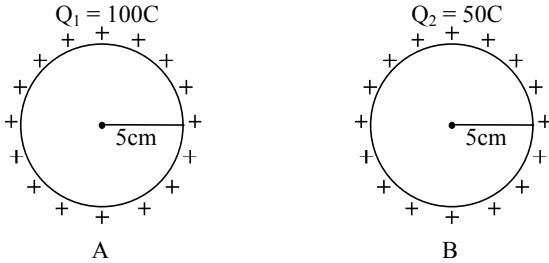
$$\text{বা, } W = 2000 \text{ J}$$

সুতরাং 1C আধানকে A হতে B তে আনতে কৃতকাজের পরিমাণ 2000 J।

ঘ আমরা জানি ভূমির বিভব শূন্য। পৃথিবী মুক্ত ইলেকট্রন তথা ঋণাত্মক আধানের একটি বিশাল ভাণ্ডার। তাই পৃথিবী থেকে কিছু ঋণাত্মক আধান এসে A এর ধনাত্মক আধানকে নিরপেক্ষ করে দেয়। এতে পৃথিবীর বিভবেরও কোনো পরিবর্তন হয় না। তাই A কে পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে A এর বিভব শূন্য হয়ে যায়। অনুরূপভাবে B কে পৃথিবীর সাথে যুক্ত করা হলে B এর বিভবও শূন্য হবে।

A ও B কে পৃথিবীর সাথে কোনো পরিবাহী দ্বারা যুক্ত করে দিলে উভয়ের বিভব শূন্য হওয়ায় এদের মধ্যকার বিভব পার্থক্য শূন্য হয়ে যায়।

প্রশ্ন ১৬



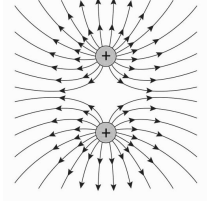
শিখনফল-৭ ও ৮

- তড়িৎ তীব্রতা কী? ১
- কাছাকাছি অবস্থিত সমান ও সমধর্মী দুটি চার্জের বেলায় তড়িৎ বলরেখা ঐকে ব্যাখ্যা করো। ২
- উপরের গোলকদ্বয় কে একটি পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে প্রথম গোলক থেকে দ্বিতীয় গোলকে মোট কত কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হবে? ৩
- গোলকদ্বয়ের বিভব সমান হওয়ার পর এদের মোট সঞ্চিত ধারক শক্তি সংযোগের পূর্বের শক্তির সমষ্টির সমান হবে কি? গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। যদি সমান না হয় তবে তার যৌক্তিক কারণ বিশ্লেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন তড়িৎক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে একটি 1 কুলম্ব ধনাত্মক আধান রাখলে সেটি যে বল অনুভব করে তাকে ঐ বিন্দুর তীব্রতা বলে। এর একক N/C।

খ পাশের চিত্রে দুটি সমধর্মী ও সমান চার্জের বলরেখা দেখানো হয়েছে। চার্জ দুটি ধনাত্মক হওয়ায় বলরেখাগুলো আধান থেকে বের হয়ে যাচ্ছে। এদের মধ্যবর্তী স্থানে এমন একটি বিন্দু রয়েছে যেখানে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য।



গ ধরি, মোট q কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হয়।

∴ প্রবাহিত হওয়ার পর 1ম গোলকের চার্জ, $Q_1 = 100 - q$ এবং ২য় গোলকের চার্জ, $Q_2 = 50 + q$

উভয় গোলকের ব্যাসার্ধ, $r = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}$

∴ গোলকদ্বয়ের ধারকত্ব, $C = r/k$

সাম্যাবস্থায় এদের বিভব সমান হবে।

$$\therefore V_1 = V_2$$

$$\therefore \frac{Q_1}{C} = \frac{Q_2}{C}$$

$$\text{বা, } Q_1 = Q_2$$

$$\text{বা, } 100 - q = 50 + q$$

$$\text{বা, } q = \frac{100 - 50}{2}$$

$$= 25 \text{ C (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি, কোন গোলকের ধারকত্ব,

$$C = \frac{r}{k}, k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$

$$\therefore \text{সঞ্চিত শক্তি, } W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} C \cdot \frac{Q^2}{C^2} \left[V = \frac{Q}{C} \right]$$

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

সংযোগের পূর্বে,

$$\text{প্রথম গোলকে সঞ্চিত শক্তি, } W_1 = \frac{kQ_1^2}{2r_1} = \frac{9 \times 10^9 \times 100^2}{2 \times 5 \times 10^{-2}} = 9 \times 10^{14} \text{ J}$$

$$\text{দ্বিতীয় গোলকে সঞ্চিত শক্তি, } W_2 = \frac{kQ_2^2}{2r_2} = \frac{9 \times 10^9 \times 50^2}{2 \times 0.05} = 2.25 \times 10^{14} \text{ J}$$

$$\therefore \text{মোট সঞ্চিত শক্তি, } W = W_1 + W_2 = (9 + 2.25) \times 10^{14} = 11.25 \times 10^{14} \text{ J}$$

আবার, সংযোগের পরে,

‘গ’ হতে পাই, উভয় গোলকে চার্জ, $Q' = 100 - 25 = 75 \text{ C}$

$$\therefore \text{দুটি গোলকে মোট শক্তি, } W' = \frac{kQ'^2}{2r_1} + \frac{kQ'^2}{2r_2} = \frac{kQ'^2}{r} = \frac{9 \times 10^9 \times 75^2}{0.05} = 10.125 \times 10^{14} \text{ J}$$

অতএব, সংযোগের পরে মোট সঞ্চিত শক্তি সংযোগের পূর্বের চেয়ে কম হবে। এর কারণ হল, গোলকদ্বয়ের সংযোগ দেয়ার পর আধান এক গোলক হতে অন্য গোলকে প্রবাহিত হয়। এতে যে কাজ হয় তা সঞ্চিত শক্তি হতে ব্যয় হয়। ফলে সঞ্চিত শক্তি কমে যায়।

প্রশ্ন ১৭ 1 mm ও 2 mm ব্যাসার্ধের দুটি গোলককে +10 C চার্জ করা হলো। তারপর গোলক দুটিকে পৃথকভাবে 220 V বিভব পার্থক্য যুক্ত করা হলো।

শিখনফল-৮

ক. ভ্যান ডি গ্রাফ মেশিন কী? ১

খ. সমধর্মী চার্জের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো পরস্পর বিকর্ষণ করে কেন? তা ব্যাখ্যা করো। ২

- গ. প্রথম ধারকের ধারকত্ব নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. শক্তি সঞ্চারের ক্ষেত্রে তুমি কোন ধারকটিকে নির্বাচন করবে তা নির্ণয় করো। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভ্যান ডি গ্রাফ হল একটি স্থির বৈদ্যুতিক জেনারেটর যা অত্যন্ত উচ্চ বিভব ব্যবহার করে নানা ধরনের কাজ করে। এর মূল অংশ একটি অপরিবাহী বেল্ট এবং একটি ধাতব গোলক।

খ দু'টি চার্জ সমধর্মী হলে ধনাত্মক চার্জের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো চার্জের পৃষ্ঠ হতে লম্বভাবে নির্গত হয় এবং ঋণাত্মক চার্জের ক্ষেত্রে লম্বভাবে প্রবেশ করে। এখন চার্জদ্বয় সমধর্মী হলে একই সাথে দু'টি চার্জ থেকে বলরেখা নির্গত বা প্রবেশ করার কারণে এক চার্জ হতে নির্গত হয়ে অপর চার্জ প্রবেশ করতে পারে না। তখন স্বল্প স্থানের মধ্যে বহুসংখ্যক বলরেখা দেখা দেয়। আবার, বলরেখাগুলো পরস্পরের উপর আড়াআড়িভাবে পার্শ্ব চাপ প্রয়োগ করে; তাই সমধর্মী চার্জের ক্ষেত্রে এরা একে অপরকে বিকর্ষণ করে।

গ আমরা জানি, $C = \frac{Q}{V}$
 গোলকাকার ধারকের ধারকত্ব, $C = \frac{4\pi\epsilon_0 r^2 k Q}{Q} = 4\pi\epsilon_0 r^2 k$
 \therefore প্রথম ধারকের ধারকত্ব, $C_1 = \frac{4\pi\epsilon_0 r_1^2 k}{1} = 1.11 \times 10^{-13} \text{ F (Ans.)}$
 এখানে, প্রথম ধারকের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$
 কুলম্ব ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
 ১ম ধারকের ধারকত্ব, $C_1 = ?$

ঘ মনে করি, গোলক দুটিকে নিস্তড়িত অবস্থায় পৃথকভাবে 220 V বিভব পার্থক্যে যুক্ত করা হলো।

প্রথম গোলকে সঞ্চিত শক্তি,

$$E_1 = \frac{1}{2} C_1 V^2 = \frac{1}{2} \times 1.11 \times 10^{-13} \times 220^2 = 2.6862 \times 10^{-9} \text{ J}$$

এখানে,

ধারকত্ব, $C_1 = 1.11 \times 10^{-13} \text{ F}$
 ['গ' হতে]

বিভব পার্থক্য, $V = 220 \text{ V}$

২য় গোলকের ধারকত্ব,

$$C_2 = \frac{4\pi\epsilon_0 r_2^2 k}{1} = \frac{4\pi \times 10^{-3} \times 9 \times 10^9}{1} = 2.22 \times 10^{-13} \text{ F}$$

এখানে,

ব্যাসার্ধ, $r_2 = 2 \text{ mm} = 2 \times 10^{-3} \text{ m}$

কুলম্বীয় ধ্রুবক, $k = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$

এবং সঞ্চিত শক্তি, $E_2 = \frac{1}{2} C_2 V^2$

$$= \frac{1}{2} \times 2.22 \times 10^{-13} \times 220^2 = 5.3724 \times 10^{-9} \text{ J}$$

লক্ষ্য করি, $5.3724 \times 10^{-9} \text{ J} > 2.6862 \times 10^{-9} \text{ J}$

বা, $E_2 > E_1$

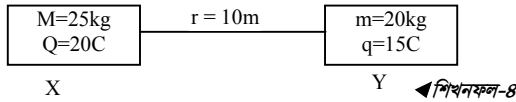
অর্থাৎ, শক্তি সঞ্চারের ক্ষেত্রে ২য় ধারকটি ১মটির তুলনায় উত্তম হবে, কারণ এর ব্যাসার্ধ তথা পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বেশি হওয়ায় চার্জ ধারকত্ব তথা বৈদ্যুতিক শক্তি সংরক্ষণ ক্ষমতা বেশি।



সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

প্রশ্ন ▶ ১৮



X এবং Y দুটি চার্জিত বস্তু পরস্পর হতে 10m দূরত্বে অবস্থিত। বস্তু দুটি দুই ধরনের বলের ক্রিয়া অনুভব করছে।

- ক. তড়িৎ বল কাকে বলে? ১
 খ. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর তীব্রতা কীভাবে নির্ণয় করবে — ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. X ও Y বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল বিকর্ষণ বল নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. বস্তু দুটি যে দুই ধরনের বলের ক্রিয়া অনুভব করছে তাদের মধ্যে তুলনা কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক আধানসমূহ পরস্পরের ওপর যে বল প্রয়োগ করে তাকে তড়িৎ বল বলে।

খ তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি যে বল অনুভব করে তাই হলো ঐ বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা। সুতরাং সংজ্ঞানুসারে, তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর তীব্রতা নির্ণয়ে ঐ বিন্দুতে একক মানের আধান স্থাপন করে ঐ আধান দ্বারা অনুভূত বল পরিমাপ করতে হবে। অথবা ঐ বিন্দুতে যেকোনো মানের আধান স্থাপন করে অনুভূত বল এবং আধানের মানের অনুপাত নির্ণয় করতে হবে।

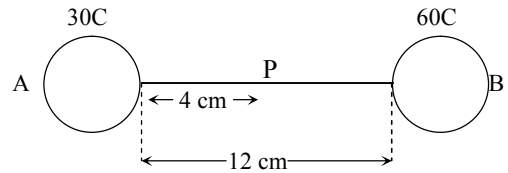


সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে—

গ একটি 20C আহিত বস্তুকে অপর একটি 15C এর আহিত বস্তু থেকে 10m দূরে রাখা হলো। এদের মধ্যে বিকর্ষণ বল নির্ণয় কর।

ঘ 25kg ভরের একটি বস্তুতে 20kg ভরে একটি বস্তু থেকে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে মহাকর্ষ বল বের করে 10m দূরে রাখা হলো। বস্তুদ্বয়ের মধ্যে বিকর্ষণ বল নির্ণয় কর। পূর্ববর্তী বলের সাথে তুলনা কর।

প্রশ্ন ▶ ১৯



চিত্রে উভয় গোলকের ব্যাস 10 cm

- ক. আবিষ্কৃত আধান কী? ১
 খ. কোন বস্তুতে আধান আছে কিনা তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র ব্যবহার করে কীভাবে নিশ্চিত হবে? ২
 গ. চিত্রের গোলক দুটিকে পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে বিকর্ষণ বলের মান নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. A ও B বিন্দুর আধানের জন্য P বিন্দুতে স্থাপিত একক আধানের জন্যে তীব্রতার মান একই হবে কি না? গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো আহিত বস্তুকে একটি অনাহিত পরিবাহকের নিকট আনলে পরিবাহকের নিকটতম প্রান্তে বিপরীত ধরনের যে আধান সঞ্চারিত হয় তাদেরকে আবিষ্ট আধান বলে।

খ একটি নিস্তড়িত তড়িৎবীক্ষন যন্ত্রের পাত দুটো পরস্পরের সাথে লেগে থাকে। কোনো আহিত বস্তুর সন্নিকটে এরূপ একটি নিস্তড়িত তড়িৎবীক্ষন যন্ত্র আনলে চাকতিতে বিপরীত ধর্মী এবং পাতদ্বয়ে সমধর্মী আধান আবিষ্ট হওয়ার কারণে পাতদ্বয় পরস্পর ফাঁক হয়ে যায়। এতেই প্রমাণিত হয় যে পরীক্ষনীয় বস্তুতে আধান বিদ্যমান। পরীক্ষনীয় বস্তুতে কোনো আধান না থাকলে স্বর্ণের পাতদ্বয় পরস্পর ফাঁক হবে না, বরং মিলে থাকবে।

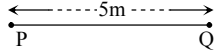


সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ +20C এবং +100C আধানের দুটি সমআকৃতির সমউপাদানের গোলককে একটি পরিবাহী তার দ্বারা পরস্পর সংযুক্ত করলে গোলক 5m দূরে অবস্থিত গোলক দুয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল কত?

ঘ উল্লেখিত গোলকদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের কোন বিন্দুতে প্রাবল্য শূণ্য হবে- গাণিতিকভাবে দেখাও।

প্রশ্ন 20 P ও Q বিন্দুর চার্জ যথাক্রমে $12.5 \times 10^{-6} C$ ও $-7.5 \times 10^{-6} C$ এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব।



- ক. বজ্র নিরোধক কী? 1
খ. আকাশে বিজলী চমকায় কেন? 2
গ. P ও Q বিন্দুতে রক্ষিত চার্জদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান বের কর। 3
ঘ. দেখাও যে, P ও Q এর সংযোজক রেখার উপর একটি মাত্র বিন্দু আছে যেখানে প্রাবল্য শূণ্য। 8

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বজ্রপাতের ফলে বাড়িঘরের যাতে ক্ষতি না হয় সেজন্য যে ধাতব কৌশল ব্যবহার করা হয় তাকে বজ্র নিরোধক বলে।

খ বায়ুমন্ডলে জলীয় বাষ্প থাকে। এই জলীয় বাষ্প বায়ুমন্ডলের আহিত আয়নগুলোর ওপর ঘনীভূত হয়ে পানি কণার সৃষ্টি করে এবং তড়িতাহিত হয়। এই ধরনের পানির কণাগুলো একত্রিত হলেই মেঘের উৎপত্তি হয়। মেঘ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যেকোনো ভাবেই আহিত হতে পারে। তড়িতাহিত দুটি মেঘ কাছাকাছি এলে তাদের মধ্যে তড়িৎসঞ্চার হয়, তখন বিরাট অগ্নিস্ফুলিঙ্গের সৃষ্টি হয়। একে বিদ্যুৎচমক বলা হয়। একারণেই আকাশে বিজলী চমকায়।

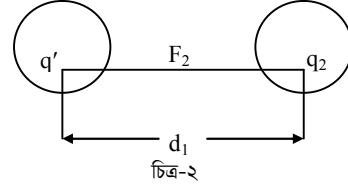
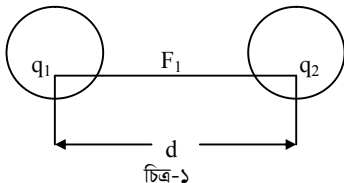


সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ 12C এবং -7.5C চার্জে চার্জিত বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 8m হলে তাদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান বের কর।

ঘ উদ্দীপকের Q এর বিন্দু হতে এমন একটি দূরত্ব প্রাবল্য বের কর যেন P বিন্দু থেকে ও ঐ দূরত্বে প্রাবল্য সমান।

প্রশ্ন 21



চিত্র-২

শিখনফল-৪ ও ৬

- ক. ধনাত্মক বিভব কী? 1
খ. তড়িৎ বলরেখা সমূহের বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা কর। 2
গ. $q_1 = 25C$, $q_2 = 15C$, $d = 2.5m$ হলে, F_1 এর মান কত? 3
ঘ. $q' = 2q_1$, এবং $d_1 = 4d$ হলে, F_1 ও F_2 এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর। 8

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ধনাত্মক আধানে আহিত পরিবাহকের বিভবকে ধনাত্মক বিভব বলে।

খ তড়িৎ বলরেখার ধর্ম : তড়িৎ বলরেখার নিম্নলিখিত বৈশিষ্ট্যসমূহ পরিলক্ষিত হয়-

১. বলরেখা ধনাত্মকভাবে চার্জিত পরিবাহীর পৃষ্ঠ থেকে লম্বভাবে বের হয় এবং ঋণাত্মকভাবে চার্জিত পরিবাহীর পৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে প্রবেশ করে।
২. বলরেখাগুলো পরস্পরের উপর আড়াআড়িভাবে পার্শ্ব চাপ প্রয়োগ করে এবং কখনো পরস্পরকে ছেদ করে না।
৩. বলরেখাগুলো স্থিতিস্থাপক সূতার ন্যায় দৈর্ঘ্য বরাবর সংকুচিত হয়।



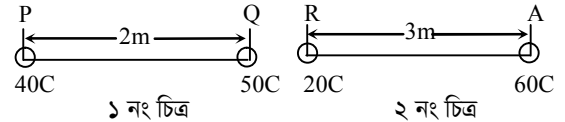
সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ দুটি চার্জের মান এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব দেয়া থাকলে তড়িৎ বলের মান বের কর।

ঘ বায়ু মাধ্যমে দুটি চার্জ রাখা আছে, তাদের একটি চার্জের মান দ্বিগুণ এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব 4 গুণ করা হলে স্থির তড়িৎ বলের কি পরিবর্তন হবে বের কর।

অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

প্রশ্ন 22



১ নং চিত্র

২ নং চিত্র

শিখনফল-৪

- ক. চার্জ কাকে বলে? 1
খ. আধানযুক্ত কণিকা থাকা সত্ত্বে স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণু তড়িৎ নিরপেক্ষ কেন- ব্যাখ্যা কর। 2
গ. ১নং চিত্র থেকে বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। 3
ঘ. ২নং চিত্রে “বস্তুদ্বয়ের আধানের গুণফল তিন গুণ করলে প্রাপ্ত বল, পূর্বের বলের তিনগুণ হবে”- উক্তিটির গাণিতিক প্রমাণ দাও। 8

প্রশ্ন 23 +25C এবং -36C মানের দুটো চার্জ পরস্পর থেকে 40cm দূরে অবস্থিত।

শিখনফল-৪ ও ৬

- ক. তড়িৎ বলরেখা কী? 1
খ. বজ্র নিরোধক কীভাবে কাজ করে? 2
গ. চার্জ দুটির মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। 3
ঘ. চার্জ দুটির সংযোজক সরলরেখার কোন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্যের মান শূন্য হবে? গাণিতিক ভাবে নির্ণয় কর। 8



নিজেকে যাচাই করি

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

মান-২৫

সময়: ২৫ মিনিট

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

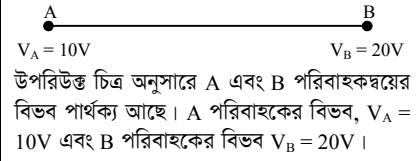
- স্প্রে গান কোনটি তৈরি করে?
 - নিরপেক্ষ কণা
 - আহিত কণা
 - অনাহিত কণা
 - রং
- বলরেখার মধ্যবর্তী ফাঁক তড়িৎ তীব্রতার কী নির্দেশ করে?
 - দিক
 - মান
 - মাত্রা
 - মান ও দিক
- ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতির বর্তনীতে বেশি পরিমাণে কোনটি ব্যবহৃত হয়?
 - রোধক
 - ধারক
 - অন্তরক
 - পরিবাহক
- কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে 30C এর একটি চার্জ স্থাপন করলে সেটি 150 N বল লাভ করে। ঐ ক্ষেত্রে 5C চার্জ স্থাপন করলে কত বল লাভ করবে?
 - 10 N
 - 30 N
 - 25 N
 - 50 N
- বিভব পার্থক্যের একক কোনটি?
 - কুলম্ব
 - ভোল্ট
 - অ্যাম্পিয়ার
 - ও'ম
- কোনো তড়িৎক্ষেত্রে 10C ও 20C এর দুটি আহিত বস্তু আনলে যথাক্রমে 20N ও 40N বল লাভ করে। এক্ষেত্রে তড়িৎ তীব্রতার মানের পার্থক্য কত?
 - 0 NC⁻¹
 - 1 NC⁻¹
 - 2 NC⁻¹
 - 4 NC⁻¹
- ধারকের পাতগুলোতে কত আধান জমা হবে তা কীসের ওপর নির্ভর করে?
 - বিভব পার্থক্যের উপর
 - ব্যাটারির ভোল্টেজের উপর
 - তড়িৎ প্রবাহের উপর
 - ব্যাটারির ক্ষমতার উপর
- কোনটি ব্যবহার করে রং স্প্রে করা হয়?
 - তাপমাত্রা
 - চাপ
 - স্থির তড়িৎ
 - চল তড়িৎ
- পরমাণুতে কোনটির সংখ্যা কমে গেলে প্রোটনের আধিক্য দেখা দেয়?
 - নিউট্রনের
 - প্রোটনের
 - ইলেকট্রনের
 - ভরসংখ্যা
- তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রে ব্যবহৃত দণ্ডের নিচে কয়টি পাত থাকে?
 - 1 টি
 - 2 টি
 - 3 টি
 - 4 টি
- ফটোকপি মেশিনের ড্রাম বহন করে—
 - ধনাত্মক আধান
 - ঋণাত্মক আধান
 - ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আধান
 - কোন চার্জ নয়
- ঝড় ও বৃষ্টির সময় কোনটি উত্তম—
 - একটি ছাতার নিচে দাঁড়ানো
 - গাছের নিচে দাঁড়ানো
 - নিকটস্থ কোন পরিবাহীর নিচে দাঁড়ানো
 - বৃষ্টিতে ভেজা

- সিন্ধ ও কাচদণ্ড ঘর্ষন করলে কোনটির স্থানান্তর ঘটবে?
 - ইলেকট্রন
 - প্রোটন
 - নিউট্রন
 - নিউক্লিয়াস
- আবিষ্কৃত পরিবাহকের যে প্রান্ত আবেশী বস্তুর নিকটে থাকে সেই প্রান্তে যে আধানের সঞ্চার হয় তাকে কী বলে?
 - আবেশী আধান
 - মুক্ত আধান
 - বন্ধ আধান
 - আবিষ্কৃত আধান
- দুটি আধানের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান কয়টি বিষয়ের ওপর নির্ভরশীল?
 - ১টি
 - ২টি
 - ৩টি
 - ৪টি
- 1C আধান বিশিষ্ট দুটি বস্তু দূরে বায়ু মাধ্যমে 1m দূরত্বে অবস্থান করলে তাদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল কত হবে?
 - 1N
 - $9 \times 10^9 N$
 - $4.5 \times 10^9 N$
 - $2.25 \times 10^9 N$
- $F = 2.25 \times 10^{12} N$, $q_1 = 20C$ ও $q_2 = 50C$ হলে আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব d কত?
 - 4 m
 - 3m
 - 2m
 - 1m
- তড়িৎ তীব্রতার ক্ষেত্রে—
 - এটি একটি ভেক্টর রাশি
 - এর একক NC⁻¹
 - এর একক Vm⁻¹
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - ii
 - ii ও iii
 - i ও ii
 - i, ii ও iii
- সমপরিমাণ দুটি আধানের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের মান চারগুণ হবে যখন—
 - দূরত্ব অর্ধেক
 - দূরত্ব দ্বিগুণ
 - আধান দ্বিগুণ
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i ও ii
 - i ও iii
 - ii ও iii
 - i, ii ও iii
- নিচের তথ্যগুলো লক্ষ্য কর:
 - বিমানের চাকা পরিবাহক রাবার দিয়ে তৈরি
 - মাটিতে স্পর্শ করলে বিমানের আধান ভূমিতে চলে যায়
 - বিমানে জ্বালানি ভরার সময় কিছু আধান ভূমিতে চলে যায়
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i ও ii
 - ii ও iii
 - i ও iii
 - i, ii ও iii

২১. প্রত্যেক পদার্থেই থাকে—

- ইলেকট্রন
 - প্রোটন
 - নিউট্রন
- নিচের কোনটি সঠিক?
- i
 - ii ও iii
 - i ও ii
 - i, ii ও iii

নিচের চিত্রটি লক্ষ্য করো ২২ ও ২৩ নং প্রশ্ন দুটির উত্তর দাও।



- উপরিউক্ত চিত্র অনুসারে A এবং B পরিবাহকদ্বয়ের বিভব পার্থক্য আছে। A পরিবাহকের বিভব, $V_A = 10V$ এবং B পরিবাহকের বিভব $V_B = 20V$ ।
 - অসীম থেকে 1C ধনাত্মক আধান A বিন্দু পর্যন্ত আনতে 10J কাজ করতে হবে
 - অসীম থেকে 10C ধনাত্মক আধান A বিন্দু পর্যন্ত আনতে 100J কাজ করতে হবে
 - 1C ঋণাত্মক আধানকে A বিন্দু হতে অসীম পর্যন্ত আনতে 10J কাজ করতে হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

- i ও ii
- ii ও iii
- i ও iii
- i, ii ও iii

২৩. দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য কত এবং ইলেকট্রন কোনদিকে প্রবাহিত হয়?

- 10V, BA এর দিকে
- 10V, AB এর দিকে
- 5V, BA এর দিকে
- 5V, AB এর দিকে

নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ২৪ ও ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর দাও

একজন ছাত্র তার বিজ্ঞান পরীক্ষাগারে কয়েকটি বস্তুকে পরস্পরের সাথে ঘষে ধনাত্মক আধানে চার্জিত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের চাকতির নিকট ধরল। a, b, c বস্তু তিনটির ক্ষেত্রে পর্যবেক্ষণের ফলাফল হলো।

- a বস্তুর ক্ষেত্রে পাতদ্বয়ের ফাঁক বৃদ্ধি পায়
 - b বস্তুর ক্ষেত্রে পাতদ্বয়ের ফাঁক হ্রাস পায়
 - c বস্তুর ক্ষেত্রে পাতদ্বয় ফাঁক হ্রাস পায়।
- পাতদ্বয়ের ফাঁকের হ্রাস-বৃদ্ধি কোন মৌলিক কণা নিয়ন্ত্রণ করেছে?
 - প্রোটন
 - ইলেকট্রন
 - নিউট্রন
 - নিউক্লিয়াস
 - পর্যবেক্ষণের ক্ষেত্রে সঠিক—
 - a বস্তুটি ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত
 - b বস্তুটি ঋণাত্মক চার্জে চার্জিত
 - c বস্তুটি চার্জ নিরপেক্ষ
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i ও ii
 - ii ও iii
 - i ও iii
 - i, ii ও iii

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

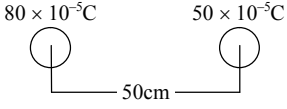
১ ৩ ৬

সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

মান-৫০

১.▶



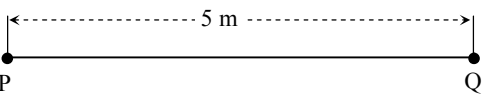
- ক. বাস্তব দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য কাকে বলে? ১
 খ. দুইটি আধানের মধ্যকার আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে? ২
 গ. চার্জ দুটির সংযোগ রেখার মধ্যবিন্দুতে একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে লম্বি তড়িৎ প্রাবল্যের মান কত হবে? ৩
 ঘ. A একটি বিন্দু যা আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বকে 1 : 2 অনুপাতে বিভক্ত করে। ঐ A বিন্দুতে $10 \times 10^{-5} \text{C}$ মানের আধান স্থাপন করলে ঐ A বিন্দুতে লম্বি বলের মান শূন্য হবে কিনা— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

২.▶ চিত্রে একই উপাদানের এবং একই আকারের তিনটি ধাতব গোলক দেখানো হল;



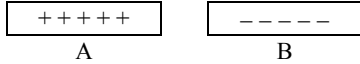
A, B, C গোলক তিনটি একই সরলরেখায় অবস্থিত এবং $AB = 2\text{m}$, $BC = 2\text{m}$

- ক. তড়িৎবিক্ষেপ যন্ত্র কী? ১
 খ. একটি বস্তু চার্জিত বা অচার্জিত তা তুমি কীভাবে পরখ করবে? – ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. A এবং C গোলকদ্বয়ের মধ্যকার ক্রিয়াশীল বল কত? ৩
 ঘ. A, B, C গোলক তিনটিকে কিছুক্ষণের জন্য স্পর্শ করিয়ে আগের অবস্থানে রেখে A ও B এর মধ্যে এবং A ও C এর মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের তুলনা কর। ৪
 ৩.▶ P ও Q বিন্দুর চার্জ যথাক্রমে $-12.5 \times 10^{-6} \text{C}$ ও $-7.5 \times 10^{-6} \text{C}$ এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 5 m।



- ক. বজ্র নিরোধক কী? ১
 খ. আকাশে বিজলী চমকায় কেন? ২
 গ. P ও Q বিন্দুতে রক্ষিত চার্জদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. দেখাও যে P ও Q এর সংযোজক রেখার উপর একটি মাত্র বিন্দু আছে যেখানে প্রাবল্য শূন্য। ৪

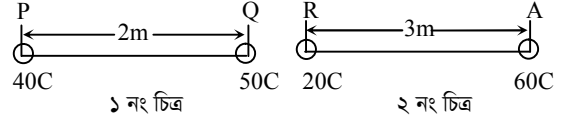
৪.▶



A ও B দুটি বিপরীতধর্মী প্রকৃতির আহিত বস্তু। আবেশ প্রক্রিয়ায় A এর সাহায্যে B বস্তুকে আহিত করা হয়েছে। A আবেশ প্রক্রিয়া সম্পন্ন হওয়ার পর A ও B কে 5 m দূরত্বে রাখা হয়েছে। A বস্তুতে আধানের পরিমাণ 50 কুলম্ব।

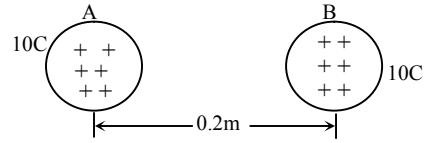
- ক. তড়িৎ প্রবাহ কাকে বলে? ১
 খ. রুপার আপেক্ষিক রোধ $1.6 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ বলতে কী বোঝায়? ২
 গ. B বস্তুটিকে আহিত করার পদ্ধতি বর্ণনা কর। ৩
 ঘ. আহিত বস্তুটির আধানের পরিমাণ ও মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে এদের মধ্যকার আকর্ষণ বলের কোনোরূপ পরিবর্তন হবে কি? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৫.▶



- ক. চার্জ কাকে বলে? ১
 খ. আধানযুক্ত কণিকা থাকা সত্ত্বে স্বাভাবিক অবস্থায় পরমাণু তড়িৎ নিরপেক্ষ কেন— ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. ১নং চিত্র থেকে বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. ২নং চিত্রে “বস্তুদ্বয়ের আধানের গুণফল তিন গুণ করলে প্রাপ্ত বল, পূর্বের বলের তিনগুণ হবে”— উক্তিটির গাণিতিক প্রমাণ দাও। ৪

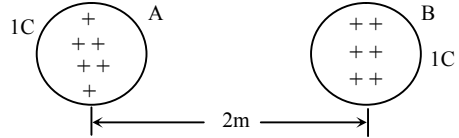
৬.▶



চিত্রে, A ও B চার্জ দুটির মধ্যে একটি বল কাজ করে। এ বল কয়েকটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

- ক. আবেশী আধান কাকে বলে? ১
 খ. একটি সরল ধারক তৈরি করা হয় কীভাবে? ২
 গ. আধানদ্বয়ের মধ্যে তড়িৎ বলরেখা চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৩
 ঘ. চার্জদ্বয়ের প্রত্যেককে দ্বিগুণ এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্বকে অর্ধেক করা হলে এদের মধ্যবর্তী বলের মান $3.6 \times 10^{14} \text{N}$ হবে। গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

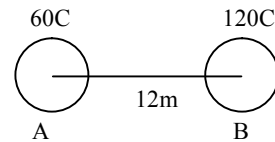
৭.▶



উপরের চিত্রে শূন্য বিভবের কোনো স্থান থেকে A এবং B বস্তুতে 1C ধনাত্মক আধান আনতে যথাক্রমে 100J এবং 10J কাজ করতে হয়। [এখানে; $C = 9 \times 10^9 \text{Nm}^2\text{C}^{-2}$]

- ক. তড়িৎ তীব্রতা কাকে বলে? ১
 খ. সমজাতীয় ও সমপরিমাণ চার্জে চার্জিত দুইটি বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব তিনগুণ করলে তাদের মধ্যে বিকর্ষণ বলের কী পরিবর্তন হবে তা ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. A ও B এর মধ্যবর্তী বলের মান নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. A ও B কে পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করে ইলেকট্রন প্রবাহের দিক ব্যাখ্যা কর। ৪

৮.▶



- ক. শূন্য বিভব কী? ১
 খ. টেলিভিশন বা কম্পিউটার মনিটর তাড়াতাড়ি ময়লা হয় কেন? ২
 গ. চার্জ দুটির মধ্যবর্তী ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. একটি একক ধনাত্মক আধানকে আধান দুটির মধ্যে কোথায় স্থাপন করলে A কর্তৃক সৃষ্ট বল B কর্তৃক সৃষ্ট বলের দ্বিগুণ হবে? ৪

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি

মডেল প্রশ্নপত্রের উত্তর

১	খ	২	খ	৩	খ	৪	গ	৫	খ	৬	ক	৭	খ	৮	গ	৯	গ	১০	খ	১১	ক	১২	ঘ	১৩	ক
১৪	গ	১৫	গ	১৬	খ	১৭	গ	১৮	ঘ	১৯	খ	২০	ঘ	২১	খ	২২	ক	২৩	খ	২৪	খ	২৫	খ		