

দশম অধ্যায়

স্থির তড়িৎ

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও সমাধান

প্রশ্ন - ১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রিমা চুল আচড়ানোর পর দেখতে পেল তার চিরুনি ছোট ছোট কাগজের টুকরাকে আকর্ষণ করছে। সীমা বলল চিরুনিটি ধনাত্মকভাবে আহিত হয়েছে, যার জন্য এটা ঘটেছে। রিমার বক্তব্য চিরুনিটি ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়েছে। বিষয়টির সুরাহার জন্য দুজন তাদের পদার্থবিজ্ঞান শিক্ষককে খুঁজতে গিয়ে তাকে পদার্থবিজ্ঞান গবেষণাগারে পেল। তিনি সব শূনে তাদেরকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে পরীক্ষা করে চিরুনির আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করতে বললেন।

ক. আধান বলতে কী বুঝ?

খ. ঘর্ষণে কেন বস্তু আহিত হয় বুঝিয়ে

দাও।

গ. চিরুনিটি আহিত হওয়ার কারণ বর্ণনা

কর।

ঘ. যন্ত্রটির সাহায্যে কিভাবে চিরুনিটির

আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করা যাবে

ব্যাখ্যা কর।

▶◀ ১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

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

খ. ঘর্ষণে ইলেকট্রন আদান-প্রদানের কারণে বস্তু আহিত হয়।

দুই বস্তুকে যখন পরস্পরের সংস্পর্শে আনা হয় বা ঘর্ষণ হয়, তখন যে বস্তুর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি সেই বস্তু অপর বস্তুটি থেকে ইলেকট্রন সংগ্রহ করে ঋণাত্মক আধানে আহিত হয় এবং যে বস্তুটি ইলেকট্রন হারায় সেটি ধনাত্মক আধানে আহিত হয়। এ কারণেই ঘর্ষণে বস্তু আহিত হয়।

গ. চিরুনিটি আহিত হওয়ার কারণ চুলের সাথে ঘর্ষণের ফলে স্থির তড়িৎ উদব হওয়া।

কোনো পরমাণুতে যতক্ষণ পর্যন্ত ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যা সমান থাকে ততক্ষণ পর্যন্ত তা তড়িৎ নিরপেক্ষ থাকে। কিন্তু পরমাণুতে এদের সংখ্যা সমান না হলে পরমাণু তড়িৎগ্রস্ত হয় অর্থাৎ আহিত হয়। কোনো পরমাণুতে

ইলেকট্রনের সংখ্যা কমে গেলে প্রোটনের আধিক্য দেখা দেয়। এ অবস্থাকে বলা হয় ধনাত্মক আধানে আহিত হওয়া। আবার এই বিচ্ছিন্ন ইলেকট্রন অপর কোনো পরমাণুর সাথে যুক্ত হলে সে পরমাণুতে প্রোটনের চেয়ে ইলেকট্রন সংখ্যা বেড়ে যায়, ফলে ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা স্বাভাবিকের চেয়ে কম বা বেশি হওয়াকে আহিত হওয়া বলে।

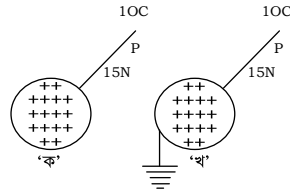
রিমা যখন চিরুনি দিয়ে চুল আঁচড়ায় তখন চিরুনি ও চুলের মধ্যে ঘর্ষণ হয়। ফলে ইলেকট্রন আদান প্রদান হয় এবং চিরুনির স্বাভাবিক ইলেকট্রন সংখ্যার পরিবর্তন হয়। অর্থাৎ চিরুনি আর তড়িৎ নিরপেক্ষ থাকে না। এ কারণেই চিরুনিটি আহিত হয়।

ঘ. যন্ত্রটির সাহায্যে তড়িৎ আবেশ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে চিরুনিটির আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করা যাবে।

চিরুনিতে আধানের প্রকৃতি নির্ণয়ের জন্য আগে যন্ত্রটিকে ধনাত্মক কিংবা ঋণাত্মক আধানে আহিত করতে হবে। মনে করি যন্ত্রের চাকতির তথা পাতদ্বয়কে ধনাত্মক আধানে আহিত করা হলো। ফলে পাতদ্বয় ফাঁক হবে। এরপর চিরুনিটিকে স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের চাকতির সংস্পর্শে আনতে হবে। যদি পাতদ্বয়ের ফাঁক কমে যায়, তাহলে বুঝতে হবে ওই চিরুনিটি ঋণাত্মক আধানে আহিত। যদি ফাঁক বেড়ে যায় তাহলে বুঝতে হবে চিরুনি ধনাত্মক আধানে আহিত।

এভাবে যন্ত্রটির সাহায্যে চিরুনিটির আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করা যাবে।

প্রশ্ন –২▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. তড়িৎক্ষেত্র কি?

খ. P বিন্দুতে স্থাপিত বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করলে এটির উপর অনুভূত বলের কিরূপ পরিবর্তন ঘটবে?

? গ. 'ক' চিত্রে P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্ণয় কর।

ঘ. চিত্র 'ক' অপেক্ষা চিত্র 'খ' এ অনুভূত বলের পরিবর্তন বিশ্লেষণ কর।

▶◀ ২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. একটি আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঞ্চলব্যাপী তার প্রভাব বজায় থাকে তাকে ওই বস্তুর তড়িৎক্ষেত্র বলে।

খ. 'ক' চিত্রে P বিন্দুতে স্থাপিত 10C চার্জবিশিষ্ট বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন করলে ধনাত্মক চার্জবিশিষ্ট বস্তু হতে এর দূরত্ব পরিবর্তিত হয়। যেহেতু P বিন্দুতে স্থাপিত বস্তুর উপর অনুভূত বল ধনাত্মক আধান হতে এর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। তাই দূরত্ব বাড়লে বল কমবে এবং দূরত্ব কমলে বল বাড়বে। খ চিত্রে বস্তুটি ভ্রুসংযোগে থাকায় নিস্তড়িৎ হবে এবং এ ক্ষেত্রে আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বল অনুভূত হবে না।

গ. এখানে, ক চিত্রে,

$$\text{বল, } F = 15 \text{ N}$$

$$P \text{ বিন্দুতে স্থাপিত আধান, } q = 10 \text{ C}$$

$$\text{তড়িৎ প্রাবল্য, } E = ?$$

$$\text{আমরা জানি, } E = \frac{F}{q}$$

$$\therefore E = \frac{15 \text{ N}}{10 \text{ C}} = 1.5 \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, 'ক' চিত্রে P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য 1.5 NC^{-1} ।

ঘ. 'ক' চিত্রে ধনাত্মক আধানে আহিত বস্তুকে তড়িৎ ক্ষেত্রের উৎস হিসেবে ব্যবহার করা হয়েছে এবং এ জন্য P বিন্দুতে স্থাপিত 10 C চার্জ 15 N বল অনুভব করে।

'খ' চিত্রে ধনাত্মক আধানে আহিত বস্তুকে তড়িৎ ক্ষেত্রের উৎস হিসেবে ব্যবহার করে তা ভ্রুসংযুক্ত করা হয়েছে। আহিত বস্তুটি ভ্রুসংযুক্ত হওয়ায় ভূমি থেকে ইলেকট্রন এসে ধনচার্জকে প্রশমিত করে। ফলে বস্তুটির আহিত অবস্থা বিনষ্ট হবে এবং এর তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো প্রভাব থাকবে না। P বিন্দুতে স্থাপিত 10 C চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল বল, শূন্য হবে।

এভাবে চিত্র 'ক' অপেক্ষা চিত্র 'খ'-এ অনুভূত বলের পরিবর্তন ঘটে।

প্রশ্ন -৩ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$q_1(30\text{C})$ ও $q_2(40\text{C})$ ধনাত্মকভাবে আহিত দুটো বস্তুকে পরস্পর হতে 20m দূরত্বে স্থাপন করা হয়। q_1 বস্তুকে q_2 এর তড়িৎক্ষেত্র এবং q_2 বস্তুকে q_1 এর তড়িৎক্ষেত্রে আনতে যথাক্রমে 25J এবং 15J কাজ সম্পন্ন করতে হয়।

ক. ওমের 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 ইলেকট্রনের প্রবাহ কেমন হবে?

গাণিতিক যুক্তি দাও।

৪

▶◀ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোনো নির্দিষ্ট পরিবাহকের মধ্য দিয়ে যে তড়িৎপ্রবাহ চলে তা ঐ পরিবাহকের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

খ. ভূসংযোগ তার : সকল বৈদ্যুতিক সরঞ্জাম বা উপকরণের বৈদ্যুতিক বর্তনী সম্পূর্ণ করার জন্য কমপক্ষে দুইটি তারের দরকার। এগুলো হলো জীবন্ত ও নিরপেক্ষ তার। জীবন্ত তার বৈদ্যুতিক সরঞ্জামে বৈদ্যুতিক শক্তি সরবরাহ করে। অপরদিকে নিরপেক্ষ তারের মাধ্যমে তড়িৎপ্রবাহ উৎসে ফিরে আসে এবং বর্তনী সম্পূর্ণ করে। নিরপেক্ষ তার সাধারণত বৈদ্যুতিক সরঞ্জামের ধাতব ঢাকানার সাথে সংযুক্ত থাকে। বিভিন্ন কারণে বর্তনী ত্রুটিযুক্ত থাকতে পারে। এক্ষেত্রে জীবন্ত তার থেকে উচ্চমানের তড়িৎপ্রবাহ ধাতব ঢাকনা হয়ে ভূসংযোগ তার দিয়ে মাটিতে চলে যাবে। এজন্যই বৈদ্যুতিক সংযোগের ক্ষেত্রে অতিরিক্ত একটি তার ব্যবহার করা হয়।

গ. দেওয়া আছে,

আধান, $q_1 = 30C$

আধান, $q_2 = 40C$

q_1 ও q_2 এর মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক হলে, আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = \frac{20m}{2} = 10m$

ধ্রুবক $c = 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2}$

মধ্যবর্তী বলের মান, $F = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$= 1.08 \times 10^{11}N$$

অতএব, আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব $1.08 \times 10^{11}N$ ।

ঘ. উদ্দীপক অনুসারে,

আধান $q_1 = 30C$

আধান, $q_2 = 40C$

q_1 বস্তুকে q_2 এ তড়িৎক্ষেত্রে আনতে কৃত কাজ, $W_1 = 25J$

q_2 বস্তুকে q_2 তড়িৎক্ষেত্রে আনতে কৃতকাজ, $W_2 = 15J$

q_1 এর জন্য তড়িৎ বিভব $= V_1$

q_2 এর জন্য তড়িৎ বিভব $= V_2$

q_1 আধানের বস্তুর ক্ষেত্রে,

$$\text{আমরা জানি, } V_1 = \frac{W_1}{q_1}$$

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

$$= 0.833V$$

আবার, q_2 আধানের বস্তুর ক্ষেত্রে,

$$\text{আমরা জানি, } V_2 = \frac{W_2}{q_2}$$

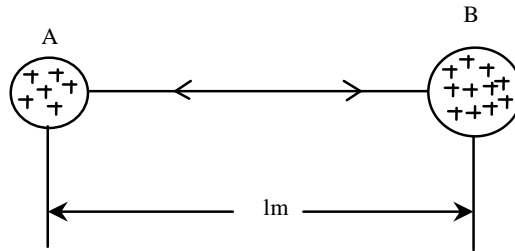
$$= \frac{15J}{40C}$$

$$= 0.375 V$$

আমরা জানি, দুইটি ধনাত্মকভাবে আহিত বস্তুকে পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করলে বেশি বিভবের বস্তু থেকে কম বিভবের বস্তুতে ধনাত্মক আধান প্রবাহিত হবে। দুইটি বস্তুর বিভব সমান না হওয়া পর্যন্ত আধানের এই প্রবাহ চলতে থাকে। উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, $V_1 > V_2$ ।

সুতরাং q_1 বস্তু থেকে আধানের প্রবাহ q_2 বস্তুতে যাবে।

প্রশ্ন - ৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



A ও B বস্তুর আধান যথাক্রমে 10C ও 30C

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 কোনো অনাহিত পরিবাহককে ধনাত্মক আধানে আহিত করা সম্ভব কি? চিত্রসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একক ধনাত্মক আধানকে বর্তনীর এক বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে স্থানান্তর করতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলে।

খ. একটি স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রকে প্রথমে ধনাত্মক কিংবা ঋণাত্মক আধানে আহিত করি।

যদি তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রটিকে ধনাত্মক আধানে আহিত করা হয় তবে পাতদ্বয়ে ধনাত্মক আধান থাকায় এরা ফাঁক হয়ে যাবে। এমতাবস্থায় A বস্তুটিকে ঐ যন্ত্রের ধাতব চাকতিতে স্পর্শ করালে, যন্ত্রের পাতদ্বয়ের ফাঁক আরো বাড়বে।

আবার স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রটিকে ঋণাত্মক আধানে আহিত করে A বস্তুটিকে ঐ যন্ত্রের ধাতব চাকতিতে স্পর্শ করালে পাতদ্বয়ের ফাঁক কমবে। কারণ A বস্তুটি ধনাত্মক চার্জে চার্জিত। ফলে সমধর্মী আধান পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং বিপরীতধর্মী আধান পরস্পরকে আকর্ষণ করে।

গ. দেওয়া আছে,

$$A \text{ বস্তুর আধান, } q_A = 10C$$

$$B \text{ বস্তুর আধান, } q_B = 30C$$

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

$$A \text{ ও } B \text{ বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান, } F = ?$$

আমরা জানি,

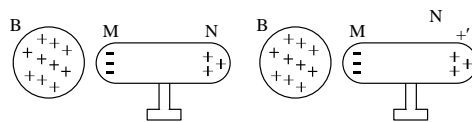
$$F = C \frac{q_A q_B}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{10C \times 30C}{(1m)^2} [\because C = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}]$$

$$= 2.7 \times 10^{12} \text{ N}$$

অতএব, A ও B বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান $2.7 \times 10^{12} \text{ N}$ ।

ঘ. একটি আহিত বস্তুর কাছে এনে স্পর্শ না করে শুধুমাত্র এর উপস্থিতিতে কোনো অনাহিত বস্তুকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।



(ক)

(খ)

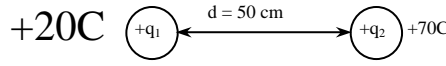
মনে করি, MN একটি অনাহিত পরিবাহক।

B বস্তুকে MN পরিবাহকের M প্রান্তে আনলে পরিবাহকের মুক্ত ইলেকট্রনগুলো B বস্তুর ধনাত্মক আধান দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে M প্রান্তে সরে আসে [চিত্র (ক) হতে] ফলে N প্রান্তে ইলেকট্রন ঘাটতি সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ N প্রান্ত ধনাত্মক আধানে আহিত হয় এবং M প্রান্ত ঋণাত্মক আধানযুক্ত হয়। আধান সংগ্রাহক দিয়ে N প্রান্ত থেকে কিছু আধান সংগ্রহ করে [চিত্র (খ)] তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে এর প্রকৃতি নির্ণয় করলে উপরিউক্ত বস্তুবোয় সত্যতা পাওয়া যাবে।

MN পরিবাহকে নতুন কোনো আধান উৎপন্ন হয় না। B বস্তুর উপস্থিতির কারণে সমপরিমাণ বিপরীত জাতীয় আধান পৃথক হয়ে পরিবাহীর দুই প্রান্তে সরে গেছে মাত্র। যতক্ষণ B বস্তুটি MN পরিবাহীর কাছে থাকবে ততক্ষণ বিপরীত আধান এভাবে পৃথক হয়ে পরিবাহীর দুইপ্রান্তে অবস্থান করে।

উপরিউক্ত পরীক্ষণের সাহায্যে বলা যায় যে, B বস্তুটির সাহায্যে কোনো অনাহিত পরিবাহককে আহিত করা সম্ভব তবে ধনাত্মক আধানে আহিত করা সম্ভব নয়।

প্রশ্ন -৫ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



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

▶◀ ৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. একটি আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঞ্চলব্যাপী তার প্রভাব বজায় থাকে তাকে ঐ বস্তুর তড়িৎক্ষেত্র বলে।

খ. রাস্তায় বিদ্যুৎ লাইনের তার খাটাবার সময় ধাতব খুঁটির সাথে সরাসরি সংযুক্ত করা হয় না। ধাতু তড়িত 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। এই অনাকাঙ্ক্ষিত ঘটনা এড়ানোর জন্য অপরিবাহী পোর্সেলিনের কাপের মধ্য দিয়ে তারকে খুঁটির সাথে সংযোগ দেওয়া হয়।

গ. দেওয়া আছে,

আধান, $q_1 = + 20C$

আধান, $q_2 = + 70C$

আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 50cm$
 $= 0.5m$

ধুবক, $C = 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2}$

বলের পরিমাণ, $F = ?$

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

$$= 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times \frac{20C \times 70C}{(0.5m)^2} = 5.04 \times 10^{13}N$$

নির্ণেয় বলের পরিমাণ $5.04 \times 10^{13}N$.

ঘ. যদি আধানদ্বয়কে অর্ধেক এবং দূরত্ব দ্বিগুণ করা হয়, তবে বলের মানের কিরূপ পরিবর্তন হবে তা নিচে গাণিতিক যুক্তিসহ উপস্থাপন করা হলো :

প্রদত্ত শর্তমতে,

$$\text{আধান, } q_1 = \frac{20C}{2}$$

$$= 10C$$

$$\text{আধান, } q_2 = \frac{70C}{2}$$

$$= 35C$$

আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 2 \times 50cm$
 $= 100cm = 1m$

ধুবক, $C = 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2}$

বলের পরিমাণ, $F' = ?$

আমরা জানি, $F' = c \frac{q_1 q_2}{d^2}$

$$= 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times \frac{10C \times 35C}{(1m)^2}$$

$$= 3.15 \times 10^{12}N$$

‘গ’ নং থেকে পাই; বলের পরিমাণ, $F = 5.04 \times 10^{13}N$

\therefore পরিবর্তিত বলের পরিমাণ $= F - F'$

$$= 5.04 \times 10^{13}N - 3.15 \times 10^{12}N$$

$$= 4.725 \times 10^{13}N$$

অতএব, আধানদ্বয়কে অর্ধেক এবং দূরত্বকে দ্বিগুণ করা হলে পূর্বের চেয়ে $4.725 \times 10^{13} \text{N}$ বল কম হবে।

প্রশ্ন -৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

হারুন প্লাস্টিকের স্কেল দিয়ে তার শুকনো চুলের সাথে কিছুক্ষণ ঘষে কতগুলো কাগজের টুকরোর কাছে ধরল। এবার সে একটি হালকা শোলার বলকে একটি সুতার সাহায্যে কোনো স্ট্যান্ড বা হুক থেকে ঝুলিয়ে দিল। এরপর একটি কাচদণ্ড ও রেশমি কাপড়ের টুকরো সূর্যের কিরণে শুকিয়ে গরম করে নিয়ে রেশমি কাপড়ের টুকরা দিয়ে শুকনো কাচদণ্ডের একপ্রান্ত ভালোভাবে ঘষল। এখন কাচদণ্ডের ঘষা প্রান্তটি মুক্তভাবে ঝুলানো হালকা শোলার বলের কাছে আনল।

ক. স্থির তড়িৎ কী? ১

খ. স্থির তড়িৎ উৎপন্ন হওয়ার কারণ
ব্যাখ্যা কর। ২

গ. স্কেলটি কাগজের টুকরোগুলোর উপর
কী প্রভাব ফেলবে ব্যাখ্যা
কর। ৩

?

ঘ. উদ্দীপকের কাচদণ্ডটির ঘষা প্রান্ত
মুক্তভাবে ঝুলানো হালকা শোলার
বলের কাছে আনলে কী ঘটবে বলে
মনে কর? বর্ণনা কর। ৪

▶◀ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. ঘর্ষণের ফলে সৃষ্ট তড়িৎ যেখানে উৎপন্ন হয় সেখানেই থাকে অর্থাৎ একস্থান থেকে অন্যস্থানে চলাচল করে না বলে একে স্থির তড়িৎ বলে।

খ. স্থির তড়িৎ উৎপন্ন হওয়ার কারণ এক বা একাধিক বস্তুর ঘর্ষণ।

বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তুদ্বয়কে যখন ঘর্ষণ করা হয় তখন যে বস্তুর ইলেকট্রনের আসক্তি বেশি সে বস্তু অপর বস্তু থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। অপর বস্তুটিতেও ইলেকট্রনের ঘাটতি হওয়ায় তা ধনাত্মক আধানে আহিত হয়। এভাবে বস্তুদ্বয়ে স্থির তড়িৎ উৎপন্ন হয়।

গ. প্লাস্টিকের স্কেলটিকে শুকনো চুলের সাথে ঘষার ফলে চুল হতে স্কেলটিতে বেশ কিছু মুক্ত ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটবে। কারণ প্লাস্টিকের ইলেকট্রনের প্রতি আসক্তি বেশি চুলের চেয়ে। এতে স্কেলটি ঋণাত্মক আধানে আহিত হবে। এবার স্কেলটিকে কাগজের টুকরাগুলোর কাছে আনলে টুকরাগুলোতে বিপরীতধর্মী ধনাত্মক আধান আবিষ্কৃত হবে। এ দুইটি বিপরীত আধানের মধ্যকার আকর্ষণ বলের দরুন কাগজের টুকরাগুলো প্লাস্টিকের স্কেলের প্রতি আকৃষ্ট হবে।

ঘ. আমরা জানি, স্বাভাবিক অবস্থায় পদার্থের পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটন সমপরিমাণে থাকে। তবে প্রত্যেক পরমাণুরই প্রয়োজনের অতিরিক্ত ইলেকট্রনের প্রতি আসক্তি থাকে। ইলেকট্রনের প্রতি এই আসক্তি বিভিন্ন বস্তুতে বিভিন্ন রকম। তাই দুটি বস্তুকে যখন পরস্পরের সংস্পর্শে আনা হয় তখন যে বস্তুর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি সে বস্তু অপর বস্তুটি থেকে ইলেকট্রন সংগ্রহ করে ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়।

উদ্দীপকে উল্লিখিত শুকনো কাচদণ্ডটিকে সূর্যের কিরণে শুকনো রেশমি কাপড়ের টুকরার সাথে ঘষা হলে কাচদণ্ডের তুলনায় রেশমি কাপড়ের ইলেকট্রন আসক্তি বেশি হওয়ায় কাচদণ্ড থেকে বেশ কিছু ইলেকট্রন রেশমি কাপড়ের টুকরায় চলে যায়। এর ফলে রেশমি কাপড় ঋণাত্মক আধানে এবং কাচদণ্ড ধনাত্মক আধানে আহিত হয়। এর ফলে কাচদণ্ডটিকে শোলার বলের কাছে আনলে বলটি বিপরীতধর্মী ঋণাত্মক আধানে আবিষ্ট হয়। কাচদণ্ডের ধনাত্মক আধান এবং বলের ঋণাত্মক আধানের মধ্যকার আকর্ষণের দরুন বলটি কাচদণ্ডের দিকে আকৃষ্ট হয়।

প্রশ্ন – ৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

তারেক একটি ফুলানো বেলুনকে তার জামার সাথে ঘষার পর এটিকে দেওয়ালের সাথে একটুখানি চেপে ধরে ছেড়ে দিল। দেখল বেলুনটি দেওয়ালের গায়ে আটকে গেছে। এবার সে একটি প্লাস্টিকের বস্তুকে জামার সাথে ভালোভাবে ঘষল। এরপর সে বাথরুমে এসে পানির কল ক্ষীণ ধারায় ছেড়ে দিয়ে প্লাস্টিকের বস্তুটিকে পানির ধারার কাছে ধরে দেখল পানির ধারা বস্তুটির দিকে কিছুটা বেঁকে আসছে।

ক. তড়িৎ আবেশ কী? ১

খ. তড়িৎগ্রস্ত হওয়া বলতে কী বোঝ? ২

গ. পানির ক্ষীণ ধারাটি কেন প্লাস্টিকের বস্তুটির দিকে এগিয়ে আসল— ব্যাখ্যা

কর। ৩

ঘ. বেলুনটি দেওয়ালে চেপে ধরে ছেড়ে দেওয়ার পর কী অবস্থার সৃষ্টি হলো— বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ **এনং প্রশ্নের উত্তর** ▶◀

ক. কোনো অনাহিত বস্তুকে আহিত বস্তুর কাছে এনে স্পর্শ না করে শুধুমাত্র আহিত বস্তুর উপস্থিতিতে অনাহিত বস্তুকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ. কোনো পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটনের সংখ্যা সমান না হলে পরমাণু তড়িৎগ্রস্ত অর্থাৎ আহিত হয়।

কোনো পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা কমে গেলে প্রোটনের আধিক্য দেখা যায়। এই অবস্থাকে বলা হয় ধনাত্মক আধানে আহিত হওয়া। আবার এই বিচ্ছিন্ন ইলেকট্রন অপর কোনো পরমাণুর সাথে যুক্ত হলে সেই পরমাণুতে

ইলেকট্রনের সংখ্যা বেড়ে যায়, ফলে পরমাণু ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। কোনো বস্তুর ক্ষেত্রে এ ঘটনা ঘটলে বস্তুটিকে তড়িৎগ্রস্ত হওয়া বলে।

গ. পরস্পর বিপরীত আধানের মধ্যকার আকর্ষণের দরুন পানির ক্ষীণ ধারাটি প্লাস্টিকের বস্তুর নিকট সরে আসে। প্লাস্টিকের বস্তু এবং জামার মধ্যে প্লাস্টিকের বস্তুর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি। তাই প্লাস্টিকের বস্তুটিকে জামার সাথে ঘষার ফলে বস্তুটি জামা থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। পানির কল থেকে পড়া একটি ক্ষীণ পানির ধারার কাছে প্লাস্টিকের বস্তুটিকে আনলে নিকটস্থ পানিতে সাময়িকভাবে প্লাস্টিকের বস্তুর আধানের বিপরীতধর্মী ধনাত্মক আধান আবিষ্কৃত হয়।

অর্থাৎ পানির ধারা ও প্লাস্টিকের বস্তুটি আলাদা আধানবিশিষ্ট হওয়ার কারণে পানির ক্ষীণ ধারাটি প্লাস্টিকের বস্তুটির দিকে এগিয়ে আসল।

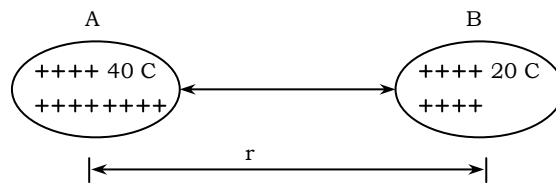
ঘ. বেলুনটি দেওয়ালে চেপে ধরে ছেড়ে দেওয়ার পর বেলুনটি দেওয়াল থেকে সরে আসেনি। বরং দেওয়ালের সাথে লেগেই ছিল।

স্বাভাবিক অবস্থায় পদার্থের পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটন সমপরিমাণে থাকে। তবে প্রত্যেক পরমাণুরই প্রয়োজনের অতিরিক্ত ইলেকট্রনের প্রতি আসক্তি থাকে। ইলেকট্রনের প্রতি এই আসক্তি বিভিন্ন বস্তুতে বিভিন্ন রকম। তাই দুটি বস্তুকে যখন পরস্পরের সংস্পর্শে আনা হয় তখন যে বস্তুর ইলেকট্রন আসক্তি বেশি সে বস্তু অপর বস্তুটি থেকে ইলেকট্রন সংগ্রহ করে ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়।

আমরা জানি, বেলুন রাবার জাতীয় পদার্থ দ্বারা তৈরি। ফলে জামার কাপড়ের চেয়ে বেলুনের ইলেকট্রন আসক্তি বেশি থাকে। তাই তিনি তখন তার জামার সাথে ফুলানো বেলুনটিকে ঘষে তখন বেলুনটি ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। বেলুনটিকে দেওয়ালের নিকট আনলে এবং চেপে ধরলে দেওয়ালে বেলুনের আধানের বিপরীতধর্মী ধনাত্মক আধান আহিত হয়। বেলুনটি অন্তরক পদার্থের (রাবার) তৈরি হওয়ায় চেপে ধরা সত্ত্বেও আধান স্থানান্তর সম্ভব হয়নি।

উপরিউক্ত আলোচনা থেকে বলা যায়, দেওয়ালের আবিষ্কৃত ধনাত্মক আধান ঋণাত্মক আধানবিশিষ্ট বেলুনকে আকর্ষণ করে ধরে রাখে।

প্রশ্ন - ৮ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. তড়িৎ তীব্রতা কী? ১

খ. বিমানের চাকা অপরিবাহক রাবার দ্বারা

?

তৈরি করা হয় কেন? ২

গ. A এর সাহায্যে কীভাবে একটি অনাহিত পরিবাহককে আহিত করা

ঘ. A ও B এর আধানকে অর্ধেক এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করলে বলের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে তোমার মতামত দাও।

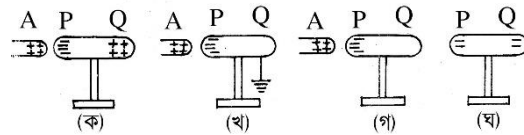
▶◀ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি যে বল অনুভব করে তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা বলে।

খ. বিমানের চাকা অপরিবাহী রাবার দ্বারা তৈরি করা থাকে, যাতে বিমান ভূমি স্পর্শ করলে বিমানে জমা হওয়া আধান নিরাপদে ভূমিতে চলে যেতে পারে।

আকাশে যখন বিমান উড়ে তখন বায়ুর সাথে ঘর্ষণের ফলে এটি তড়িতাহিত হতে পারে। বিমানের আধান বাড়তে থাকলে বিমান ও ভূপৃষ্ঠের মধ্যে বিভব পার্থক্য বাড়তে থাকে। উচ্চ বিভব পার্থক্যের কারণে বিমানে যখন জ্বালানি ভরা হয় তখন কিছু আধান ভূমিতে চলে যাওয়ার সময় স্ফুলিঙ্গ সৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে, যা বিরাট বিস্ফোরণের কারণ হতে পারে। এই জন্য বিমানের চাকা অপরিবাহক রাবার দ্বারা তৈরি করা হয়।

গ. PQ পরিবাহককে ঋণাত্মক আধানে আহিত করার জন্য ধনাত্মক আধানে আহিত A কে পরিবাহকের P প্রান্তের নিকটে ধরলে পরিবাহকের মুক্ত ইলেকট্রনগুলো A দণ্ডের ধনাত্মক আধান কর্তৃক আকৃষ্ট হয়ে P প্রান্তে সরে আসবে। ফলে P প্রান্তে ধনাত্মক আধানের সঞ্চয় হবে।



এখন A দণ্ডটিকে না সরিয়ে PQ পরিবাহকটি হাত দিয়ে স্পর্শ করলে বা কোনো পরিবাহক তার দিয়ে ভূ-সংযোজিত করলে ভূমি থেকে ইলেকট্রন এসে Q প্রান্তের ধনাত্মক আধানগুলোকে নিষ্ক্রিয় করে দেবে। এখন ভূ-সংযোগ বিচ্ছিন্ন করলেও আধানগুলো A প্রান্তে আবদ্ধ থাকবে। এবার A দণ্ডটিকে সরিয়ে নিলে ঋণাত্মক আধানগুলো PQ পরিবাহকের সর্বত্র ছড়িয়ে পড়বে। ফলে পরিবাহকটি ঋণাত্মক আধানে আহিত হবে।

ঘ. এখানে, A এর আধান, $q_A = 40 \text{ C}$

B এর আধান, $q_B = 20 \text{ C}$

ধ্রুবক = C

মধ্যবর্তী দূরত্ব = r

এখন, A ও B মধ্যকার বল, $F = C \frac{q_A q_B}{r^2}$

আবার, A এর পরিবর্তিত আধান, $q_1 = \frac{q_A}{2}$

B " " " " $q_2 = \frac{q_B}{2}$

পরিবর্তিত দূরত্ব, $r_1 = 2r$

আবার, পরিবর্তিত বল, $F_1 = C \frac{q_1 q_2}{r_1^2}$

$$\begin{aligned} &= C \frac{\frac{q_A}{2} \cdot \frac{q_B}{2}}{(2r)^2} \\ &= C \frac{q_A q_B}{2 \times 2 \times 4r^2} \\ &= C \frac{q_A q_B}{16 r^2} \\ &= \frac{1}{16} \cdot C \frac{q_A q_B}{r^2} \\ &= \frac{1}{16} \times F \end{aligned}$$

অতএব, A ও B এর আধানকে অর্ধেক এবং মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করলে বলের মান কমে $\frac{1}{16}$ গুণ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন-৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মুকিত একদিন কয়েক টুকরা সিল্কের কাপড় এবং কাচদণ্ড নিয়ে খেলা করছিল। হঠাৎ সে লক্ষ করল, কাপড় এবং কাচদণ্ডের ঘর্ষণের ফলে কাচদণ্ড ছোট ছোট কাগজের টুকরাকে আকর্ষণ করছে। কাচদণ্ডে কীরূপ আধান সৃষ্টি হয়েছে তা জানবার জন্য সে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করে।

ক. কুলম্বের সূত্রটি লেখ। ১

খ. কোনো চার্জিত বস্তুর আশপাশের সকল

? বিদ্যুত প্রাবল্য সমান নয় কেন? ২

গ. কাচদণ্ড আহিত হওয়ার কারণ বর্ণনা

কর। ৩

ঘ. মুকিত কীভাবে যন্ত্রটির সাহায্যে
আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করল? ব্যাখ্যা
কর।

৪

▶◀ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কুলম্বের সূত্রটি হলো— নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি আহিত বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক, এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল আধানদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

খ. যে কোনো চার্জিত বস্তুর চারপাশে একটি তড়িৎক্ষেত্র সৃষ্টি হয়। এ তড়িৎক্ষেত্রের মধ্যে কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করা হলে এর উপর যে তড়িৎ বল ক্রিয়া করে তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্য বলে।

মনে করি, q চার্জ হতে r দূরত্বে কোনো বিন্দুতে একক ধনাত্মক আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল বা ঐ বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E = C \frac{q}{r^2} \dots\dots\dots(i)$$

(i) নং সমীকরণ থেকে দেখা যায়, তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য চার্জ থেকে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতে কমতে থাকে। তাই কোনো চার্জিত বস্তুর আশপাশের সকল বিন্দুর প্রাবল্য সমান নয়।

গ. কাচদণ্ড আহিত হওয়ার কারণ হলো সিল্কের কাপড়ের সাথে ঘর্ষণের ফলে ইলেকট্রন ত্যাগ। স্বাভাবিক অবস্থায় পদার্থের পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটন সমপরিমাণে থাকে। ইলেকট্রন ঋণাত্মক আধানগ্রস্ত এবং প্রোটন ধনাত্মক আধানগ্রস্ত। সিল্কের ইলেকট্রন আসক্তি কাচের চেয়ে বেশি। এদের যখন পরস্পরের সাথে ঘষা হয়, তখন কাচ থেকে ইলেকট্রন সিল্কে যায়।

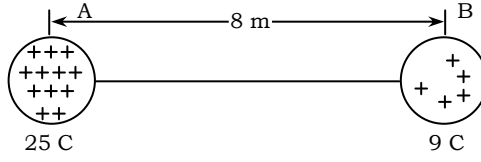
এর ফলে কাচদণ্ডকে সিল্কের কাপড় দ্বারা ঘষলে কাচদণ্ড ধনাত্মক আধানে আহিত হয়।

ঘ. কোনো তড়িৎগ্রস্ত বস্তুতে কী ধরনের আধান আছে তা জানতে হলে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রটিকে প্রথমে ধনাত্মক কিংবা ঋণাত্মক আধানে আহিত করতে হবে। ধরা যাক, যন্ত্রটিকে ধনাত্মক আধানে আহিত করা হলো। ঐ অবস্থায় পাতদ্বয়ে ধনাত্মক আধান থাকায় এরা ফাঁক হয়ে যাবে।

এখন পরীক্ষণীয় বস্তু কাচদণ্ডটিকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের চাকতির সংস্পর্শে আনলে যদি পাত দুটির ফাঁক কমে যায়, তাহলে বুঝতে হবে ঐ কাচদণ্ডটি ঋণাত্মক আধানে আহিত। পক্ষান্তরে চাকতির সংস্পর্শে আনলে যদি ফাঁক বেড়ে যায়, তাহলে বুঝতে হবে কাচদণ্ডটি ধনাত্মক আধানে আহিত।

মুকিত কাচদণ্ডটিকে ধনাত্মক আধানে আহিত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের চাকতির সংস্পর্শে নেওয়ার পর লক্ষ করল চাকতির পাতদ্বয়ের ফাঁক বেড়ে যায়। এতে সে বুঝল যে কাচদণ্ডটি ধনাত্মক আধানে আহিত। এভাবে মুকিত তড়িৎ আবেশ প্রক্রিয়ায় মাধ্যমে যন্ত্রটির সাহায্যে আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করল।

প্রশ্ন - ১০ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. ধারক কী? ১
- খ. তড়িৎ বলরেখার দুইটি ধর্ম লেখ। ২
- গ. উদ্দীপকের চার্জিত বস্তু দুইটির মধ্যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান কত? ৩

?

- ঘ. উদ্দীপকের বস্তুদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখার কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হতে পারে কিনা— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- ক. কাছাকাছি স্থাপিত দুইটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক কৌশলকে ধারক বলে।
- খ. তড়িৎ বলরেখার দুইটি ধর্ম নিচে উল্লেখ করা হলো :
১. বলরেখা ধনাত্মকভাবে চার্জিত পরিবাহীর পৃষ্ঠ থেকে লম্বভাবে বের হয় এবং ঋণাত্মকভাবে চার্জিত পরিবাহীর পৃষ্ঠের সাথে লম্বভাবে প্রবেশ করে।
 ২. বলরেখাগুলো পরস্পরের উপর আড়াআড়িভাবে পার্শ্বচাপ প্রয়োগ করে এবং কখনো পরস্পরকে ছেদ করে না।
- গ. দেওয়া আছে,

$$\text{আধান, } q_1 = 25 \text{ C}$$

$$\text{আধান, } q_2 = 9 \text{ C}$$

$$\text{মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d = 8 \text{ m}$$

$$\text{আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল, } F = ?$$

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{25 \text{ C} \times 9 \text{ C}}{(8 \text{ m})^2}$$

$$= 3.16 \times 10^{10} \text{ N}$$

অতএব, চার্জিত বস্তু দুইটির মধ্যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান $3.164 \times 10^{10} \text{ N}$.

ঘ. প্রদত্ত চিত্রে A বিন্দুতে আধান, $q_A = 25 C$

এবং B বিন্দুতে আধান, $q_B = 9 C$

আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 8 m$

মনে করি, A বিন্দু হতে x মিটার দূরত্বে A ও B এর সংযোগ সরলরেখা উপর কোনো বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতা শূন্য।

সুতরাং, A বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতা, $E_A = C \frac{q_A}{x^2}$

এবং B বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতা, $E_B = C \frac{q_B}{(8 - x)^2}$

প্রশ্নমতে,

$$E_A = E_B$$

$$\text{বা, } C \frac{q_A}{x^2} = C \frac{q_B}{(8 - x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{q_A}{x^2} = \frac{q_B}{64 - 16x + x^2}$$

$$\text{বা, } \frac{25}{x^2} = \frac{9}{64 - 16x + x^2}$$

$$\text{বা, } 9x^2 = 25 (64 - 16x + x^2)$$

$$\text{বা, } 9x^2 = 1600 - 400x + 25x^2$$

$$\text{বা, } 25x^2 - 9x^2 - 400x + 1600 = 0$$

$$\text{বা, } 16x^2 - 400x + 1600 = 0$$

$$\text{বা, } 16 (x^2 - 25x + 100) = 0$$

$$\text{বা, } x^2 - 25x + 100 = 0$$

$$\text{বা, } x^2 - 20x - 5x + 100 = 0$$

$$\text{বা, } x (x - 20) - 5(x - 20) = 0$$

$$\text{বা, } (x - 20) (x - 5) = 0$$

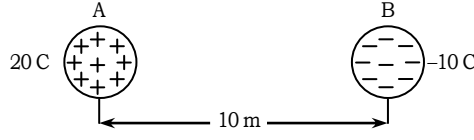
$$\therefore x = 5, 20$$

কিন্তু $x \neq 20$ কারণ A ও B এর মধ্যে সর্বোচ্চ দূরত্ব 8 m।

তাই $x = 5 m$

অতএব, A ও B কে অর্থাৎ 25 C এবং 9 C এর বস্তুদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখার A বিন্দু হতে বা 25 C আধান হতে 5 m দূরে কোনো বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হতে পারে।

প্রশ্ন-১১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রে শূন্য বিভবের কোনো স্থান থেকে A এবং B বস্তুতে 1 C ধনাত্মক আধান আনতে যথাক্রমে 100 J এবং 10 J কাজ করতে হয়।

ক. তড়িৎ আবেশ কী? ১

খ. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব 20 V বলতে কী বোঝায়? ২

?

গ. বস্তুদ্বয়ের কেন্দ্রের সংযোজক রেখাংশের মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য কত? ৩

ঘ. A ও B কে পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করে ইলেকট্রন প্রবাহের দিক ব্যাখ্যা কর। ৪

▶◀ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কোনো অনাহিত বস্তুকে আহিত বস্তুর কাছে এনে স্পর্শ না করে শুধুমাত্র আহিত বস্তুর উপস্থিতিতে অনাহিত বস্তুকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।

খ. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব 20 V বলতে বোঝায় অসীম দূরত্ব থেকে প্রতি কুলম্ব ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে 20 J কাজ সম্পন্ন হয়।

গ. দেওয়া আছে,

A ও B বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব = 10 m

এখন, কেন্দ্রের সংযোজক রেখাংশের মধ্যবিন্দু উভয় গোলকের কেন্দ্র হতে $r = \frac{10 \text{ m}}{2} = 5 \text{ m}$ দূরত্বে অবস্থিত।

তড়িৎ প্রাবল্য E হলে,

আমরা জানি,

$$E = C \cdot \frac{q}{r^2}; \text{ এখানে, } C = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$$

∴ $q_A = 20 \text{ C}$ আধানের জন্য মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_1 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{+20 \text{ C}}{(5 \text{ m})^2}$$

∴ $E_1 = +7.2 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$

আবার, $q_B = -10 \text{ C}$ আধানের জন্য মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_2 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{-10 \text{ C}}{(5 \text{ m})^2}$$

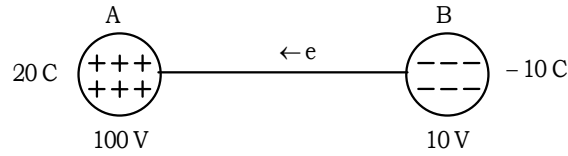
$$\therefore E_2 = -3.6 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$$

\therefore A ও B এর সংযোজক রেখাংশের মধ্যবিন্দুতে কার্যকর তড়িৎ প্রাবল্য, $E = E_1 + E_2$

$$\text{বা, } E = (7.2 \times 10^9 - 3.6 \times 10^9) \text{ NC}^{-1} = 3.6 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$$

অতএব, বস্তুদ্বয়ের কেন্দ্রের সংযোজক রেখাংশের মধ্যবিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য $3.6 \times 10^9 \text{ NC}^{-1}$ ।

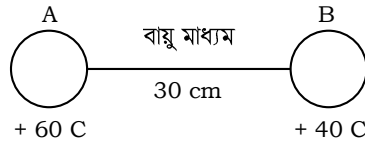
ঘ. অসীম বা শূন্য বিভবের কোনো স্থান থেকে এক একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে সম্পন্ন কাজের পরিমাণকে ঐ বিন্দুর বিভব বলে। যেহেতু শূন্য বিভবের কোনো স্থান থেকে A এবং B বস্তুতে 1 কুলম্ব ধনাত্মক আধান আনতে যথাক্রমে 100 J এবং 10 J কাজ করতে হয়, সেহেতু A এবং B বস্তুর বিভব যথাক্রমে 100 V এবং 10 V।



আবার আমরা জানি, তড়িৎ প্রবাহিত হয় উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে এবং ইলেকট্রন, তড়িৎ প্রবাহের বিপরীত দিকে প্রবাহিত হয়। অর্থাৎ ইলেকট্রন নিম্ন বিভব হতে উচ্চ বিভবের দিকে প্রবাহিত হবে।

যেহেতু B বস্তুর তুলনায় A বস্তুর বিভব বেশি, তাই ইলেকট্রন প্রবাহের দিক হবে B বস্তু হতে A বস্তুর দিকে।

প্রশ্ন-১২ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. আধানের একক কী? ১

খ. কুলম্বের সূত্রটির গাণিতিক প্রকাশ লেখ। ২

গ. P ও Q বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান নির্ণয় কর। ৩

?

ঘ. মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান কম অথবা বেশি হতে পারে কি? মতামত দাও। ৪

ক. আধানের একক কুলম্ব।

খ. কুলম্বের সূত্রের গাণিতিক প্রকাশ হলো—

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

এখানে, $F =$ ক্রিয়াশীল বল

$q_1 = q_2 =$ আধান

$d =$ আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব

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

গ. দেওয়া আছে, P-এর আধান, $q_1 = 60\text{C}$

Q এর আধান, $q_2 = 40\text{C}$

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

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

বলের মান, $F = ?$

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{60 \text{ C} \times 40 \text{ C}}{(0.3 \text{ m})^2}$$

$$= 2.4 \times 10^{14} \text{ N}$$

অতএব, A ও B বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান $2.4 \times 10^{14} \text{ N}$ ।

ঘ. হ্যাঁ, কারণ দুইটি আধানের মধ্যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানের পরিমাণ, আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব এবং মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে। এ বল মাধ্যমের যে তড়িৎ ধর্মের ওপর নির্ভর করে তা হচ্ছে ভেদনযোগ্যতা ϵ ।

কুলম্বের সূত্র থেকে পাই,

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

এখানে, ধ্রুবক, $C = \frac{1}{4 \pi \epsilon_0}$

যেখানে শূন্যস্থানের ভেদনযোগ্যতা,

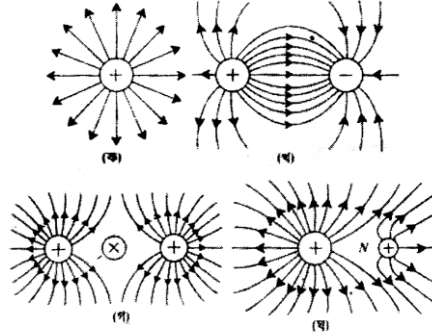
$$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ C}^2\text{N}^{-1}\text{m}^{-2}$$

তখন, $C = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ হয়।

আবার, মাধ্যমটি যদি শূন্য মাধ্যম না হয়ে অন্য কোনো মাধ্যম হয় তবে ভেদনযোগ্যতার মান পরিবর্তিত হবে ফলে C-এর মানও পরিবর্তিত হবে।

তাই আধানদ্বয়ের মান ও তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব অপরিবর্তিত থাকলেও ভিন্ন মাধ্যমের জন্য আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান কম বা বেশি হতে পারে।

প্রশ্ন – ১৩ ▶ নিচের চিত্রগুলো লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. তড়িৎ তীব্রতার একক কী? ১

খ. কোনো বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের আলোকে তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ‘খ’ ও ‘গ’ চিত্রের তুলনামূলক বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. তড়িৎ তীব্রতার একক হলো নিউটন /কুলম্ব (NC^{-1})।

খ. তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি যে বল অনুভব করে তাকে ওই বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা বলে।

যদি কোনো বিন্দুতে স্থাপিত আধানটি F বল লাভ করে তাহলে ঐ বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা, $E = \frac{F}{q}$ ।

তড়িৎ তীব্রতা একটি ভেক্টর রাশি এবং এর দিক হচ্ছে তড়িৎ ক্ষেত্রে স্থাপিত ধনাত্মক আধানের উপর ক্রিয়াশীল বলের দিকে।

গ. উদ্দীপকের চিত্র থেকে আমরা বিভিন্ন ধরনের তড়িৎ বলরেখা দেখতে পাই।

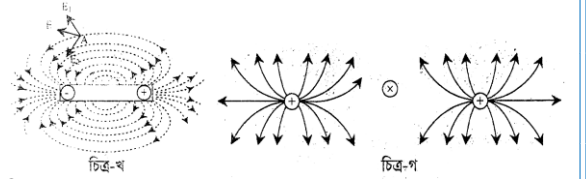
তড়িৎক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি যে পথে পরিভ্রমণ করে তাকে তড়িৎ বলরেখা বলা হয়। এই তড়িৎ বলরেখার বাস্তব কোনো অস্তিত্ব নেই এগুলো কাল্পনিক। তড়িৎ বলরেখা কোনো বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার পরিমাপ ও দিক ব্যাখ্যা করার জন্য ব্যবহার করা হয়। তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বলরেখার সাথে অঙ্কিত স্পর্শক ওই বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার দিক নির্দেশ করে এবং বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা তীব্রতার সমানুপাতিক। কোনো তড়িৎক্ষেত্রের বলরেখার (চিত্রে) মধ্যবর্তী ফাঁক তড়িৎ তীব্রতার মান নির্দেশ করে। তড়িৎক্ষেত্রের যেসব এলাকায় বলরেখাগুলো কাছাকাছি অবস্থিত সেখানে তড়িৎ তীব্রতার মান বেশি। আর যেসব এলাকায় বলরেখাগুলো দূরে দূরে অবস্থিত সেসব স্থানে তড়িৎ তীব্রতার মান কম হয়। আহিত বস্তুর অবস্থানের জন্য তড়িৎক্ষেত্রের বলরেখার প্রকৃতি ভিন্ন হয়।

সুতরাং উদ্দীপকের চিত্রের আলোকে বলা যায় ‘ক’ চিত্রের চেয়ে ‘খ’ চিত্রের আধানের নিকটে তড়িৎ তীব্রতার মান বেশি এবং ‘ঘ’ চিত্রে আমরা দেখতে পাই, আহিত বস্তুর অবস্থানের কারণে বলরেখার দিকও পরিবর্তন হয়েছে অর্থাৎ এক্ষেত্রে তড়িৎ তীব্রতার প্রকৃতিও পরিবর্তন হয়েছে।

ঘ. উদ্দীপকের ‘খ’ চিত্রে দুটি সমান ও বিপরীত জাতীয় আধান দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্রের বলরেখা দেখানো হয়েছে। অপরপক্ষে ‘গ’ চিত্রে সমান মানের দুটি ধনাত্মক আধান পাশাপাশি স্থাপন করায় এদের দ্বারা সৃষ্ট তড়িৎক্ষেত্রের বলরেখা দেখানো হয়েছে।

‘গ’ চিত্রের বলরেখাগুলো ধনচার্জ থেকে লম্বভাবে নির্গত হয়ে যাত্রা শুরু করে বেঁকে গিয়ে ঋণচার্জে লম্বভাবে মিলিত হয়। ‘গ’ চিত্রের বলরেখাগুলো পৃষ্ঠ থেকে লম্বভাবে নির্গত হয়ে অসীম পর্যন্ত বিস্তৃত।

অতএব, ‘খ’ চিত্রের বলরেখাগুলো পার্শ্ববল প্রয়োগ করে বলে এ বলরেখাগুলো নির্গত হওয়ার পর ক্রমশ পরস্পরের থেকে দূরে সরতে থাকে। ‘গ’ চিত্রের চার্জদ্বয়ের মধ্যে \otimes চিহ্নিত স্থানে কোনো বলরেখা না থাকার কারণে এ স্থানে কোনো তড়িৎ নেই।



‘খ’ চিত্রের A বিন্দুতে একটি একক ধনচার্জ স্থাপন করলে ধনচার্জ দ্বারা E_1 বলে বিকর্ষণ করবে এবং ঋণচার্জ দিয়ে E_2 বলে আকর্ষণ করবে। কাজেই ওই বিন্দুর লম্বি প্রাবল্য E_1 প্রাবল্যের সাহায্যেও বলরেখার বক্স আকৃতি ব্যাখ্যা করা যায়। অপরদিকে ‘গ’ চিত্রের \otimes চিহ্নিত স্থানে দুটি চার্জের প্রাবল্য সমান ও বিপরীতমুখী হওয়ায় ওই বিন্দুর লম্বি প্রাবল্য শূন্য। তাই ওই বিন্দুকে তড়িৎক্ষেত্রের উদাসীন বিন্দু বা নিষ্ক্রিয় বিন্দু বলে। চার্জদ্বয়ের মধ্যবর্তী অঞ্চলের বলরেখা সমধর্মী হওয়ায় পরস্পর থেকে দূরে সরে গেছে।

এটিই ‘খ’ ও ‘গ’ চিত্রের তুলনামূলক বিশ্লেষণ।

প্রশ্ন-১৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

A ও B দুটি অবিকল একই রকমের ধাতব গোলককে সমপরিমাণ ধনাত্মক আধানে আহিত করে পরস্পর থেকে 2 m দূরে স্থাপন করলে 4N বল অনুভব করে।

- ক. 'কোনো আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে কী ঘটে? ১
- খ. পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকতে পারে কি? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রতিটি আধানের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. A গোলকের অনুরূপ আর একটি গোলক C কে A এর সাথে স্পর্শ করে AB এর মধ্যবিন্দুতে স্থাপন করলে C গোলক কত বল অনুভব করবে? ৪

▶◀ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কোনো আহিত বস্তুকে পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে বস্তুটি নিষ্ক্রিয় হয়।

খ. পরমাণুর নিউক্লিয়াসে ইলেকট্রন থাকতে পারে না।

আমরা জানি, পরমাণুর নিউক্লিয়াস ধনাত্মক চার্জযুক্ত। নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে ধনাত্মক চার্জযুক্ত প্রোটন ও নিরপেক্ষ নিউট্রন থাকে। নিউক্লিয়াসের চারিদিকে বিভিন্ন কক্ষপথে ঋণাত্মক চার্জযুক্ত ইলেকট্রন সর্বদা ঘূর্ণায়মান থাকে। ইলেকট্রনের সাথে নিউক্লিয়াসের কেন্দ্রাকর্ষী আকর্ষণের ফলে পরমাণুর অস্তিত্ব টিকে থাকে। একারণেই ইলেকট্রন পরমাণুর নিউক্লিয়াসে থাকতে পারে না।

গ. দেওয়া আছে,

আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 2m$

আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বল, $F = 4N$

A গোলকের আধান, $q_1 = q$

B গোলকের আধান $q_2 = q$

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

আমরা জানি, $F = C \frac{q_1q_2}{d^2}$

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

$$\text{বা, } 4N = 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times \frac{q^2}{4m^2}$$

$$\text{বা, } 4N \times 4m^2 = 9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times q^2$$

$$\text{বা, } q^2 = \frac{4n \times 4m^2}{9 \times 10^9 Nm^2C^{-2}}$$

$$\text{বা, } q^2 = 1.78 \times 10^{-9}C^2$$

$$\therefore q = \pm 4.22 \times 10^{-5}C$$

অতএব, আধান দুইটির মান যথাক্রমে, $+4.22 \times 10^{-5}C$ এবং $-4.22 \times 10^{-5}C$ ।

ঘ. 'গ' হতে পাই,

A গোলকের আধান, $q_1 = 4.22 \times 10^{-5}C$

\therefore C গোলকের আধান, $q_2 = 4.22 \times 10^{-5}C$

সুতরাং AC গোলকের আধান, $q = 8.44 \times 10^{-5}C$

B গোলকের আধান, $q' = -4.22 \times 10^{-5}C$

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

আধানত্রয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = \frac{2m}{2} = 1m$

আমরা জানি, $F = C \frac{qq'}{d^2}$

$$= -9 \times 10^9 Nm^2C^{-2} \times \frac{8.44 \times 10^{-5}C \times 4.22 \times 10^{-5}C}{(1m)^2}$$

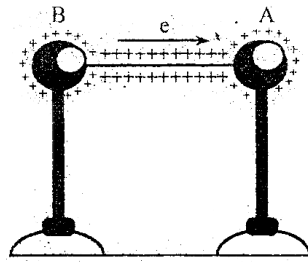
$$= -32.06 N$$

অর্থাৎ C গোলকটি AB গোলক দ্বারা 32.06 N বলে বিকর্ষিত হবে।

আবার A গোলকের আধান ঋণাত্মক হলেও অনুরূপ ঘটনা ঘটবে।

অতএব, C গোলকটি AB গোলক দ্বারা 32.06 N বল দ্বারা বিকর্ষিত হবে।

প্রশ্ন - ১৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



A এর বিভব 700 V এবং B এর বিভব 500 V।

ক. বিভবের একক কী? ১

খ. আহিতকরণ বলতে কী বোঝ? ব্যাখ্যা কর। ২

? গ. B থেকে +30 C আধানকে A তে আনতে কৃত কাজের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. A ও B গোলককে দুইটি তার দ্বারা
পৃথিবীর সাথে যুক্ত করলে তাদের বিভব
পার্থক্য সম্পর্কে তোমার মতামত
ব্যাখ্যা কর।

8

▶◀ ১৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. বিভবের একক ভোল্ট (V)।

খ. পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা স্বাভাবিকের চেয়ে কম বা বেশি হওয়াকে আহিত হওয়া বলে। কোনো একটি পরিবাহককে তড়িৎগ্রস্ত করার পদ্ধতিকে আহিতকরণ বলে।

পরমাণুতে প্রোটনের আধিক্য দেখা দিলে যে অবস্থার সৃষ্টি হয় তাকে ধনাত্মক আধানে আহিতকরণ বলে। আবার ইলেকট্রনের আধিক্য দেখা দিলে যে অবস্থার সৃষ্টি হয় তাকে ঋণাত্মক আধানে আহিতকরণ বলে।

গ. উদ্দীপকে অনুসারে,

$$V_A = 700 \text{ V}$$

$$V_B = 500 \text{ V}$$

$$q = 30 \text{ C}$$

একক ধনাত্মক আধানকে B বিন্দু হতে A বিন্দুতে আনতে কৃত কাজ, $W = ?$

$$\text{আমরা জানি, } V_A - V_B = \frac{W}{q}$$

$$\text{বা, } W = (V_A - V_B) \times q$$

$$\text{বা, } W = (700 - 500) \text{ V} \times 30 \text{ C}$$

$$= 6000 \text{ J}$$

∴ নির্ণয়ে কাজ 6000J।

ঘ. আমরা জানি, ভূমির বিভব শূন্য। পৃথিবী ঋণাত্মক আধানের এক বিরাট আধার। 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 করলে ঋণাত্মক আধানের বিশাল ভাণ্ডার পৃথিবী থেকে কিছু ঋণাত্মক আধান এসে B কে নিরপেক্ষ করে দেয়। ফলে B এর বিভবও শূন্য হয়ে যায়। অর্থাৎ A ও B গোলক দুটিকে পরিবাহী তার দ্বারা পৃথিবীর সাথে যুক্ত করা হলে উভয়ের বিভব শূন্য হয়ে যাবে। ফলে এদের মধ্যকার বিভব পার্থক্যও শূন্য হয়ে যাবে।

প্রশ্ন - ১৬ ▶ নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



A

B

উপরের ছবি দুটি আমাদের দৈনন্দিন জীবনের গুরুত্বপূর্ণ কাজে ব্যবহৃত হচ্ছে।

ক. পরিবাহক কী? ১

খ. স্থির তড়িৎের কয়েকটি ব্যবহার লেখ।

২

গ. A যন্ত্রটির কাজ ব্যাখ্যা

কর। ৩

?

ঘ. B যন্ত্রটির সাহায্যে কোনো লেখাযুক্ত

পৃষ্ঠার অবিকল কপি তৈরি সম্ভব হবে

কি? যুক্তি সহকারে আলোচনা কর। ৪

▶◀ ১৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যেসব পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ তথা আধান সহজে চলাচল করতে পারে তাদেরকে পরিবাহক বলে।

খ. স্থির তড়িৎের কয়েকটি ব্যবহার হলো :

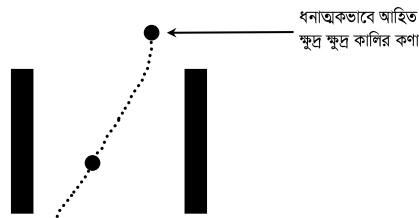
১. গাড়ি, সাইকেল, আলমারি ও অন্যান্য জিনিসের জন্য যে রং স্প্রে করা হয় তাতে স্থির তড়িৎ সংযুক্ত করা হয়।

২. ইঙ্কজেট প্রিন্টারে স্থির তড়িৎ ব্যবহৃত হয়।

৩. ফটোকপিয়ার মেশিনে স্থির তড়িৎ ব্যবহার করা হয়।

এ ছাড়াও অনেক বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতিতে স্থির তড়িৎের ব্যবহার রয়েছে।

গ. A যন্ত্রটির নাম ইঙ্কজেট প্রিন্টার যা একটি সাধারণ ধরনের প্রিন্টার। নিচে এর কার্যপ্রণালি ব্যাখ্যা করা হলো :

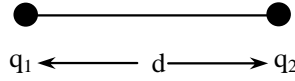


ইঙ্কজেট প্রিন্টার যন্ত্রটি কম্পিউটারের সাথে সংযোগ দেওয়া থাকে। একটি ইঙ্ক-গান তার সূচালো মুখ দিয়ে অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কালির কণা নিষ্ক্ষেপ করে। এই ক্ষুদ্র কণাগুলো ধনাত্মকভাবে আহিত। এই কালির কণাগুলো দুটি পাতের মধ্যস্থল দিয়ে চলে। এই ধনাত্মক কালির কণাগুলোকে ধনাত্মক পাত বিকর্ষণ করে এবং এগুলো ঋণাত্মক পাতে আকৃষ্ট হয়। কম্পিউটার পাতগুলোর ভোল্টেজ এমনভাবে নিয়ন্ত্রণ করে যে, পাতগুলো কখনো ধনাত্মক এবং কখনো ঋণাত্মক আধানে আহিত হয় এবং কালির কণাগুলো বিক্ষিপ্ত হয়ে চলমান কাগজের উপর বিভিন্ন স্থানে পড়ে এবং প্রয়োজন মতো অক্ষর বা ছবির আকৃতি ছাপে। রঙিন ছাপার জন্য চার রকমের রঙিন কালি ব্যবহার করা হয়। ফলে এই যন্ত্রের সাহায্যে বিভিন্ন ধরনের রঙিন তথ্যাদিও প্রিন্ট করা সম্ভব।

ঘ. উদ্দীপকের B যন্ত্রটি একটি ফটোকপি মেশিন। এই যন্ত্রটিতে স্থির তড়িৎ ব্যবহার করা হয়। এই যন্ত্রের ভেতরে একটি ঘূর্ণায়মান ড্রাম থাকে। এই ড্রামের উপর ধনাত্মক আধান স্বেপ্ত করা হয়। যে পৃষ্ঠটি ফটোকপি করতে হবে একটি উজ্জ্বল আলো তাকে আলোকিত করে। পৃষ্ঠার সাদা অংশ আলো প্রতিফলন করে এবং অন্ধকার বা ছাপানো অংশ কোনো আলো প্রতিফলিত করে না। প্রতিফলিত আলো ড্রামের উপর কেন্দ্রীভূত হয়। ড্রামের যে স্থানটিতে সাদা কাগজ দ্বারা প্রতিফলিত আলো পড়ে উজ্জ্বল হয়, সেই অংশ থেকে আধান বের হয়ে যায়। ড্রামের কেবল অন্ধকার অংশই ধনাত্মক আধানে আহিত থাকে। ঋণাত্মকভাবে আহিত কার্বনের পাউডার কালি (টোনার) ড্রামের উপর স্বেপ্ত করা হয়। ঋণাত্মকভাবে আহিত এই কালির কণাগুলো ড্রামের ধনাত্মকভাবে আহিত অংশের সাথে আঠালোভাবে লেগে থাকে। তারপর ধনাত্মকভাবে আহিত এক টুকরা সাদা কাগজকে ড্রামের সাথে চেপে রাখা হয়। কাগজটি ড্রাম থেকে কার্বন পাউডারের প্যাটার্ন তার গায়ে তুলে আনে। টোনার (–)টি কাগজ (+) কর্তৃক আকৃষ্ট হয়। কাগজখানা উত্তপ্ত রোলারের মধ্যদিয়ে চালনা করা হয়। এতে টোনারের কালি গলে যায় এবং কাগজের সাথে মিশে যায়। ফলে একটি স্থায়ী কপি তৈরি হয়।

উপরিউক্ত আলোচনার পরিপ্রেক্ষিতে আমরা বলতে পারি B যন্ত্রটির সাহায্যে কোনো লেখাযুক্ত পৃষ্ঠার অবিকল কপি তৈরি করা সম্ভব।

প্রশ্ন-১৭ ▶ উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।



চিত্রে q_1 ও q_2 দুটি আধান। d এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব।

- ক. ধনাত্মক বিভব কী? ১
- খ. দুটি আধানের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান কোন বিষয়গুলোর উপর নির্ভরশীল? ২
- গ. d এর মান দ্বিগুণ করলে কী ঘটবে ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের চিত্র হতে বল নির্ণয় করা সম্ভব কিনা, যুক্তিসহ লেখ। ৪

▶ ১৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. ধনাত্মক আধানে আহিত পরিবাহকের বিভবকে ধনাত্মক বিভব বলে।

খ. দুটি আধানের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান যেসব বিষয়গুলোর উপর নির্ভর করে তা হলো :

- (i) আধান দুটির পরিমাণের উপর।
- (ii) আধান দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের উপর।
- (iii) আধান দুটি যে মাধ্যমে অবস্থিত তার প্রকৃতির উপর।

গ. কুলম্বের সূত্র হতে আমরা জানি, নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি আহিত বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান তাদের আধানের গুণফলের সমানুপাতিক, মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল এদের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

উদ্দীপকের চিত্র হতে আমরা পাই, দুটি বস্তুর আধান q_1 এবং q_2 , এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব d ।

সুতরাং, কুলম্বের সূত্রমতে, q_1 ও q_2 এর মধ্যবর্তী আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান F হলে,

$$F \propto q_1 q_2 \dots\dots\dots(i)$$

এবং $F \propto \frac{1}{d^2} \dots\dots\dots(ii)$

সমীকরণ নং (i) ও (ii) থেকে পাই;

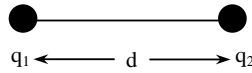
$$\therefore F \propto \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

বা, $F = C \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2} \dots\dots\dots(iii)$

এখানে, যদি q_1 ও q_2 এর মধ্যবর্তী দূরত্ব d দ্বিগুণ করলে এদের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল এক-চতুর্থাংশ হয়ে যাবে যা (iii) নং সমীকরণ হতে অতি সহজেই নির্ণয় করা যায়।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্র হতে বল অবশ্যই নির্ণয় করা সম্ভব।

কুলম্বের সূত্র হতে আমরা জানি, নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি আহিত বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান তাদের আধানের গুণফলের সমানুপাতিক, মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এই বল এদের সংযোগ সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।



চিত্রে q_1 ও q_2 দুটি আধান এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব d । সূত্রানুসারে, এদের মধ্যবর্তী বল F হলে,

$$F \propto q_1 q_2$$

$$F \propto \frac{1}{d^2}$$

$$\therefore F \propto \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

বা, $F = C \cdot \frac{q_1 q_2}{d^2} \dots\dots\dots(i)$

এখানে, C একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক যার মান রাশিগুলোর একক এবং বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। এস.আই. এককে বলকে নিউটন (N), দূরত্বকে মিটার (m) এবং আধান কুলম্বে (C) পরিমাপ করা হলে শূন্যস্থানে এককসহ এ ধ্রুবকের মান হবে $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ । এই সমানুপাতিক ধ্রুবককে

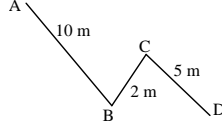
C অথবা $\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ আকারে প্রকাশ করা হয়।

সুতরাং, দুটি আধানের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল,

$$F = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{q_1q_2}{d^2}$$

$$\therefore F = C \frac{q_1q_2}{d^2}$$

প্রশ্ন-১৮ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



A বিন্দুতে 5 C ও B বিন্দুতে $\frac{1}{9} \times 10^{-6} \text{ C}$ চার্জ আছে। B ও C বিন্দুর বিকর্ষণ বল 5 N এবং C ও D বিন্দুর বিকর্ষণ বলে 2 N ।

ক. বিভব কাকে বলে? ১

খ. সমধর্মী চার্জিত দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমালে বা বাড়ালে এদের বিকর্ষণ বলের পরিবর্তন হবে কি?

ব্যখ্যা কর। ২

?

গ. A ও B বস্তুর মধ্যকার বিকর্ষণ বলের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে C ও D বস্তু দুটির মধ্যে কোনটি অধিক তড়িৎ তীব্রতা তোমার মতামত গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

▶▶ ১৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. অসীম দূরত্ব থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ বিভব বলে।

খ. কুলম্বের সূত্রানুযায়ী, দুটি সমজাতীয় আহিত বস্তুর মধ্যবর্তী ক্রিয়াশীল বল তাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। অতএব, সমধর্মী চার্জিত দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব কমালে এদের বিকর্ষণ বলের মান বাড়বে এবং দূরত্ব বাড়ালে বিকর্ষণ বলের মান কমবে।

গ. উদ্দীপক হতে পাই, A বস্তুর আধান, $Q_A = 5 \text{ C}$

$$B \text{ বস্তুর আধান, } Q_B = \frac{1}{9} \times 10^{-6} \text{ C}$$

A ও B এর আধানের মধ্যকার দূরত্ব, $d = 10 \text{ m}$

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

A ও B বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার আকর্ষণ বল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = C \times \frac{Q_A Q_B}{d^2}$$

$$\text{বা, } F = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{5 \text{ C} \times \frac{1}{9} \times 10^{-6} \text{ C}}{(10 \text{ m})^2}$$

$$\therefore F = 50 \text{ N}$$

অতএব, A ও B আহিত বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার বলের মান 50 N।

ঘ. উদ্দীপক অনুযায়ী, B বস্তুর আধান, $Q_B = \frac{1}{9} \times 10^{-6} \text{ C}$

B ও C এর মধ্যকার আকর্ষণ বল, $F = 5 \text{ N}$

এদের মধ্যকার দূরত্ব, $d = 2 \text{ m}$;

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

C বস্তুর আধানের পরিমাণ, $Q_C = ?$

আমরা জানি,

$$F = C \frac{Q_B Q_C}{d^2}$$

$$\text{বা, } 5 \text{ N} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{\frac{1}{9} \times 10^{-6} \text{ C} \times Q_C}{(2 \text{ m})^2}$$

$$\text{বা, } 20 \text{ Nm}^2 = 1000 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-1} \times Q_C$$

$$\text{বা, } Q_C = 0.02 \text{ C}$$

$$\therefore Q_C = 20 \times 10^{-3} \text{ C}$$

আবার,

C বস্তুর আধান, $Q_C = 20 \times 10^{-3} \text{ C}$

C ও D এর মধ্যকার দূরত্ব, $d = 5 \text{ m}$

C ও D এর মধ্যকার আকর্ষণ বল, $F = 2 \text{ N}$

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

D বস্তুর আধানের পরিমাণ, $Q_D = ?$

আমরা জানি,

$$F = C \frac{Q_C Q_D}{d^2}$$

$$\text{বা, } 2 \text{ N} = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{20 \times 10^{-3} \text{ C} \times Q_D}{(5 \text{ m})^2}$$

$$\text{বা, } Q_D = \frac{2 \text{ N} \times (5 \text{ m})^2}{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times 20 \times 10^{-3} \text{ C}}$$

$$\therefore Q_D = 2.78 \times 10^{-7} \text{ C}$$

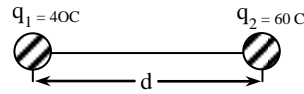
দেখা যাচ্ছে, C বস্তুর আধান > D বস্তুর আধান।

একটি নির্দিষ্ট দূরত্বে তীব্রতার জন্য, $E \propto q$

অর্থাৎ, আধানের পরিমাণ বেশি হলে বস্তুর সৃষ্ট তীব্রতা অধিক হবে, আর আধানের পরিমাণ কম হলে বস্তুর সৃষ্ট তীব্রতা কম হবে।

যেহেতু C বস্তুটির আধানের পরিমাণ বেশি তাই C বস্তুটি অধিক তীব্র হবে।

প্রশ্ন-১৯ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. তড়িৎ আবেশ কী? ১
- খ. পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয় কেন? ২
- গ. q_1 ও q_2 এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 2.5 m হলে, আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের মান কত হবে? ৩
- ঘ. উপরের উদ্দীপকে ব্যবহৃত প্রতীক ব্যবহার করে কুলম্বের সূত্রের গাণিতিক রাশিমালা প্রতিপাদন কর এবং এ থেকে কুলম্বের সংজ্ঞা যাচাই কর। ৪

▶▶ ১৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

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

খ. কোনো একটি ছোট আকারের পরিবাহক ধনাত্মক আধান লাভ করলে এর বিভব বৃদ্ধি পায় এবং এর পরিমাণ নির্ণয় করা যায়। কিন্তু পরিবাহকটি যদি অতি বিশাল আকারের গোলক হয় তাহলে এতে ধনাত্মক আধান বৃদ্ধির কারণে বিভবান্তর পরিলক্ষিত হয় না। আমাদের পৃথিবী এমনি একটি বিশাল আকারের পরিবাহক। পৃথিবী একটি ঋণাত্মক আধানের বিশাল ভান্ডার। তাই এ থেকে কিছু ইলেকট্রন বের করে নিলে অথবা এতে কিছু ইলেকট্রন দিলে এর বিভবের কোনো পরিবর্তন হয় না। সেজন্য পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

গ. উদ্দীপক থেকে পাই,
আধান, $q_1 = 40 \text{ C}$

আধান, $q_2 = 60 \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 2.5 \text{ m}$

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

আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল, $F = ?$

আমরা জানি,

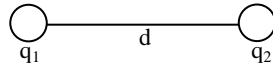
$$F_1 = C \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{40 \text{ C} \times 60 \text{ C}}{(2.5 \text{ m})^2}$$

$$= 3.456 \times 10^{12} \text{ N}$$

অতএব, আধান দুটির মধ্যকার আকর্ষণ বল $3.456 \times 10^{12} \text{ N}$ ।

ঘ. নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু আধানের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক, মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল এদের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া।



ধরি, দুটি আধানের পরিমাণ যথাক্রমে q_1 ও q_2 এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব d । এদের মধ্যবর্তী ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল F হলে, কুলম্বের সূত্রানুসারে,

$$F \propto \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

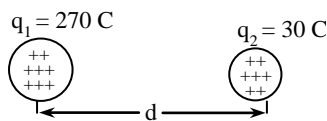
$$\therefore F = C \frac{q_1 q_2}{d^2}$$

এখানে, C একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। শূন্যস্থানের জন্য এর মান $9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}$ । একে অনেক সময় কুলম্বের ধ্রুবকও বলা হয়।

আধানের একক হচ্ছে কুলম্ব। এটি একটি লম্ব একক।

কোনো পরিবাহকের মধ্য দিয়ে এক অম্পিয়ার (1A) প্রবাহ এক সেকেন্ড (1s) ধরে চললে এর যেকোনো প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে এক কুলম্ব (1C) বলে।

প্রশ্ন-২০



ক. বজ্রনাদ কী? ১

?

খ. উঁচু বিন্ডিঙয়ে বজ্র নিরোধক যন্ত্র

ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. গোলক দুটি পরস্পরকে কত বলে বিকর্ষণ
করবে তা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. গোলক দুটির কোথায় তড়িৎ তীব্রতার
মান শূন্য হবে? গাণিতিকভাবে
বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. তড়িতাহিত মেঘে তড়িতের পরিমাণ বেশি হলে তা তড়িৎ ক্ষরণের মাধ্যমে পৃথিবীতে চলে আসার সময় যে শব্দ
হয় তাই বজ্রনাদ।

খ. বজ্রপাতের ফলে যাতে বাড়িঘরের কোনো ক্ষতি না হয় তার জন্য বজ্র নিরোধক ব্যবহার করা হয়। এটি একটি
ধাতব দণ্ড। দণ্ডটিকে বাড়ির গা ঘেঁষে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যেন এর উপরিভাগ ছাদের চেয়েও বেশি
উঁচুতে থাকে এবং এর নিম্নভাগ ভালোভাবে মাটিতে ভালোভাবে পুঁতে রাখা হয়। দণ্ডের উপরিভাগে কয়েকটি
সূচিমুখ থাকে। এই সূচিমুখগুলোতে বেশি আধান জমা এবং তড়িৎক্ষরণ হয়। বায়ুকণাগুলো এই আধান নিয়ে
আহিত হয় এবং মেঘের বিপরীত আধান কর্তৃক আকৃষ্ট হয়ে মেঘের দিকে গিয়ে মেঘকে নিস্তড়িৎ করে। ফলে
বজ্রপাতের সম্ভাবনা কমে যায়। তাই উঁচু বিন্ডিঙয়ে বজ্র নিরোধক দণ্ড ব্যবহার করা হয়।

গ. উদ্দীপক হতে, ১ম গোলকের আধান, $q_1 = 270 \text{ C}$

২য় গোলকের আধান, $q_2 = 30 \text{ C}$

গোলকদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 80 \text{ cm} = 0.8 \text{ m}$

গোলক দুটির মধ্যকার বিকর্ষণ বল, $F = ?$

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

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{270 \text{ C} \times 30 \text{ C}}{(0.8 \text{ m})^2}$$

$$= 1.139 \times 10^{14} \text{ N}$$

$$= 1.1 \times 10^{14} \text{ N}$$

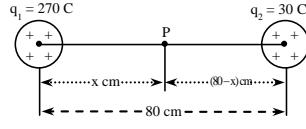
সুতরাং গোলক দুটির মধ্যকার বিকর্ষণ বল $1.1 \times 10^{14} \text{ N}$ ।

ঘ. উদ্দীপকের q_1 ও q_2 উভয় গোলকই ধনাত্মক আধানযুক্ত। ফলে q_1 ও q_2 পরস্পরকে বিকর্ষণ করে। অতএব,
গোলকদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোনো বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতা শূন্য হবে।

ধরি, q_1 আধান থেকে $x \text{ cm}$ দূরবর্তী P বিন্দুতে $q = \pm 1 \text{ C}$ আধান বসালে তীব্রতা শূন্য হবে।

সুতরাং P বিন্দু থেকে q_2 এর দূরত্ব $= (80 - x) \text{ cm}$ ।

শর্তানুসারে, q_1 এর জন্য P বিন্দুর তীব্রতা $= q_2$ এর জন্য P বিন্দুর তীব্রতা।



$$\therefore E_1 = E_2$$

$$\text{বা, } \frac{F_1}{q_1} = \frac{F_2}{q_2}$$

$$\text{বা, } \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{270 \text{ C} \times q \text{ C}}{x^2} \cdot \frac{1}{q \text{ C}} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{30 \text{ C} \times q \text{ C}}{(80-x)^2} \cdot \frac{1}{q \text{ C}}$$

$$\text{বা, } \frac{270}{x^2} = \frac{30}{(80-x)^2}$$

$$\text{বা, } 270(80-x)^2 = 30x^2$$

$$\text{বা, } 9(80-x)^2 = x^2$$

$$\text{বা, } \{3(80-x)\}^2 = x^2$$

$$\text{বা, } 3(80-x) = x$$

$$\text{বা, } 240 - 3x = x$$

$$\text{বা, } 4x = 240$$

$$\therefore x = 60$$

$\therefore q_1$ আধান থেকে P বিন্দুর দূরত্ব 60 cm এবং q_2 আধান থেকে P বিন্দুর দূরত্ব = $(80 - 60) \text{ cm} = 20 \text{ cm}$ ।

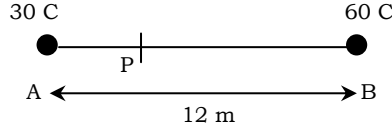
অতএব, উপরিউক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে পাই q_1 আধানবিশিষ্ট গোলক থেকে 60 cm এবং q_2 আধানবিশিষ্ট গোলক থেকে 20 cm দূরবর্তী বিন্দুতে তীব্রতা শূন্য হবে।



নির্বাচিত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর



প্রশ্ন-২১ ▶ চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রে A ও B বিন্দুতে 30 C ও 60 C মানের দুটি আধান আছে।

P বিন্দুটি AB দূরত্বকে 1 : 2 অনুপাতে অন্তর্বিভক্ত করে।

- ক. আধান কাকে বলে? ১
খ. স্থির তড়িৎ কীভাবে উৎপন্ন হয়? ২
গ. আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান কত? ৩

?

- ঘ. A ও B বিন্দুর আধানদ্বয়ের জন্য P বিন্দুতে স্থাপিত একক আধানের জন্য তীব্রতার মান একই হবে কিনা? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

▶◀ ২১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. পদার্থ সৃষ্টিকারী মৌলিক কণিকাসমূহের যেমন : ইলেকট্রন ও প্রোটনের মৌলিক ও বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্মকে আধান বলে।

খ. একবস্তু যখন অন্যবস্তুকে আকর্ষণ করে তখন ঐ বস্তুদ্বয়ে তড়িতের সৃষ্টি হয়। সৃষ্টি তড়িৎ যেখানে উৎপন্ন হয় সেখানেই স্থির থাকে।

স্থির তড়িৎ মূলত বস্তুদ্বয়ের মধ্যে ইলেকট্রনের হ্রাস-বৃদ্ধির ফলেই উৎপন্ন হয়।

গ. দেওয়া আছে,

A বিন্দুর আধান, $q_A = 30 \text{ C}$

B বিন্দুর আধান, $q_B = 60 \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 12 \text{ m}$

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

আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বল, $F = ?$

আমরা জানি, $F = C \cdot \frac{q_A q_B}{d^2}$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{30 \text{ C} \times 60 \text{ C}}{(12 \text{ m})^2}$$

$$= 1.125 \times 10^{11} \text{ N}$$

অতএব, আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের মান $1.125 \times 10^{11} \text{ N}$ ।

ঘ. এখানে, $PA : PB = 1 : 2$

$$\therefore PA = \left(\frac{1}{1+2} \right) \times 12 \text{ m} = 4 \text{ m}$$

$$PB = \left(\frac{2}{1+2} \right) \times 12 \text{ m} = 8 \text{ m}$$

\therefore A বিন্দুর আধানের জন্য P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_A = C \cdot \frac{q_A}{(PA)^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{30 \text{ C}}{(4\text{m})^2}$$

$$= 1.69 \times 10^{10} \times \text{NC}^{-1}$$

আবার, B বিন্দুর আধানের জন্য P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য,

$$E_B = C \cdot \frac{q_B}{(PB)^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{60 \text{ C}}{(8 \text{ m})^2}$$

$$= 0.84 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1}$$

এখানে, $E_A \neq E_B$

অতএব, তড়িৎ তীব্রতার মান সমান হবে না।

প্রশ্ন - ২২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

A ও B বিন্দুতে আধানের পরিমাণ যথাক্রমে $3 \times 10^{-4} \text{ C}$ ও $5 \times 10^{-6} \text{ C}$ এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 6 m।

ক.রোধ কী? ১

খ. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব 15 V বলতে কী বোঝ? ২

গ. আধানদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান

?

কত? ৩

ঘ. দেখাও যে, আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে ক্রিয়াশীল বল এক-চতুর্থাংশ হবে। ৪

২২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহে বাধাগ্রস্ত হয় তাকে ঐ পরিবাহীর রোধ বলে।

খ. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব 15 V বলতে বোঝায় অসীম থেকে প্রতি কুলম্ব ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের ঐ বিন্দুতে আনতে 15 J কাজ সম্পন্ন হয়।

গ. এখানে, A বিন্দুর আধান, $q_A = 3 \times 10^{-6} \text{ C}$

B বিন্দুর আধান, $q_B = 5 \times 10^{-6} \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 6 \text{ m}$

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

বল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = C \cdot \frac{q_A q_B}{d^2}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{3 \times 10^{-6} \text{ C} \times 5 \times 10^{-6} \text{ C}}{(6 \text{ m})^2}$$

$$= 3.75 \times 10^{-3} \text{ N}$$

অতএব, আধানদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল $3.75 \times 10^{-3} \text{ N}$ ।

ঘ. আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ হলে, $d_1 = (6 \times 2) = 12 \text{ m}$

এখন, বলের মান F_1 হলে,

$$F_1 = C \cdot \frac{q_A q_B}{d_1^2}$$

$$\therefore F_1 = 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{3 \times 10^{-6} \text{ C} \times 5 \times 10^{-6} \text{ C}}{(12 \text{ m})^2}$$

$$= 9.375 \times 10^{-4} \text{ N}$$

পূর্বের বল, $F = 3.75 \times 10^{-3} \text{ N}$ [‘গ’ নং থেকে]

$$\text{এখন, } \frac{F}{F_1} = \frac{9.375 \times 10^{-4}}{3.75 \times 10^{-3}}$$

$$\text{বা, } \frac{F}{F_1} = \frac{1}{4}$$

$$\therefore F = \frac{1}{4} F_1$$

অতএব, আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে, ক্রিয়াশীল বল এক-চতুর্থাংশ হবে।

প্রশ্ন-২৩ P ও Q বিন্দুতে দুটি চার্জ যথাক্রমে $12 \times 10^{-6} \text{ C}$ ও $-25 \times 10^{-6} \text{ C}$ অবস্থিত। P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব 5 m। চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব হ্রাস বৃদ্ধি করা হলে এদের মধ্যকার প্রযুক্ত বলেরও পরিবর্তন হয়।

ক. বজ্র নিরোধক কী? ১

খ. আকাশে বিদ্যুৎ চমকায় কেন? ২

?

গ. P ও Q বিন্দুতে অবস্থিত চার্জদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের মান নির্ণয় কর।

৩

ঘ. P ও Q চার্জকে দ্বিগুণ ও মধ্যবর্তী দূরত্বকে অর্ধেক করা হলে বলের কী পরিবর্তন হবে? তা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. বজ্রপাত থেকে বাড়িঘর রক্ষার জন্য বাড়ির ছাদের চেয়ে উঁচু করে যে ধাতব দণ্ড মাটির অনেক গভীর পর্যন্ত পুঁতে রাখা হয় তাই বজ্র নিরোধক।

খ. বায়ুমণ্ডলে উপস্থিত জলীয় বাষ্প বায়ুমণ্ডলের আহিত আয়নগুলোর উপর ঘনীভূত হয়ে পানি কণার সৃষ্টি করে এবং তড়িতাহিত হয়। এ ধরনের পানির কণাগুলো একত্রিত হলেই মেঘের উৎপত্তি হয়। মেঘ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যেকোনোভাবেই আহিত হতে পারে। তড়িতাহিত দুটি মেঘ কাছাকাছি এলে তাদের মধ্যে তড়িৎ ক্ষরণ হয়, ফলে বিরাট অগ্নি স্ফুলিজোর সৃষ্টি হয়। আর এই অগ্নি স্ফুলিজোর কারণেই আকাশে বিদ্যুৎ চমকায়।

গ. এখানে, P বিন্দুর চার্জ, $q_1 = -12 \times 10^{-6} \text{ C}$

Q বিন্দুর চার্জ, $q_2 = -25 \times 10^{-6} \text{ C}$

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 5 \text{ m}$

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

বল, $F = ?$

আমরা জানি,

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{(-12 \times 10^{-6} \text{ C})(-25 \times 10^{-6} \text{ C})}{(5 \text{ m})^2}$$

$$= 0.108 \text{ N}$$

অতএব, P ও Q বিন্দুতে অবস্থিত চার্জদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল 0.108N।

ঘ. P বিন্দুর চার্জকে দ্বিগুণ করলে, $q_1' = (-12 \times 10^{-6} \times 2) \text{ C}$

$$= -24 \times 10^{-6} \text{ C}$$

Q বিন্দুর চার্জকে দ্বিগুণ করলে, $q_2' = (-25 \times 10^{-6} \times 2) \text{ C}$

$$= -50 \times 10^{-6} \text{ C}$$

দূরত্ব অর্ধেক করলে, $d' = \frac{5\text{m}}{2} = 2.5 \text{ m}$

এখন, পরিবর্তিত ক্রিয়াশীল বল F' হলে,

$$F' = \frac{C \frac{q_1' q_2}{(d')^2}}{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2}} \times (-24 \times 10^{-6} \text{ C}) \times (-50 \times 10^{-6} \text{ C})$$

$$= \frac{1.728 \text{ N}}{0.108 \text{ N}}$$

'গ' নং হতে পাই, পূর্বের ক্রিয়াশীল বল, $F = 0.108 \text{ N}$

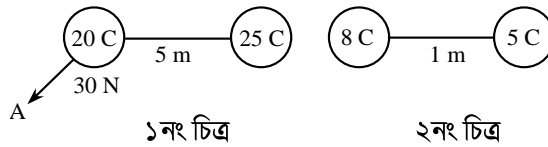
$$\therefore \frac{F'}{F} = \frac{1.728}{0.108}$$

বা, $\frac{F'}{F} = 16$

$$\therefore F' = 16 F$$

অতএব, বলের মান পরিবর্তিত হয়ে পূর্বের 16 গুণ হবে।

প্রশ্ন-২৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. এক কুলম্ব কাকে বলে? ১

খ. তড়িৎ বলরেখা কীভাবে তড়িৎ তীব্রতার দিক নির্দেশ করে? ২

গ. ১নং চিত্রে A বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার মান বের কর। ৩

ঘ. ১নং ও ২নং চিত্রে অনুভূত বলের পরিবর্তন বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. কোনো পরিবাহকের মধ্য দিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার (1A) প্রবাহ এক সেকেন্ড (1s) ধরে চললে এর যেকোনো প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে এক কুলম্ব (1C) বলে।

খ. তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বলরেখার সাথে অঙ্কিত ঐ বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার দিক নির্দেশ করে।

বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে অতিক্রান্ত বলরেখার সংখ্যা তীব্রতার সমানুপাতিক। তড়িৎক্ষেত্রের যেসব এলাকায় বলরেখাগুলো কাছাকাছি অবস্থিত অর্থাৎ ঘন সন্নিবিষ্ট সেখানে তড়িৎ তীব্রতার মান বেশি, আর যেসব স্থানে বলরেখাগুলো দূরে দূরে অবস্থিত সেসব স্থানে তড়িৎ তীব্রতার মান ছোট বা কম হয়।

গ. ১নং চিত্রের A বিন্দুর ক্ষেত্রে,

আধান, $q_1 = 20 \text{ C}$

বল, $F = 30 \text{ N}$

A বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার মান,

$$\begin{aligned} E &= \frac{F}{q_1} \\ &= \frac{30 \text{ N}}{20 \text{ C}} \\ &= 1.5 \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, ১নং চিত্রের A বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার মান 1.5 NC^{-1} ।

ঘ. ১নং চিত্রের জন্য,

আধান, $q_1 = 20 \text{ C}$

আধান, $q_2 = 25 \text{ C}$

দূরত্ব, $d_1 = 5 \text{ m}$

মধ্যবর্তী বল, $F_1 = ?$

আমরা জানি,

$$F_1 = \frac{q_1 q_2}{d_1^2}$$
$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{20 \text{ C} \times 25 \text{ C}}{(5\text{m})^2}$$
$$= 1.8 \times 10^{11} \text{ N}$$

আবার, ২নং চিত্রের জন্য,

আধান, $q_1 = 8 \text{ C}$

আধান, $q_2 = 5 \text{ C}$

দূরত্ব, $d_2 = 1\text{m}$

মধ্যবর্তী বল, $F_2 = ?$

আমরা জানি,

$$F_2 = C \frac{q_1 q_2}{d_2^2}$$
$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{8 \text{ C} \times 5 \text{ C}}{(1\text{m})^2}$$
$$= 3.6 \times 10^{11} \text{ N}$$
$$= 2 \times F_1$$

$$\therefore F_2 = 2 \times F_1$$

অর্থাৎ, ২নং চিত্রের আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বল, ১নং চিত্রের আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী বলের দ্বিগুণ।