

দশম অধ্যায়

স্থির তড়িৎ

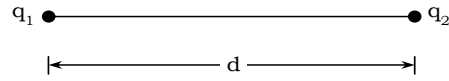
LECTURE SHEET

- **আধান (Charge)** : পদার্থ সৃষ্টিকারী মৌলিক কণিকাসমূহের যেমন : ইলেকট্রন ও প্রোটনের মৌলিক ও বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্মকে আধান বলে।
- **তড়িৎ আবেশ (Electric Induction)** : একটি আহিত বস্তুকে কোনো পরিবাহকের নিকটে রেখে আহিত বস্তুর প্রভাবে পরিবাহকটি আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।
- **স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র (Goldleaf Electroscope)** : যে যন্ত্রের সাহায্যে কোনো বস্তুতে আধানের অস্তিত্ব ও প্রকৃতি নির্ণয় করা যায় তাকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র বলে। বেনেট নামক একজন ধর্মযাজক আধানের উপস্থিতি ও প্রকৃতি নির্ণয়ের জন্য এই তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র উদ্ভাবন করেন।
- **কুলম্বের সূত্র (Coulomb's Law)** : নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি আহিত বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক, এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল আধানদ্বয়ে সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

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

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

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



এখানে, C একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক, যার মান রাশিগুলোর একক এবং আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে।

- **এক কুলম্ব আধান (One Coulomb Charge)** : সমপরিমাণ ও সমধর্মী দুইটি আধান শূন্য মাধ্যমে পরস্পর 1m দূরত্বে থেকে যদি পরস্পরকে $9 \times 10^9 \text{ N}$ বলে বিকর্ষণ করে তবে আধান দুইটির প্রত্যেককে 1 কুলম্ব (1C) আধান বলে।
- **তড়িৎক্ষেত্র (Electric field)** : একটি আহিত বস্তুর চারদিকে যে অঞ্চলব্যাপী তার প্রভাব বজায় থাকে অর্থাৎ অন্য কোনো আহিত বস্তু আনা হলে সেটি আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল লাভ করে সেই অঞ্চলকে ঐ বস্তুর তড়িৎক্ষেত্র বলে।

□ **তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা (Intensity of Electric Field) :** তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি যে বল লাভ করে তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎ তীব্রতা বা তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা বলে।

একে \vec{E} দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটি ভেক্টর রাশি। একক নিউটন/কুলম্ব (NC^{-1})।

$$\text{তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা } \vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

□ **তড়িৎ বিভব (Electric Potential) :** বিভব হচ্ছে আহিত পরিবাহকের তড়িৎ অবস্থা যা নির্ধারণ করে ঐ পরিবাহকটিকে অন্য কোনো পরিবাহকের সাথে সংযুক্ত করলে আধান প্রবাহিত হবে।

□ **বিভব পার্থক্য বা বিভবান্তর (Potential difference) :** একক ধনাত্মক আধানকে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে কৃতকাজের পরিমাণকে ঐ বিন্দুদ্বয়ের বিভব পার্থক্য বা বিভবান্তর বলে। বিভবান্তর পরিমাপ করা হয় ভোল্ট এককে।

□ **পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরার কারণ :** 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। এটি একটি ঋণাত্মক আধানের বিশাল ভাণ্ডার। তাই এ থেকে কিছু ইলেকট্রন বের করে নিলে অথবা এতে কিছু ইলেকট্রন দিলে এর বিভবের কোনো পরিবর্তন হয় না। সেজন্য বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

□ **কুলম্বের সূত্রের বৈশিষ্ট্য :**

- ◆ দুটি বিপরীত জাতীয় আধান পরস্পরকে আকর্ষণ করে আর সমজাতীয় আধান পরস্পরকে বিকর্ষণ করে।
- ◆ শূন্যস্থানে ভেদনযোগ্যতা ϵ_0 এর মান $8.854 \times 10^{-12} C^2N^{-1}m^{-2}$ ।
- ◆ আধানের একক কুলম্ব (C)।

□ **তড়িৎ আবেশের বৈশিষ্ট্য :**

- ◆ একটি অনাহিত বস্তুকে একটি আহিত বস্তুর কাছাকাছি আনলে আবেশের ফলে অনাহিত বস্তু আহিত বস্তুতে পরিণত হয়।
- ◆ আবিষ্ট পরিবাহকের যে প্রান্ত আবেশী বস্তুর নিকটে থাকে সে প্রান্তে আধান আকর্ষণের প্রভাবে স্থান ত্যাগ করতে পারে না। এরা বন্ধ আধান এবং আবিষ্ট বস্তুর দূরতম প্রান্তে সঞ্চারিত আধান মুক্ত আধান।

□ **তড়িৎক্ষেত্র এবং বিভবের বৈশিষ্ট্য :**

- ◆ তড়িৎ বিভব হচ্ছে আহিত পরিবাহকের তড়িৎ অবস্থা যা নির্ধারণ করে ঐ পরিবাহকটি অন্য পরিবাহকের সাথে পরিবাহক দ্বারা যুক্ত করলে তা আধান দেবে বা নেবে।
- ◆ তড়িৎ তীব্রতার একক নিউটন/কুলম্ব।

- ◆ অসীম দূরত্ব থেকে বা শূন্য বিভবের কোনো স্থান থেকে এক একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে সম্পন্ন কাজের পরিমাণই হচ্ছে ঐ বিন্দুর বিভব।
- ◆ বিভব একটি স্কেলার রাশি, এর একক জুল/কুলম্ব বা ভোল্ট।

প্রশ্ন ১ ৥ পরমাণুর গঠনের ভিত্তিতে কোনো বস্তুর আহিত হওয়ার ঘটনা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোনো পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা এবং প্রোটনের সংখ্যা সমান থাকলে পরমাণু নিস্তড়িৎ অবস্থায় থাকে। কিন্তু যখন পরমাণুতে এদের সংখ্যা অসমান হয় তখন পরমাণু তড়িৎগ্রস্ত বা আহিত হয়। কোনো পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা কমে গেলে প্রোটনের আধিক্য দেখা যায়। এ অবস্থাকে বলা হয় ধনাত্মক আধানে আহিত হওয়া। আবার বহিঃস্থ ইলেকট্রন কোনো পরমাণুর সাথে যুক্ত হলে ওই পরমাণুর ইলেকট্রন সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। একে বলে ঋণাত্মক আধানে আহিত হওয়া।

প্রশ্ন ২ ৥ কোনো বস্তুকে ঘর্ষণ পদ্ধতিতে কীভাবে আহিত করা যায় বর্ণনা কর।

উত্তর : স্বাভাবিক অবস্থায় প্রত্যেক পদার্থের পরমাণুতে সমানসংখ্যক ইলেকট্রন ও প্রোটন থাকে। তবে প্রত্যেক পরমাণুরই প্রয়োজনের অতিরিক্ত ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা আছে। যখন দুটি বস্তুর মধ্যে ঘর্ষণ হয় তখন যে বস্তুর ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা বেশি সে বস্তু ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক আধানে আহিত হয় এবং অপর বস্তুটি ইলেকট্রন হারিয়ে ধনাত্মক আধানে আহিত হয়।

প্রশ্ন ৩ ৥ তড়িৎ আবেশ কী?

উত্তর : একটি আহিত বস্তুকে কোনো পরিবাহকের নিকট রেখে আহিত বস্তুর প্রভাবে পরিবাহকটিকে আহিত করার পদ্ধতিকে তড়িৎ আবেশ বলে।

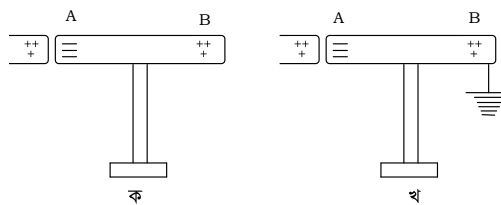
প্রশ্ন ৪ ৥ আবেশি আধান ও আবিষ্ট আধান বলতে কী বোঝ?

উত্তর : আহিত বস্তুর যে আধান তড়িৎ আবেশের মাধ্যমে পরিবাহকে আবেশ সৃষ্টি করে তাকে আবেশি আধান বলে।

তড়িৎ আবেশের ফলে কোনো পরিবাহকে যে আধানের সঞ্চয় হয় তাকে আবিষ্ট আধান বলে।

প্রশ্ন ৫ ৥ কোনো বস্তুকে আবেশ পদ্ধতিতে কীভাবে আহিত করা যায় বর্ণনা কর।

উত্তর : আবেশি প্রক্রিয়ায় একটি বস্তুকে আহিত করার পদ্ধতি নিচে দেওয়া হলো :

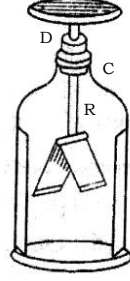


রাবারের হাতল বিশিষ্ট একটি শূন্য কাচদণ্ডকে রেশম দিয়ে ভালো করে ঘষে এর একপ্রান্ত হাতে ধরে অপর প্রান্ত একটি অনাহিত পরিবাহক দণ্ড AB এর A প্রান্তের নিকট আনলে, পরিবাহকের মুক্ত ইলেকট্রনগুলো কাচদণ্ডের

ধনাত্মক আধান দ্বারা আকৃষ্ট হয়ে A প্রান্তে সরে আসে। ফলে B প্রান্তে ইলেকট্রন ঘাটতি সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ B প্রান্ত ধনাত্মক আধানে আহিত হয় এবং A প্রান্ত ঋণাত্মক আধানযুক্ত হয়। এবার কাচদণ্ডকে না সরিয়ে AB পরিবাহকটিকে কোনো পরিবাহক দ্বারা ভূসংযোজিত করলে ভূমি থেকে ইলেকট্রন এসে B প্রান্তে ধনাত্মক আধানগুলোকে নিষ্ক্রিয় করে দেয়। এখন ভূসংযোগ বিচ্ছিন্ন করি এবং এরপর কাচদণ্ডটিকে সরিয়ে ফেলি। ফলে ঋণাত্মক আধানগুলো AB পরিবাহকের সর্বত্র ছড়িয়ে পড়বে এবং ওই দণ্ডটি চার্জে চার্জিত হবে।

প্রশ্ন ১৬ ৥ একটি স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের গঠন বর্ণনা কর।

উত্তর : যে যন্ত্রের সাহায্যে কোনো বস্তুতে আধানের অস্তিত্ব ও প্রকৃতি নির্ণয় করা যায়, তাকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র বলে।



এই যন্ত্রে একটি পিতল বা অন্য কোনো ধাতব দণ্ড R এর উপরে একটি ধাতব চাকতি বা গোলক D আটকানো থাকে। দণ্ডের নিচের প্রান্তে দুটি হালকা সোনার পাত সংযুক্ত থাকে। পাত দুটি সোনার বদলে অ্যালুমিনিয়াম বা অন্য কোনো হালকা ধাতুর হতে পারে। পাতসহ দণ্ডের নিচের অংশ অপরিবাহী পদার্থ দিয়ে তৈরি ছিপি C-এর মধ্য দিয়ে একটি কাচপাত্রে প্রবেশ করানো থাকে। যন্ত্রটি কাচপাত্রের ভেতর থাকায় বায়ুপ্রবাহে কোনো ক্ষতি হয় না।

প্রশ্ন ১৭ ৥ একটি স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রকে কীভাবে ধনাত্মক আধানে আহিত করা যায় বর্ণনা কর।

উত্তর : একটি কাচদণ্ডকে রেশম দিয়ে ঘষলে কাচদণ্ডে ধনাত্মক আধানের উদব হয়। ঐ আহিত কাচদণ্ডকে স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের চাকতি বা গোলকের গায়ে স্পর্শ করলে দণ্ড হতে খানিকটা আধান চাকতিতে চলে যায়। এই আধান সুপরিবাহী ধাতব দণ্ডের ভেতর দিয়ে সোনার পাতদ্বয়ে পৌঁছে। ফলে সোনার পাত দুটি একই জাতীয় আধান পেয়ে পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং পরস্পর থেকে দূরে সরে যায়। এই অবস্থায় কাচদণ্ড সরিয়ে নিলেও পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী ফাঁক কমে না, যা থেকে বোঝা যায় স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রটি ধনাত্মক আধানে আহিত হয়।

প্রশ্ন ১৮ ৥ একটি স্বর্ণপাত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে কীভাবে কোনো আহিত বস্তুর আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করা যায় বর্ণনা কর।

উত্তর : কোনো তড়িৎগ্রস্ত বস্তুতে কী ধরনের আধান আছে তা জানতে হলে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রটিকে প্রথমে ধনাত্মক বা ঋণাত্মক আধানে আহিত করতে হবে। ধরি, যন্ত্রটিকে ধনাত্মক আধানে আহিত করা হলো। ঐ অবস্থায় পাতদ্বয়ে ধনাত্মক আধান থাকায় এরা ফাঁক হয়ে যাবে। এখন পরীক্ষণীয় বস্তুটিকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের চাকতির সংস্পর্শে আনলে যদি পাত দুটির ফাঁক কমে যায়, তাহলে বুঝতে হবে ওই বস্তুটি ঋণাত্মক আধানে আহিত। পক্ষান্তরে পরীক্ষণীয় বস্তুটি চাকতির সংস্পর্শে আনলে ফাঁক যদি বেড়ে যায়, তাহলে বুঝতে হবে বস্তুটি ধনাত্মক আধানে আহিত।

প্রশ্ন ১৯ ৥ দুটি আধানের মধ্যবর্তী তড়িৎ বল কোন কোন বিষয়ের উপর নির্ভর করে?

উত্তর : দুইটি আধানের মধ্যবর্তী তড়িৎ বল নির্ভর করে,

১. আধানদ্বয়ের পরিমাণের ওপর

২. আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের ওপর

৩. আধানদ্বয় যে মাধ্যমে অবস্থিত তার প্রকৃতির ওপর।

অনুশীলনের জন্য দক্ষতাস্তরের প্রশ্ন ও উত্তর

● ■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ১ ৥ পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা স্বাভাবিকের চেয়ে কম বা বেশি হওয়াকে কী বলে?

উত্তর : পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা স্বাভাবিকের চেয়ে কম বা বেশি হওয়াকে আহিত হওয়া বলে।

প্রশ্ন ২ ৥ মানবদেহের আধান কী ধরনের?

উত্তর : মানবদেহের আধান নিরপেক্ষ।

প্রশ্ন ৩ ৥ পরিবাহক কাকে বলে?

উত্তর : যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ তথা আধান সহজে চলাচল করতে পারে তাদেরকে পরিবাহক বা পরিবাহী বলে।

প্রশ্ন ৪ ৥ আবিষ্কৃত আধান কাকে বলে?

উত্তর : তড়িৎ আবেশ প্রক্রিয়ায় কোনো অনাহিত পরিবাহীতে যে আধানের সঞ্চয় হয় তাকে আবিষ্কৃত আধান বলে।

প্রশ্ন ৫ ৥ পরিবাহকের বিভব কাকে বলে?

উত্তর : অসীম থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে তড়িৎ বল দ্বারা বা তড়িৎ বলের বিরুদ্ধে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ পরিবাহকের বিভব বলে।

প্রশ্ন ৬ ৥ মেঘ গর্জন কী?

উত্তর : বিদ্যুৎ চমকের সময় মেঘের চারপাশের বায়ুমণ্ডলের চাপের সংকোচন ও প্রসারণের ফলে যে প্রচণ্ড শব্দের সৃষ্টি হয় তাকে মেঘ গর্জন বলে।

প্রশ্ন ৭ ৥ বিদ্যুৎ চমকের সংজ্ঞা দাও।

উত্তর : তড়িতাহিত দুটি মেঘ কাছাকাছি এলে তাদের মধ্যে তড়িৎ ক্ষরণ হয়, ফলে বিরাট অগ্নি স্ফুলিঙ্গের সৃষ্টি হয়। একে বিদ্যুৎ চমক বলা হয়।

● ■ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ১ ৥ চুল ঝাঁচড়ে চিরুনি কাগজের ছোট ছোট টুকরার কাছে আনলে তা আকর্ষণ করে কেন?

উত্তর : চিরুনি দ্বারা চুল ঝাঁচড়ানো হলে চিরুনিতে স্থির তড়িৎ উৎপন্ন হয়। এবার এ চিরুনি ছোট ছোট কাগজের টুকরার কাছে আনলে কাগজগুলোতে বিপরীতধর্মী আধানের সঞ্চয় হয় বলে চিরুনিটি কাগজের টুকরাগুলোকে আকর্ষণ করে।

প্রশ্ন ২ ৥ তড়িৎ আবেশের মাধ্যমে কীভাবে একটি আধান নিরপেক্ষ বস্তুকে স্থায়ীভাবে আহিত করা যায় তা সংক্ষেপে বর্ণনা কর।

উত্তর : একটি আধান নিরপেক্ষ বস্তুর সন্নিহিত একটি আধানযুক্ত বস্তু আনলে আধানবিহীন বস্তুর দুই প্রান্তে দুই বিপরীত আধানের সঞ্চারণ ঘটে। দূরবর্তী প্রান্তকে ভূমির সাথে সংযুক্ত করলে ওই আধান নিষ্কাশিত হয়। এবার সংযোগ বিচ্ছিন্ন করে আধানযুক্ত বস্তুটি সরিয়ে নিলে আধানবিহীন বস্তুটি আধানপ্রাপ্ত হয় এবং ওই আধান বস্তুটির সর্বত্র ছড়িয়ে পড়ে।

প্রশ্ন ১৩ ৥ রং স্বেপ্ত করার কাজে স্থির তড়িতের ধর্ম কীভাবে ব্যবহার করা হয় তা বর্ণনা কর।

উত্তর : রং স্বেপ্ত গানের সুচালো প্রান্তটি একটি স্থির তড়িত জেনারেটরের এক প্রান্তের সাথে সংযুক্ত করা হয়। জেনারেটরের অপর প্রান্তটি যে ধাতব পাতটি রং করতে হবে তার সাথে সংযুক্ত করা হয় যা অবশ্যই ভূসংযুক্ত থাকে। একটি গাড়ি রং করার ক্ষেত্রে স্বেপ্ত গান থেকে নির্গত আহিত ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা গাড়ির বাইরের কাঠামো দ্বারা আকৃষ্ট হয়। ফলে গাড়ির বহিরাবরণের উপর রং এর একটি সুষম আস্তরণ পড়ে। এভাবে রং স্বেপ্ত করার কাজে স্থির তড়িতের ধর্ম ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন ১৪ ৥ তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুর বিভব কীভাবে পরিমাপ করবে— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : অসীম হতে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান আনতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় তাকে ওই বিন্দুর বিভব বলে। সুতরাং তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে বিভব পরিমাপ করতে অসীম হতে একক ধনাত্মক আধানকে ওই বিন্দুতে আনা হয় এবং সম্পন্ন কাজের পরিমাণ হিসাব করা হয়।

প্রশ্ন ১৫ ৥ বিভব পার্থক্যের ব্যবহারিক প্রয়োগ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : দুটি বস্তু বা বিন্দুর মধ্যে বিভব পার্থক্য থাকলে এদের একটি হতে অপরটিতে আধানের স্থানান্তর ঘটে এবং তড়িৎপ্রবাহের সৃষ্টি হয়। সৃষ্টি তড়িৎপ্রবাহ কোনো বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে অতিক্রম করলে এর পর্দায় ছবি দেখতে পাই, হিটারের মধ্য দিয়ে অতিক্রম করলে তাপ উৎপন্ন হয়। বিদ্যুৎশক্তি হলো শক্তির সবচেয়ে সুবিধাজনক রূপ এবং এটি হতে অপরশক্তি পাওয়া যায় বিভব পার্থক্যকে ব্যবহারিকভাবে প্রয়োগ করে।

প্রশ্ন ১৬ ৥ বিমানে জ্বালানি ভরার সময় স্থির তড়িতের বিপদ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : আকাশে যখন বিমান ওড়ে তখন বায়ুর সাথে ঘর্ষণের ফলে এটি তড়িৎগ্রস্ত হতে পারে। বিমানের আধান বাড়তে থাকলে বিমান ও ভূপৃষ্ঠের মধ্যে বিভব পার্থক্য বাড়তে থাকে। এত উচ্চ বিভব পার্থক্যের কারণে বিমানে যখন জ্বালানি ভরা হয় তখন কিছু আধান ভূমিতে চাপ যাওয়ার সময় স্ফুলিঙ্গ সৃষ্টি হওয়ার সম্ভাবনা থাকে, যা বিরাট বিস্ফোরণের কারণ হতে পারে।

প্রশ্ন ৯ ॥ পৃথিবীর বিভব শূন্য ধরা হয় কেন?

উত্তর : 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 ভাণ্ডার। তাই এ থেকে কিছু ইলেকট্রন বের করে নিলে অথবা এতে কিছু ইলেকট্রন দিলে এর বিভবের কোনো পরিবর্তন হয় না। সে জন্য পৃথিবীর বিভবকে শূন্য ধরা হয়।

প্রশ্ন ৮ ॥ বজ্রপাত কীভাবে সৃষ্টি হয়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : জলীয় বাষ্প বায়ুমণ্ডলের আহিত আয়নগুলোর উপর ঘনীভূত হয়ে পানি কণার সৃষ্টি করে এবং তড়িতাহিত হয়। এই ধরনের পানির কণাগুলো একত্রিত হলেই মেঘের উৎপত্তি হয়। মেঘ ধনাত্মক বা ঋণাত্মক যেকোনোভাবেই আহিত হতে পারে। তড়িতাহিত মেঘে যদি তড়িতের পরিমাণ বেশি হয়, তাহলে তা তড়িৎক্ষরণের মাধ্যমে পৃথিবীতে চলে আসে। এভাবে বজ্রপাত সৃষ্টি হয়।

প্রশ্ন ৯ ॥ বজ্রবৃষ্টির সময় গাছের নিচে দাঁড়ানো বিপজ্জনক কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : বজ্রপাতের সময় তড়িতাহিত মেঘ থেকে তড়িৎক্ষরণের মাধ্যমে আধান পৃথিবীতে চলে আসে। আর এই আধান সবসময় পরিবাহীর মধ্য দিয়ে সঞ্চিত হতে চলে। তাই বজ্রপাতের সময় এই তড়িৎ প্রবাহ গাছের মধ্য দিয়ে পৃথিবীতে আসে যা গাছের নিচে দাঁড়ানো কোনো মানুষকে শক করার সম্ভাবনা থাকে। তাই বজ্রবৃষ্টির সময় গাছের নিচে দাঁড়ানো বিপজ্জনক।

প্রশ্ন ১০ ॥ বজ্র নিরোধক কীভাবে কাজ করে? – ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : যখন তড়িৎপ্রস্তু মেঘ বাড়ির উপরে আসে, তখন বজ্র নিরোধক বিপরীত আধানে আবিষ্ট হয়। কিন্তু দণ্ডের উপরি প্রান্ত তীক্ষ্ণগ্রন্থ বিশিষ্ট হওয়ায় ওই তীক্ষ্ণগ্রন্থগুলোতে বেশি আধান জমা হয় এবং সূচিমুখ দিয়ে তড়িৎক্ষরণ হয়। বায়ুকণাগুলো এই আধান দিয়ে আহিত হয় এবং মেঘের বিপরীত আধান কর্তৃক আকৃষ্ট হয়ে মেঘের দিকে চলে যায় এবং মেঘকে নিস্তড়িত করে। ফলে বজ্রপাতের সম্ভাবনা কম থাকে।

গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
$F = C \frac{q_1 q_2}{d^2}$	$q_1 = 1$ ম আধান $q_2 = 2$ য় আধান $d =$ আধানদ্বয়ের দূরত্ব মধ্যবর্তী $C =$ সমানুপাতিক ধ্রুবক $F =$ আধানদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল
$E = \frac{F}{q}$	$F =$ ক্রিয়ারত বল

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
	q = আধান E = তড়িৎ তীব্রতা
▶ $V = \frac{W}{q}$	w = সম্পন্ন কাজের পরিমাণ q = আধান V = পরিবাহকের বিভব

গাণিতিক উদাহরণ ১০.১ : একটি 20 C এর আহিত বস্তুকে শূন্যস্থানে অপর একটি 50 C এর আহিত বস্তু থেকে 2 m দূরে রাখা হলো। এদের মধ্যবর্তী বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

প্রথম আধান, $q_1 = 20 \text{ C}$

দ্বিতীয় আধান, $q_2 = 50 \text{ C}$

দূরত্ব, $d = 2 \text{ m}$

বল, $F = ?$

আমরা জানি,

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^{-2} \text{ C}^{-2} \times \frac{20 \text{ C} \times 50 \text{ C}}{(2\text{m})^2}$$

$$= 2.25 \times 10^{12} \text{ N}$$

নির্ণেয় বল $2.25 \times 10^{12} \text{ N}$.

গাণিতিক উদাহরণ ১০.২ : কোনো তড়িৎ ক্ষেত্রে 5 C এর একটি আহিত বস্তু স্থাপন করলে যদি সেটি 200 N বল লাভ করে তবে ঐ বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতার মান নির্ণয় কর।

সমাধান :

এখানে,

$$\text{আধান, } q = 5 \text{ C}$$

$$\text{বল, } F = 200 \text{ N}$$

$$\text{তড়িৎ তীব্রতা, } E = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= \frac{F}{q} \\ &= \frac{200 \text{ N}}{5 \text{ C}} \\ &= 40 \text{ N C}^{-1} \end{aligned}$$

নির্ণেয় তীব্রতার মান 40 N C^{-1} ।

সমস্যা ১৩ ৫ কুলম্বের আধান থেকে 0.5 m দূরবর্তী কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতা কত?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{আধান, } q = 5 \text{ C}$$

$$\text{দূরত্ব, } d = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{বায়ু মাধ্যমে, } C = 9 \times 10^{10} \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$$

$$\text{তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা, } E = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} E &= C \frac{q}{d^2} \\ &= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2} \times \frac{5 \text{ C}}{0.5 \text{ m} \times 0.5 \text{ m}} \\ &= 1.8 \times 10^{11} \text{ NC}^{-1} \end{aligned}$$

অতএব, তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা $1.8 \times 10^{11} \text{ N C}^{-1}$ ।

সমস্যা ১৪ ৩০ কুলম্বের কোনো তড়িৎক্ষেত্রে 30 C কুলম্বের একটি চার্জ স্থাপন করলে তা 15 N নিউটন বল লাভ

করে। ঐ বিন্দুতে 20 কুলম্বের একটি আধান স্থাপন করলে বলের মান কত?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{প্রথম চার্জ, } q_1 = 30 \text{ C};$$

$$\text{প্রথম বল, } F_1 = 15 \text{ N}$$

$$\text{দ্বিতীয় চার্জ, } q_2 = 20 \text{ C};$$

$$\text{দ্বিতীয় বল, } F_2 = ?$$

আমরা জানি,

$$E = \frac{F_1}{q_1}$$
$$= \frac{15 \text{ N}}{30 \text{ C}}$$

$$\therefore E = 0.5 \text{ N C}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্তুর ক্ষেত্রে,

আমরা জানি,

$$E = \frac{F_2}{q_2}$$

$$\text{বা, } F_2 = q_2 E$$

$$= 20 \text{ C} \times 0.5 \text{ N C}^{-1}$$

$$\therefore F_2 = 10 \text{ N}$$

অতএব, বলের মান 10 N।

সমস্যা ১৫ ১ বায়ু মাধ্যমে একটি 30 কুলম্ব ও একটি 50 কুলম্ব আধান পরস্পর থেকে 1 মিটার দূরে আছে। এদের মধ্যবর্তী বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান :

এখানে,

$$\text{প্রথম আধান, } q_1 = 30 \text{ C}$$

$$\text{দ্বিতীয় আধান, } q_2 = 50 \text{ C}$$

$$\text{দূরত্ব, } d = 1 \text{ m};$$

বায়ু মাধ্যমে, $C = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$

মধ্যবর্তী বলের মান, $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = C \frac{q_1 q_2}{d^2}$$
$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{30 \text{ C} \times 50 \text{ C}}{1 \text{ m} \times 1 \text{ m}}$$

$$\therefore F = 1.35 \times 10^{13} \text{ N}$$

নির্ণেয় বল $1.35 \times 10^{13} \text{ N}$ ।

সমস্যা ৯ ৬ ৯ বায়ু মাধ্যমে একটি 20 C ও একটি 40 C আধান পরস্পর থেকে কী দূরত্বে থাকলে এদের মধ্যবর্তী বলের মান $2.35 \times 10^{13} \text{ N}$ হবে?

সমাধান :

এখানে,

$$১ম আধান, $q_1 = 20 \text{ C}$$$

$$২য় আধান, $q_2 = 40 \text{ C}$$$

$$\text{বল, } F = 2.35 \times 10^{13} \text{ N}$$

$$\text{বায়ু মাধ্যমে, } C = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2}$$

$$\text{দূরত্ব, } d = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } d^2 = C \times \frac{q_1 \times q_2}{F}$$

$$= 9 \times 10^9 \text{ N m}^2 \text{ C}^{-2} \times \frac{20 \text{ C} \times 40 \text{ C}}{2.35 \times 10^{13}}$$

$$= 0.306 \text{ m}^2$$

$$\therefore d = 0.55 \text{ m}$$

অতএব, আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.55 m ।

সমস্যা ১৭ ১০ cm ব্যাসবিশিষ্ট 25 কুলম্ব
আধানের আহিত বস্তু বাতাসে অপর একটি 10
cm ব্যাসের 70 কুলম্ব আধানের আহিত
বস্তু থেকে 0.4 m দূরত্বে রাখা হলো। এদের
মধ্যবর্তী বলের মান কত?

সমাধান :

এখানে,

$$১ম আধান, q_1 = 25 C$$

$$২য় আধান, q_2 = 70 C$$

$$\begin{aligned} \text{দূরত্ব, } d &= \frac{10}{2 \times 100} \text{ m} + 0.4 \text{ m} + \frac{10}{2 \times 100} \text{ m} \\ &= (0.05 + 0.4 + 0.05) \text{ m} \\ &= 0.5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{বায়ু মাধ্যমে, } C = 9 \times 10^9 \text{ N m}^2\text{C}^{-2}$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} F &= C \frac{q_1 \times q_2}{d^2} \\ &= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{25 C \times 70 C}{(0.5\text{m})^2} \\ &= 6.3 \times 10^{13} \text{ N} \end{aligned}$$

অতএব, মধ্যবর্তী বলের মান $6.3 \times 10^{13} \text{ N}$ ।

সমস্যা ১৮ ১ কোনো তড়িৎক্ষেত্রে 30 C চার্জ
স্থাপন করলে তা 15 N বল লাভ করে। ক্ষেত্রটির
তড়িৎ তীব্রতা কত?

সমাধান :

এখানে,

$$\text{চার্জ, } q = 30 C$$

$$\text{বল, } F = 15 \text{ N}$$

$$\text{তড়িৎ তীব্রতা, } E = ?$$

আমরা জানি,

$$E = \frac{F}{q}$$
$$= \frac{15 \text{ N}}{30 \text{ C}}$$
$$= 0.5 \text{ N C}^{-1}$$

∴ নির্ণেয় ক্ষেত্রটির তড়িৎ তীব্রতা 0.5 N C^{-1} ।

সমস্যা ১৯ ১ \AA ব্যবধানে অবস্থিত দুটি মুক্ত ইলেকট্রনের মধ্যবর্তী কুলম্ব বল নির্ণয় কর? (1 $\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$)

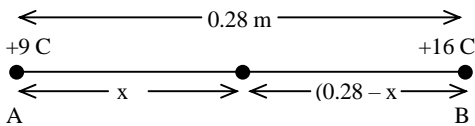
সমাধান : এখানে,

$$q_1 = q_2 = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}, d = 1\text{\AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$\therefore F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_1 q_2}{d^2}$$
$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2 \text{ C}^{-2} \times \left(\frac{1.6 \times 10^{-19} \text{ C}}{10^{-10} \text{ m}} \right)^2$$
$$= 2.3 \times 10^{-8} \text{ N}$$

সমস্যা ১০ ১ দুটি ক্ষুদ্র গোলক A এবং B-তে যথাক্রমে 9 C এবং 16 C চার্জ প্রদান করা হলো। যদি বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.28 m হয়, তবে তাদের সংযোজক সরলরেখার কোন বিন্দুতে উভয় চার্জের জন্য প্রাবল্যের মান সমান হবে?

সমাধান :



$$\text{প্রাবল্য} = 9 \times 10^9 \times \frac{q}{d^2}$$

$$\therefore \text{শর্তানুসারে, } 9 \times 10^9 \times \frac{9}{x^2} = \frac{9 \times 10^9 \times 16}{(0.228 - x)^2}$$

$$\text{বা, } \frac{9}{x^2} = \frac{16}{(0.28 - x)^2}$$

$$\text{বা, } \left(\frac{0.28 - x}{x}\right) = \frac{16}{9} = \left(\frac{4}{3}\right)^2$$

$$\text{বা, } \frac{0.28 - x}{x} = \frac{4}{3}$$

$$\text{বা, } 4x = 0.84 - 3x$$

$$\text{বা, } 4x + 3x = 0.84$$

$$\text{বা, } 7x = 0.84$$

$$\therefore x = \frac{0.84}{7} = 0.12 \text{ m}$$

অতএব, সংযোজক সরলরেখার 0.12 m বিন্দুতে প্রাবল্যের মান সমান হবে।

সমস্যা ১১ ৥ কুলম্বের আধান থেকে 0.5 m দূরবর্তী কোনো বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্রের তীব্রতা কত?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$\text{আধান, } q = 2.5 \text{ কুলম্ব}$$

$$\text{দূরত্ব, } r = 0.5 \text{ m}$$

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

$$\text{তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা, } E = ?$$

আমরা জানি,

$$E = C \frac{q}{r^2} = 9 \times 10^9 \times \frac{2.5}{0.5 \times 0.5} \text{ NC}^{-1}$$

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

নির্ণেয় তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা $9 \times 10^{10} \text{ NC}^{-1}$ ।

সমস্যা ১২ ৥ কোনো তড়িৎক্ষেত্রে 10 কুলম্বের একটি আহিত বস্তু স্থাপন করলে সেটি 10 N বল

লাভ করে। ঐ বিন্দুতে 15 কুলম্বের একটি
আহিত বস্তু স্থাপন করলে বলের মান কত হবে?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$১ম ক্ষেত্রে বল, F_1 = 10 \text{ N}$$

$$১ম ক্ষেত্রে চার্জ, q_1 = 10 \text{ C}$$

$$২য় ক্ষেত্রে চার্জ, q_2 = 15 \text{ C}$$

$$\text{বলের পরিমাণ, } F_2 = ?$$

আমরা জানি,

$$E = \frac{F_1}{q_1} = \frac{10 \text{ N}}{10 \text{ C}} = 1 \text{ NC}^{-1}$$

আবার,

$$F_2 = E q_2 = 1 \text{ NC}^{-1} \times 15 \text{ C} = 15 \text{ N}$$

অতএব, বলের পরিমাণ 15 N।

সমস্যা ৯ ১৩ ৯ বায়ু মাধ্যমে 10 কুলম্ব ও একটি
20 কুলম্বের দুটি বৈদ্যুতিক চার্জ পরস্পর হতে
40 সেন্টিমিটার দূরে আছে। এদের মধ্যবর্তী
বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$১ম চার্জ, q_1 = 10 \text{ C}$$

$$২য় চার্জ, q_2 = 20 \text{ C}$$

$$\text{দূরত্ব, } d = 0.4 \text{ m}$$

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

$$\text{মধ্যবর্তী বল, } F = ?$$

আমরা জানি,

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

$$= 9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times \frac{10 \text{ C} \times 20 \text{ C}}{0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}}$$

$$= 11.25 \times 10^{12} \text{ N}$$

অতএব, মধ্যবর্তী বলের মান $11.25 \times 10^{12} \text{ N}$ ।

সমস্যা ১১ ১৪ ১১ ১০ cm ব্যাসবিশিষ্ট ২৫ কুলম্ব আধানের আহিত বস্তু অপর একটি ১০ cm ব্যাসের ৭০ কুলম্ব আধানের আহিত বস্তু থেকে ৪m দূরত্বে রাখা হলো। তাদের মধ্যবর্তী বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$\text{চার্জ, } q_1 = 25 \text{ C}$$

$$\text{চার্জ, } q_2 = 70 \text{ C}$$

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

$$\begin{aligned} \text{মধ্যবর্তী দূরত্ব, } d &= (r_1 + r_2 + 4) \text{ m} \\ &= (0.05 + 0.05 + 4) \text{ m} \\ &= 4.1 \text{ m} \end{aligned}$$

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

$$\text{মধ্যবর্তী বল, } F = ?$$

আমরা জানি,

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

$$= \frac{9 \times 10^9 \text{ Nm}^2\text{C}^{-2} \times 25 \text{ C} \times 70 \text{ C}}{4.1 \text{ m}^2}$$

$$= 9.37 \times 10^{11} \text{ N}$$

অতএব, মধ্যবর্তী বলের পরিমাণ $9.37 \times 10^{11} \text{ N}$ ।

