QUICKY
LEARN

CS CamScanner

# দশম অধ্যায়
# স্থির বিদ্যুৎ (Static Electricity)

**Main Topics:**

- আধান বা চার্জ
- ইলেকট্রোস্কোপ
- তড়িৎ আবেশ
- তড়িৎ ক্ষেত্র
- তড়িৎ তীব্রতা
- তড়িৎ বলরেখা
- কুলম্বের সূত্র
- তড়িৎ বিভব
- বিভব পার্থক্য
- ধারক
- ধারকত্ব

**সূত্র:**

- $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$
- $E = \frac{F}{q}$
- $E = k\frac{q}{r^2}$
- $V = \frac{W}{q}$
- $V = k\frac{q}{r}$
- $C = \frac{q}{V}$
- $C = \frac{r}{k}$
- $q = ne$
- $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots$
- $C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots$

CamScanner

# স্থির তড়িৎ (Statical Electricity)

স্থির তড়িৎ: আধান স্থির থাকা অবস্থায় যে তড়িৎ উৎপন্ন হয় তাকে স্থির তড়িৎ বলে।

## আধান (Charge)

আধান: ইলেকট্রন ও প্রোটনের বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্মকে আধান বলে।

আধানের প্রকারভেদ: আধানের প্রকৃতি অনুযায়ী আধান ২ প্রকার। যথা:

(i) ধনাত্মক আধান

(ii) ঋণাত্মক আধান

- কোনো পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা কমে গেলে প্রোটনের আধিক্য দেখা যায়। এ অবস্থাকেই ধনাত্মক আধানে আহিত হওয়া বলে।
- কোনো পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা বেশি হলে এবং প্রোটনের সংখ্যা কমে গেলে পরমাণু ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়।
- পরমাণুতে ইলেকট্রনের সংখ্যা স্বাভাবিকের চেয়ে কম বা বেশি হওয়াকে আহিত হওয়া বলে।

CamScanner

- একটি ইলেকট্রন ও প্রোটনের এর প্রকৃতি ভিন্ন কিন্তু উভয়ের আধানের মান সমান।

P এর আধান → $1.6 \times 10^{-19}$ C

e এর আধান → $-1.6 \times 10^{-19}$ C

- স্বাভাবিক অবস্থায় পদার্থের পরমাণুতে ইলেকট্রন ও প্রোটন সমপরিমাণে থাকে।

আধানের প্রকাশ মাধ্যম: q দ্বারা প্রকাশ করা হয়

আধানের একক: কুলম্ব (C)

- কাচদণ্ডকে রেশম কাপড় দ্বারা ঘষলে ধনাত্মক আধানে আহিত হওয়ার কারণ: কাচদণ্ডকে রেশম কাপড় দ্বারা ঘষলে রেশমের ইলেকট্রন আসক্তি কাচের চেয়ে বেশি বলে ইলেকট্রন এখন রেশমে চলে যায়, ফলে রেশম ঋণাত্মক আধানে এবং কাচদণ্ড ধনাত্মক আধানে আহিত হয়।

- প্লাস্টিক বা ইবোনাইট দণ্ডকে ফ্লানেল বা পশমি কাপড় দ্বারা ঘষলে ঋণাত্মক আধানে আহিত হওয়ার কারণ: ইবোনাইটের ইলেকট্রন আসক্তি ফ্লানেল এর চেয়ে বেশি বলে পরস্পরের ঘর্ষণের ফলে ইলেকট্রন ইবোনাইটে চলে যায়, ফলে ইবোনাইট ঋণাত্মক আধানে এবং ফ্লানেল ধনাত্মক আধানে আহিত হয়।

CamScanner

• নিচের তালিকার পদার্থগুলোর একটিকে অপরটির সাথে ঘর্ষণ করলে যে বস্তুটির অবস্থান তালিকার উপরে সে বস্তুটি ধনাত্মক আধানে আহিত হয় এবং তালিকায় যে বস্তুটির অবস্থান অপেক্ষাকৃত নিচে সে বস্তুটি ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। অর্থাৎ উপরের পদার্থগুলোর e আসক্তি কম এবং নিচের পদার্থগুলোর e আসক্তি বেশি। তালিকাটি নিম্নরূপ:

| | | | |
|---|---|---|---|
| ১) | ফার | ১০) | মানবদেহ |
| ২) | পশম, ফ্লানেল | ১১) | অ্যাম্বর |
| ৩) | গালা | ১২) | রাবার |
| ৪) | কাচ | ১৩) | রজন |
| ৫) | অভ্র | ১৪) | ধাতু (Ag, Cu) |
| ৬) | বিড়ালের চামড়া | ১৫) | গন্ধক |
| ৭) | রেশম | ১৬) | ইবোনাইট |
| ৮) | তুলা | ১৭ | ধাতু (Pt, Au) |
| ৯) | কাঠ | ১৮) | সেলুলয়েড |

CamScanner

## তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র

- যে যন্ত্রের সাহায্যে আধানের অস্তিত্ব ও আধানের প্রকৃতি নির্ণয় করা হয়, তাকেই তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্র বা ইলেকট্রোস্কোপ বলে।
- বেনেট নামক একজন ধর্মযাজক এটি উদ্ভাবন করেন।

**আধানের অস্তিত্ব নির্ণয়:** কোনো বস্তুতে আধান আছে কিনা তা নির্ণয়ের জন্য বস্তুটিকে একটি অনাহিত তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের চাকতির কাছে আনতে হবে। এতে যদি পাত দুটি পরস্পর থেকে দূরে সরে যায় তাহলে বুঝতে হবে যে, বস্তুটিতে আধানের অস্তিত্ব আছে। কিন্তু যদি পাত দুইটি পরস্পর থেকে সরে না যায়, তাহলে বুঝতে হবে বস্তুটিতে আধান নেই।

## আধানের প্রকৃতি নির্ণয়:

(১) কোনো বস্তুতে কী ধরনের আধান আছে তা নির্ণয়ের জন্য তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রকে প্রথমে ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আধানে আহিত করতে হবে।

(২) যদি যন্ত্রটিকে ধনাত্মক আধানে আহিত করা হলে ঐ অবস্থায় পাতদ্বয়ের ধনাত্মক আধানথাকায় এরা ফাঁক হয়ে থাকবে।

- বস্তুটিকে যদি তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের কাছে আনলে যদি পাতদ্বয়ের দূরত্ব কমে তাহলে বুঝতে হবে বস্তুটি ঋণাত্মক আধানে আহিত।
- আর যদি পাতদ্বয়ের দূরত্ব বাড়ে তাহলে বুঝতে হবে বস্তুটি ধনাত্মক আধানে আহিত।

(৩) যদি যন্ত্রটিকে ঋণাত্মক আধানে আহিত করা হলে ঐ অবস্থায় পাতদ্বয়ের ঋণাত্মক আধান থাকায় এরা ফাঁক হয়ে থাকবে।

- বস্তুটিকে তড়িৎবীক্ষণ যন্ত্রের কাছে আনলে যদি পাতদ্বয়ের দূরত্ব কমে যায় তাহলে বুঝতে হবে বস্তুটি ধনাত্মক আধানে আহিত।
- আর যদি পাতদ্বয়ের দূরত্ব বাড়ে তাহলে বুঝতে হবে বস্তুটি ঋণাত্মক আধানে আহিত।

CamScanner

| দণ্ডের চার্জ | বস্তুর চার্জ | পাতদ্বয়ের ফাঁক |
|---|---|---|
| + | + | ফাঁক বৃদ্ধি |
| + | − | ফাঁক হ্রাস |
| − | + | ফাঁক হ্রাস |
| − | − | ফাঁক বৃদ্ধি |

## তড়িৎ আবেশ (Electric Induction)

- একটি অনাহিত বস্তুকে একটি আহিত বস্তুর সাথে স্পর্শ না করে কাছাকাছি রেখে আহিত করার প্রক্রিয়াকে তড়িৎ আবেশ বলে।

আবিষ্ট আধান (induced charge): পরিবাহকে যে আধানের সঞ্চার হয় তাকে আবিষ্ট আধান বলে।

বদ্ধ আধান: আবিষ্ট পরিবাহকের যে প্রান্ত আবেশী বস্তুর নিকটে থাকে সেই প্রান্তে যে আধানের সঞ্চার হয় তাকে বদ্ধ আধান বলে।

মুক্ত আধান: আবিষ্ট বস্তুর দূরতম প্রান্তে সঞ্চারিত আধানকে মুক্ত আধান বলে।

## তড়িৎক্ষেত্র (Electric Field)

- আহিত বস্তুর চারদিকে যে নির্দিষ্ট অঞ্চল জুড়ে আহিত বস্তুটির প্রভাব বজায় বা বিদ্যমান থাকে, সেই অঞ্চলকে আহিত বস্তুটির তড়িৎক্ষেত্র বলে।
- তড়িৎক্ষেত্র বলতে তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতার মানকে বুঝায়।

## তড়িৎক্ষেত্রের মান বা তড়িৎ তীব্রতা বা তড়িৎ প্রাবল্য:

- একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনলে আধানটি যে বল অনুভব করে, তাকে তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা বলে।
- প্রকাশ মাধ্যম: E দ্বারা
- রাশি: ভেক্টর রাশি
- একক: $N/C = NC^{-1}$
- সূত্র: $E = F/q$
- তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল ঐ আধান ও তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতার গুণফলের সমান।

CamScanner

• অচলধর্মী +q কুলম্ব আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে রাখলে আধানটি F বল অনুভব করে। সুতরাং একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে রাখলে আধানটি F/q বল অনুভব করে। অতএব তড়িৎ প্রাবল্যের সংজ্ঞানুসারে,

$$E=\frac{F}{q}$$

• কোনো আহিত বস্তু থেকে বা কোনো আহিত বস্তুর জন্য তড়িৎক্ষেত্র হতে নির্দিষ্ট দূরত্বে কোনো বিন্দুতে ঐ তড়িৎক্ষেত্রের তীব্রতা নির্ণয়ের সমীকরণ

$$E= k\frac{q}{r^2} = c\frac{q}{r^2} = \frac{1}{4\epsilon_0}\times\frac{q}{r^2}$$

## তড়িৎ বলরেখা

• তড়িৎক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে আধানটি যে পথে পরিভ্রমণ করে, তাকে তড়িৎ বলরেখা বলে।

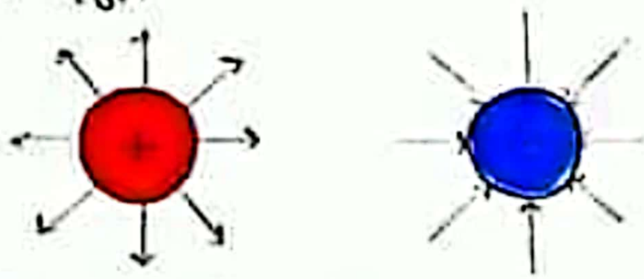
• তড়িৎ বলরেখার ব্যবহার: তড়িৎ বলরেখা একটি কাল্পনিক রেখা। বাস্তবে এর কোনো অস্তিত্ব নেই। তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে তড়িৎ তীব্রতার পরিমাপ এবং দিক ব্যাখ্যা করার জন্য তড়িৎ বলরেখা ব্যবহার করা হয়।

CS CamScanner

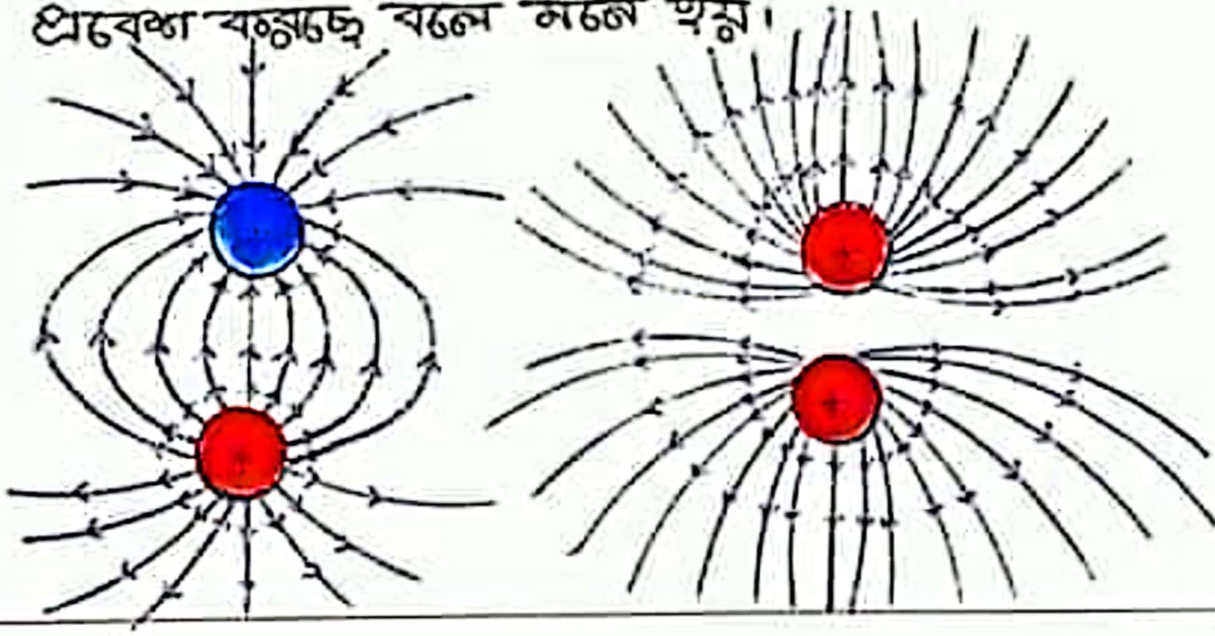
• তড়িৎ বলরেখার সাথে লম্বভাবে অবস্থিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত তড়িৎ বলরেখার সংখ্যা তড়িৎ তীব্রতার সমানুপাতিক। $N \propto E$

• বলরেখা অঙ্কনের নিয়ম:

(1) একটি স্বতন্ত্র ধনাত্মক আধানের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো পরিবাহীর পৃষ্ঠ থেকে লম্বভাবে বের হয় এবং ঋণাত্মক আধানের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো পরিবাহীর পৃষ্ঠে লম্বভাবে এবং সুষমভাবে প্রবেশ করছে বলে মনে হয়।



(2) ২টি বিপরীতধর্মী আধানের ক্ষেত্রে বলরেখাগুলো ধনাত্মক আধান থেকে বেরিয়ে ঋণাত্মক আধানে প্রবেশ করছে বলে মনে হয়।



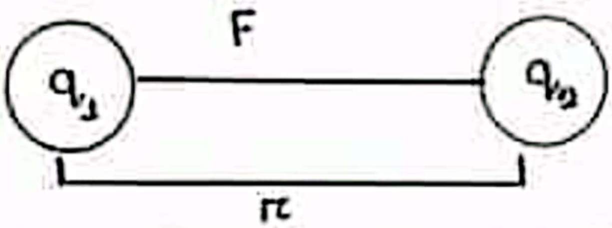
CS CamScanner

(৩) চার্জের পরিমাণ যত বেশি হবে বলরেখার সংখ্যা তত বেশি হবে।

(৪) বলরেখা যত কাছাকাছি থাকবে তড়িৎ ক্ষেত্র তত বেশি হবে।

(৫) একটি চার্জের বলরেখা কখনো অন্য চার্জের বলরেখার উপর দিয়ে যাবে না।

## কুলম্বের সূত্র




সূত্র: কোনো নির্দিষ্ট মাধ্যমে অবস্থিত ২টি আধানের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক ও এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের ব্যস্তানুপাতিক এবং ঐ বল আধানদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।

∴ $F \propto q_1 q_2$ ... (i) এবং $F \propto \frac{1}{r^2}$ ... (ii)

(i) ও (ii) নং হতে, (k → কুলম্ব ধ্রুবক)

$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$ বা, $F = k\frac{q_1 q_2}{r^2}$ বা, $F = \frac{C q_1 q_2}{r^2}$

CamScanner

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

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

- 1 কুলম্ব: বায়ু বা শূন্যমাধ্যমে নির্দিষ্ট মানের ২টি আধানকে পরস্পর থেকে 1 m দূরত্বে স্থাপন করলে আধানদ্বয় যদি পরস্পরকে $9 \times 10^9$ N $\left(9 \times 10^9 \times \frac{1 \times 1}{(1)^2}\right)$ বলে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ করে তবে প্রত্যেকটি আধানের পরিমাণকে 1 কুলম্ব বলে। এক্ষেত্রে $q_1 = q_2 = 1\ C$

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

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

$\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$
[শূন্যস্থানের ভেদন যোগ্যতা]

- দুটি আধানের মান ও প্রকৃতি উভয় বিবেচনা করে তড়িৎ বল নির্ণয় করলে,

(1) যদি তড়িৎ বলের মান ধনাত্মক হয় তবে আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী তড়িৎ বল হবে বিকর্ষণধর্মী

(2) যদি তড়িৎ বলের মান ঋণাত্মক হয় তবে আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী তড়িৎ বল হবে আকর্ষণধর্মী

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

$C = k = 9\times10^9\ Nm^2C^{-2}$

- 1 কুলম্ব: বায়ু বা শূন্যমাধ্যমে নির্দিষ্ট মানের ২টি আধানকে পরস্পর থেকে 1 m দূরত্বে স্থাপন করলে আধানদ্বয় যদি পরস্পরকে $9\times10^9$ N $\left(9\times10^9\times\frac{1\times1}{(1)^2}\right)$ বলে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ করে তবে প্রত্যেকটি আধানের পরিমাণকে 1 কুলম্ব বলে। এক্ষেত্রে $q_1 = q_2 = 1\ C$

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

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

$\epsilon_0 = 8.854\times10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$

[শূন্যস্থানের ভেদন যোগ্যতা]

- দুটি আধানের মান ও প্রকৃতি উভয় বিবেচনা করে তড়িৎ বল নির্ণয় করলে,

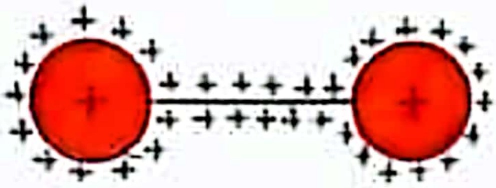
(1) যদি তড়িৎ বলের মান ধনাত্মক হয় তবে আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী তড়িৎ বল হবে বিকর্ষণ ধর্মী

(2) যদি তড়িৎ বলের মান ঋণাত্মক হয় তবে আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী তড়িৎ বল হবে আকর্ষণধর্মী

CS CamScanner

# তড়িৎ বিভব (Electric Potential)

• দুইটি ধনাত্মক আধানযুক্ত ধাতব গোলককে একটি পরিবাহী তার দ্বারা যুক্ত করলে নিচের যেকোনো একটি ঘটনা ঘটতে পারে।



(১) বাম গোলক থেকে কিছু আধান ডান গোলকে যেতে পারে
(২) ডান গোলক থেকে কিছু আধান বাম গোলকে যেতে পারে
(৩) আধান যেমন ছিল তেমনই থাকতে পারে।

তড়িৎ বিভব: অসীম বা শূন্য বিভবের কোনো স্থান থেকে একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে নিয়ে আসতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয়, তাকে তড়িৎ বিভব বলে।

⊙ প্রকাশমাধ্যম: V দ্বারা
⊙ একক: $JC^{-1}$ বা V (ভোল্ট)

$$V = \frac{W}{Q} = \frac{W}{q}$$

এখানে,
W = কৃতকাজ
Q/q = আধানের পরিমাণ
V = তড়িৎ বিভব

- দুটি আহিত পরিবাহকের মধ্যে আধানের প্রবাহ আধানের পরিমাণের উপর নির্ভর করে না। তড়িৎ বিভবের উপর নির্ভর করে।
- উচ্চ বিভব থেকে নিম্ন বিভবের দিকে ধনাত্মক আধান প্রবাহিত হয়।
- নিম্ন বিভব থেকে উচ্চ বিভবের দিকে ঋণাত্মক আধান প্রবাহিত হয়।

> - ধনাত্মক আধান গ্রহণ → নিম্ন বিভব
> - ঋণাত্মক আধান গ্রহণ → উচ্চ বিভব
> - ধনাত্মক আধান দিলে → উচ্চ বিভব
> - ঋণাত্মক আধান দিলে → নিম্ন বিভব

কোন আধান হতে একটি নির্দিষ্ট দূরত্বের কোন বিন্দুতে তড়িৎ বিভব নির্ণয়ের সমীকরণ:

$$V = k\frac{Q}{r} \text{ বা, } V = k\frac{q}{r} \text{ বা, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r}$$

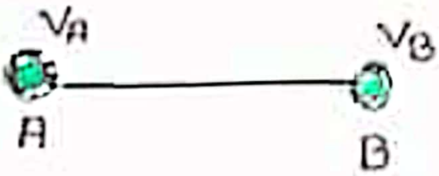
- গোলকের পৃষ্ঠে বিভব নির্ণয়ের সমীকরণ:

$$V = k\frac{Q}{r} \text{ বা, } V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r}$$

- গোলকের অভ্যন্তরের যেকোন বিন্দুর বিভব = গোলকের পৃষ্ঠের বিভব।
- গোলকের অভ্যন্তরে কোনো আধান থাকে না।
- গোলকের পৃষ্ঠ থেকে বাইরে যেকোন বিন্দুতে তড়িৎ বিভব ঐ বিন্দুর দূরত্বের ব্যস্তানুপাতিক।

# বিভব পার্থক্য (Potential difference)

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




উপরের A ও B পরিবাহকদ্বয়ের বিভব যথাক্রমে $V_A$ এবং $V_B$। ভূমি থেকে একক ধনাত্মক আধান A পরিবাহকে আনতে কৃতকাজ $V_A$ এবং B পরিবাহকে আনতে কৃতকাজ $V_B$। অতএব একক আধানকে B বিন্দু থেকে A বিন্দুতে আনতে কাজের পরিমাণ $V_A - V_B$ যা ঐ দুই পরিবাহকের বিভব পার্থক্য।

## ধারক (Capacitor)

ধারক: ধারকত্ব বজায় রাখার উদ্ভাবিত যান্ত্রিক কৌশলই ধারক।

ধারকত্ব: তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করার সামর্থ্যকে ধারকত্ব বলে।

প্রকাশ মাধ্যম: C দ্বারা

একক: ফ্যারাড (F)

অন্যান্য একক: মাইক্রো ফ্যারাড (μF), পিকো ফ্যারাড (PF)