ALLIED PHYSICS II

UNIT – I: ELECTRICITY & MAGNETISM

CHAPTER – I:

Statement of Gauss Law – Electric Field due to Uniformly Charged Sphere – Principle of a Capacitor – Capacitance of a Spherical Capacitor (outer & inner Sphere earthed) – Energy stored in a Charged Capacitor – Loss of energy on sharing of charges between 2 Capacitors.

CHAPTER – I:

Magnetic Induction – Magnetization – Magnetic Susceptibility – Magnetic Permeability – Properties of Dia, Para, Ferro, Ferri & Antiferromagnetic materials – Definition of Hysteresis – Experiment to draw M–H curve – Magnetic Properties of Soft iron & Steel.

CHAPTER – I:

STATEMENT OF GAUSS LAW
காஸ் விதியின் கூற்று

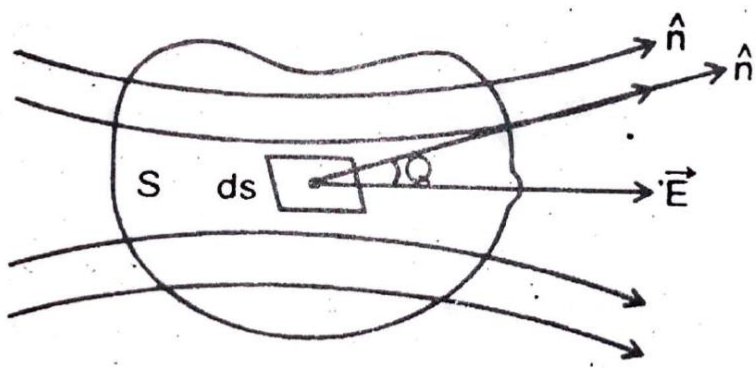
Electric Flux (மின் பாயம்):
Definition (வரையறை):

The electric flux is defined as the total number of electric lines of force, crossing through the given area. The electric flux dϕ through the area dS is,
மின் பாயம் என்பது கொடுக்கப்பட்ட பரப்பளவு வழியாக கடந்து செல்லும் மின் விசைக்கோடுகளின் மொத்த எண்ணிக்கை ஆகும். மின் பாயம் dϕ, பரப்பளவு dS வழியாக கடந்து செல்லுவதாக இருப்பதால்,

$$d\phi = \vec{E}.d\vec{S} = E\,dS\cos\theta$$

The total flux through the closed surface S is obtained by integrating the above equation over the surface.
மூடிய மேற்பரப்பு S வழியாக செல்லும் மொத்த மின் பாயம் மேலே உள்ள சமன்பாட்டை ஒருங்கிணைப்பதன் மூலம் பெறப்படுகிறது.

$$\phi = \oint d\phi = \oint \vec{E}.d\vec{S}$$



Fig–1: Electric Flux

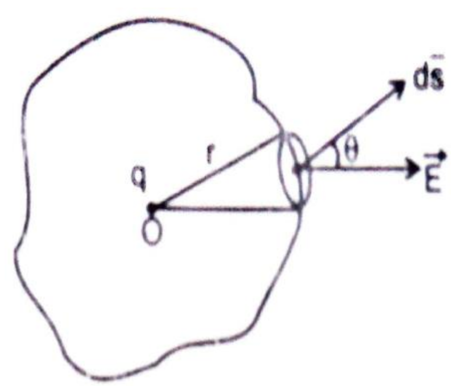
Unit (அலகு):

Its unit is N m^2 C^{-1}
இதன் அலகு N m^2 C^{-1}

Gauss's Law (காஸ் விதி):
Formulation (உருவாக்கம்):

The law was first formulated by Joseph-Louis Lagrange **in 1773, followed by** Carl Friedrich Gauss **in 1813.**
இந்த விதியை முதன்முதலில் 1773 இல் ஜோசப்-லூயிஸ் லாக்ரேஞ்ச் உருவாக்கினார். அதை 1813 இல் கார்ல் பிரீட்ரிக் காஸ் தொடர்ந்து உருவாக்கினார்.

Statement (கூற்று):



Fig–2

Gauss law states that the total flux of the electric field E over any closed surface is equal to $1/\varepsilon_0$ times the net charge enclosed by the closed surface.
எந்தவொரு மூடிய பரப்பிலுள்ள மின்புலத்தின் மொத்தப் பாயம், அந்தப் பரப்பிலுள்ள மொத்த மின்னூட்டத்தின் $1/\varepsilon_0$ மடங்கிற்குச் சமமாகும். இதுவே காஸ் விதி ஆகும்.

If q is inside the surface
q மேற்பரப்புக்கு உள்ளே இருந்தால்

$$\oint \vec{E} . d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_o}$$

If q is outside the surface
q மேற்பரப்புக்கு வெளியே இருந்தால்

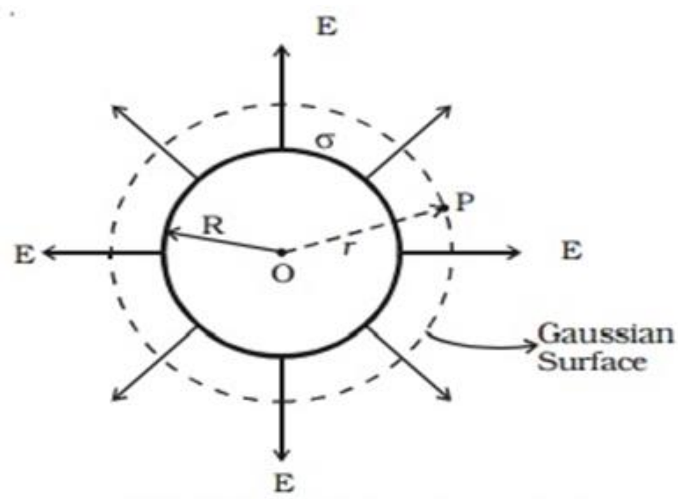
$$\oint \vec{E} . d\vec{S} = 0$$

ELECTRIC FIELD DUE TO AN UNIFORMLY CHARGED SPHERE
சீராக மின்னூட்டப்பெற்ற கோளத்தால் ஏற்படும் மின் புலம்

Applications of Gauss's Law (காஸ் விதியின் பயன்பாடுகள்):

Electric field due to an uniformly Charged Sphere (சீராக மின்னூட்டப்பெற்ற கோளத்தால் ஏற்படும் மின் புலம்):

Let us consider a thin Charged Sphere of surface charge density σ and radius R. By observation, we can see that the Sphere has spherical symmetry. Therefore, we can evaluate the electric field due to the Sphere in three different positions:
மேற்பரப்பு மின்னூட்ட அடர்த்தி σ மற்றும் ஆரம் R ஆகியவற்றைக் கொண்ட மெல்லிய மின்னூட்டப்பெற்ற கோளம் ஒன்றைக் கருத்தில் கொள்வோம். உற்று நோக்குவதன் மூலம், கோளம் சமச்சீர் தன்மையைக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். ஆகையால், மூன்று வெவ்வேறு நிலைகளில் கோளம் காரணமாக மின்புலத்தை மதிப்பீடு செய்யலாம்:



Fig–3: Field at a point outside the Sphere

(i) Electric field at a point outside the Sphere (கோளத்தின் வெளிப்புற புள்ளியில் உள்ள மின் புலம்):

Consider a Charged Sphere of radius R. Let P be a point outside the Sphere, at a distance r from the centre O. Let us construct a Gaussian surface with r as radius. The electric field E is normal to the surface.

ஆரம் R ஐக் கொண்ட மின்னூட்டப்பெற்ற கோளத்தைக் கருத்தில் கொள்வோம். கோளத்திற்கு வெளியே P ஒரு புள்ளியாக மையம் O இல் இருந்து r தொலைவில் இருக்கட்டும். காஸியன் மேற்பரப்பை r ஐ ஆரமாகக் கொண்டு உருவாக்குவோம். மேற்பரப்புக்கு செங்குத்தாக மின் புலம் E இருக்கிறது.

The flux crossing the Gaussian Sphere normally in an outward direction is,
காஸியன் கோளத்தைக் கடக்கும் மின் பாயம் பொதுவாக வெளிப்புற திசையில் இருப்பதால்,

$$\phi = \oint \vec{E}.d\vec{S} = \oint EdS$$

According to Gauss's Law
காஸ் விதியின் படி

$$\oint \vec{E}.d\vec{S} = \frac{q}{\varepsilon_o}$$

$$\oint EdS = \frac{q}{\varepsilon_o}$$

$\oint d\vec{S}$ **is equal to area of Sphere** $4\pi r^2$

$\oint d\vec{S}$ **என்பது கோளத்தின் பரப்பளவு** $4\pi r^2$ **ஆகும்.**

$$E\ 4\pi r^2 = \frac{q}{\varepsilon_o}$$

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_o r^2}$$

It can be seen from the equation that, the electric field at a point outside the Sphere will be the same as if the total charge on the Sphere is concentrated at its centre.
கோளத்திற்கு வெளியே ஒரு புள்ளியில் உள்ள மின் புலம் கோளத்தின் மொத்த மின்னூட்டமும் அதன் மையத்தில் குவிந்ததைப் போலவே இருக்கும் என்பதை இந்த சமன்பாட்டிலிருந்து காணலாம்.

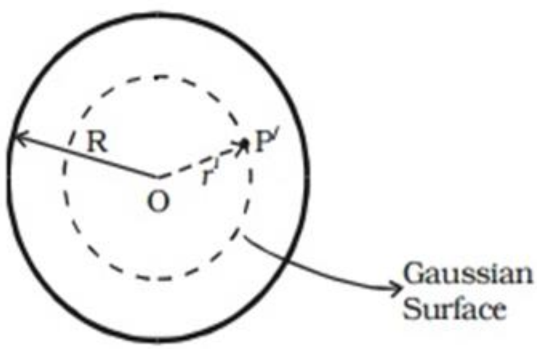
(ii) Electric field at a point on the surface of Sphere (கோளத்தின் மேற்பரப்பு புள்ளியில் உள்ள மின் புலம்):

Here r = R. Therefore, the electric field E for the points on the surface of charged Sphere is,
இங்கே r = R. ஆகையால், மின்னூட்டப்பெற்ற கோளத்திற்கு மேற்பரப்பில் உள்ள புள்ளிகளுக்கான மின் புலம் E இருப்பதால்,

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_o R^2}$$

(iii) Electric field at a point inside the Sphere (கோளத்தின் உள்ப்புற புள்ளியில் உள்ள மின் புலம்):

Consider a point P' inside the Sphere at a distance r_1 from the centre of the Sphere. Let us construct a Gaussian surface with radius r_1.
கோளத்தின் மையத்திலிருந்து r_1 தொலைவில் கோளத்திற்குள் ஒரு புள்ளி P' ஐக் கருத்தில் கொள்வோம். ஆரம் r_1 கொண்ட காஸியன் மேற்பரப்பை உருவாக்குவோம்.



Fig–4: Field at a point inside the Sphere

The total flux crossing the Gaussian sphere normally in an outward direction is

காஸியன் கோளத்தைக் கடக்கும் மொத்த மின் பாயம் பொதுவாக வெளிப்புற திசையில் இருப்பதால்

$$\phi = \oint \vec{E}.\, d\vec{S} = \oint EdS = E\, 4\pi r_1^2$$

Since there is no charge enclosed by the Gaussian surface, according to Gauss's Law
காஸ் விதியின்படி, காஸியன் மேற்பரப்பில் எந்த மின்னூட்டமும் இல்லை என்பதால்

$$E\, 4\pi r_1^2 = \frac{q}{\varepsilon_o} = 0$$

$$\therefore \qquad E = 0$$

So the field due to a uniformly charged thin Sphere is zero at all points inside the Sphere.
எனவே ஒரே சீராக மின்னூட்டம் செய்யப்பட்ட மெல்லிய கோளம் காரணமாக மின் புலம் கோளத்தின் உள்ப்புறம் உள்ள எல்லா புள்ளிகளிலும் சுழியமாகும்.

PRINCIPLE OF A CAPACITOR
மின்தேக்கியின் தத்துவம்

Capacitance of a capacitor (ஒரு மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன்):

The charge given to a capacitor is directly proportional to its potential.
ஒரு மின்தேக்கிக்கு கொடுக்கப்படும் மின்னூட்டம் அதன் மின்னழுத்தத்திற்கு நேர் விகிதமாகும்.

$$Q \propto V$$

$$Q = CV$$

$$C = Q/V$$

This constant is known as the capacitance of the capacitor.
இந்த மாறிலி மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன் என அழைக்கப்படுகிறது.

The capacitance of a capacitor is defined as the amount of charge that has to be given to it to raise its potential by unity.

மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தத்தை ஓரலகு அதிகரிப்பதற்கு கொடுக்கப்பட வேண்டிய மின்னூட்டம் மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன் என வரையறுக்கப்படுகிறது.

We can also find charge Q and voltage V by rearranging the above formula as:
மேலே உள்ள சூத்திரத்தை மறுசீரமைப்பதன் மூலம் மின்னூட்டம் Q மற்றும் மின்னழுத்தம் V ஐயும் கண்டறியலாம்:

$$Q = CV$$

$$V = Q/C$$

Unit (அலகு):

Unit of capacitance is Farad.
மின்தேக்குத் திறனின் அலகு ஃபராட்

Principle of a Capacitor (மின்தேக்கியின் தத்துவம்):

A capacitor consists of two conductors, one charged and the other usually earth connected. ஒரு மின்தேக்கி இரண்டு கடத்திகளைக் கொண்டுள்ளது, ஒன்று மின்னூட்டப்பட்டுள்ளது மற்றொன்று பொதுவாக தரையிடப்பட்டுள்ளது.

The principle of a capacitor is to increase the capacitance of a conductor. ஒரு மின்தேக்கியின் தத்துவம் ஒரு கடத்தியின் மின்தேக்குத் திறனை அதிகரிப்பதாகும்.

Let A be the charged conductor and B be the earth connected conductor. A மின்னூட்டப்பட்ட கடத்தியாகவும், B தரையிடப்பட்ட கடத்தியாகவும் இருக்கட்டும்.

In the absence of B, let the charge on A be +q and the potential be V. B இல்லாத நிலையில், A இல் உள்ள மின்னூட்டம் +q ஆகவும், மின்னழுத்தம் V ஆகவும் இருக்கட்டும்.

The capacitance of A
A இன் மின்தேக்குத்திறன்

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

Suppose we place a similar conductor B near A.

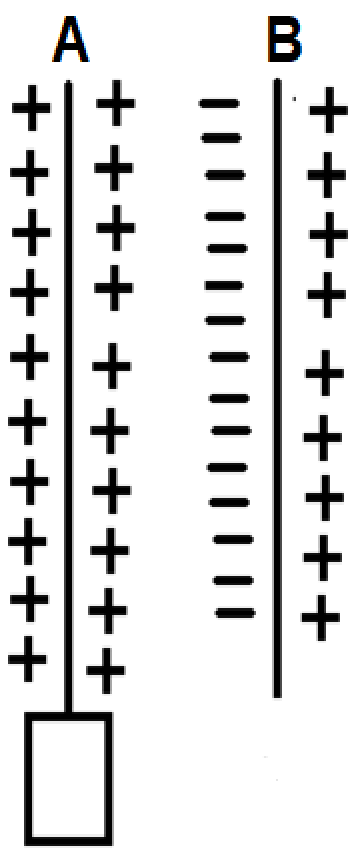
A ற்கு அருகில் இதே போன்ற கடத்தி B ஒன்றினை வைப்பதாகக் கொள்வோம்.

Suppose there is a dielectric medium between these.

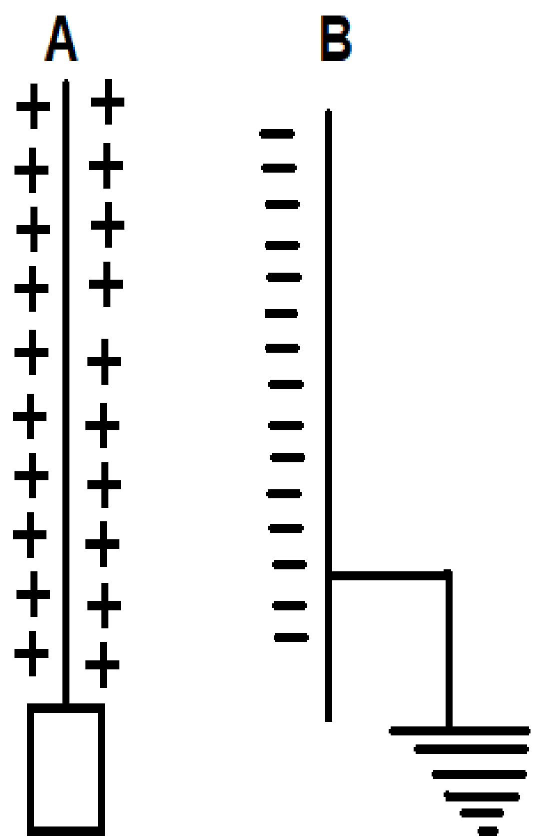
இவற்றிற்கு இடையே மின்கடத்தாப் பொருள் அமைந்திருப்பதாகக் கொள்வோம்.

Due to the induction the negative charge appears on the side of B which is close to A and the positive charge on the next side.

தூண்டல் காரணமாக A ற்கு அருகில் அமைந்துள்ள B இன் பக்கத்தில் எதிர் மின்னூட்டமும், அடுத்த பக்கத்தில் நேர் மின்னூட்டமும் தோன்றுகிறது.



Fig–5



Fig–6

The negative charge located inside B reduces the potential of A.

B இன் உள்பக்கத்தில் அமைந்துள்ள எதிர் மின்னூட்டம் A இன் மின்னழுத்தத்தைக் குறைக்கிறது.

But the positive charge on the next side raises the potential of A.

ஆனால் அடுத்த பக்கத்திலுள்ள நேர் மின்னூட்டம் A இன் மின்னழுத்தத்தை உயர்த்துகிறது.

These two are opposed to each other.
இவை இரண்டும் ஒன்றையொன்று எதிர்க்கிறது.

The effect is greater because the induced negative charge is close to A.
தூண்டப்பட்ட எதிர் மின்னூட்டம் A ற்கு அருகில் உள்ளமையால் இதன் விளைவு அதிகமாகும்.

So the potential of A decreases overall.
எனவே A இன் மின்னழுத்தம் மொத்தத்தில் குறைக்கிறது.

Therefore more charge must be applied to bring the A to the previous or former potential.
எனவே A யை பழைய மின்னழுத்தத்திற்குக் கொண்டு வருவதற்கு மேலும் மின்னூட்டம் அளிக்கப்பட வேண்டும்.

Now let us assume that the charge in A is Q_1.
இப்போது A யிலுள்ள மின்னூட்டம் Q_1 எனக் கொள்வோம்.

The capacitance of A
A இன் மின்தேக்குத்திறன்

$$C_1 = \frac{Q_1}{V}$$

$Q_1 > Q$ so $C_1 > C$. Thus by setting the conductor B near A the capacitance of A increases.
$Q_1 > Q$ எனவே $C_1 > C$. இவ்வாறு A ற்கு அருகில் கடத்தி B அமைப்பதால் A இன் மின்தேக்குத்திறன் அதிகரிக்கிறது.

Now suppose the conductor B is grounded.
இப்போது கடத்தி B தரையிடப்படுவதாகக் கொள்வோம்.

So the positive charge induced in B reaches the ground.
எனவே B இல் தூண்டப்பட்ட நேர் மின்னூட்டம் தரையை அடைகிறது.

In the absence of a positive charge to counteract the effect of the negative charge, the potential of A is greatly reduced.
எதிர் மின்னூட்டத்தினால் ஏற்படும் விளைவினை எதிர்ப்பதற்கான நேர் மின்னூட்டம் இல்லாமையால், A இன் மின்னழுத்தம் மிக அதிகமாகக் குறைகிறது.

Therefore A must be supplied with very high charge to bring it back to its previous potential value.
எனவே A யினை, அதன் பழைய மின்னழுத்தத்த மதிப்பிற்குக் கொண்டு வர, மிக அதிகமான மின்னூட்டம் அளிக்கப்பட வேண்டும்.

Let us assume that the charge given to A is Q_2.
A ற்கு கொடுக்கப்படும் மின்னூட்டம் Q_2 எனக் கொள்வோம்.

The capacitance of A
A இன் மின்தேக்குத்திறன்

$$C_2 = \frac{Q_2}{V}$$

$Q_2 > Q_1 > Q$ so $C_2 > C_1 > C$. Therefore, when a grounded conductor is placed near a conductor, its capacitance increases.
$Q_2 > Q_1 > Q$ எனவே $C_2 > C_1 > C$. எனவே ஓர் கடத்திக்கு அருகில் தரையிடப்பட்ட கடத்தி அமைக்கும்போது, அதன் மின்தேக்குத்திறன்அதிகரிக்கிறது.

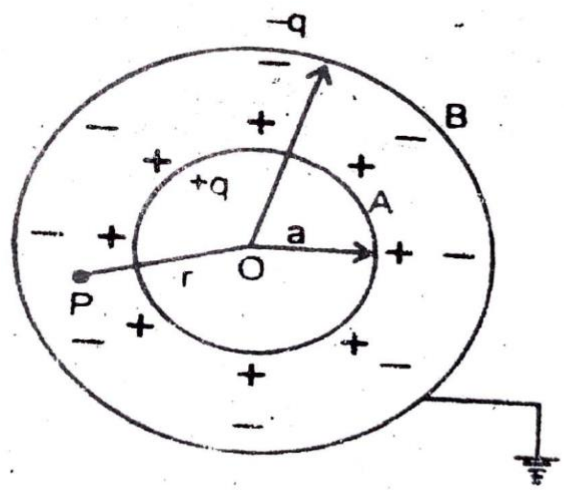
A capacitor is a system in which a conductor is grounded next to an charged conductor.
இவ்வாறு மின்னூட்டப்பட்ட கடத்திக்கு அருகில் தரையிடப்பட்ட கடத்தி அமைக்கப்பட்ட அமைப்பு ஓர் மின்தேக்கியாகும்.

CAPACITANCE OF A SPHERICAL CAPACITOR

(OUTER & INNER SPHERE EARTHED)

கோளக மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன் (வெளிக்கோளம் மற்றும் உள்கோளம் தரையிடப்பட்டுள்ள போது)

(i) When the outer sphere is earthed (வெளிக்கோளம் தரையிடப்பட்டுள்ள போது):



Fig–7: **When the outer sphere is earthed**

The Spherical Capacitor is made up of two spheres A, B with a, b radii.
கோளக மின்தேக்கி A, B ஆரங்கள் கொண்ட a, b என்ற இரு கோளங்களால் ஆனது.

The space between these two spheres is filled with air.
இவ்விரு கோளங்களுக்கு இடையே உள்ள இடைவெளி காற்றால் நிரப்பப்பட்டுள்ளது.

The inner sphere A is charged by giving +q charge and the outer sphere B is earthed.
உள்கோளம் A க்கு +q மின்னூட்டம் கொடுத்து, வெளிக்கோளம் B தரையிடப்பட்டுள்ளது.

At the inner surface of the outer sphere –q magnitude of charge is induced.
வெளிக்கோளத்தின் உட்பரப்பில் –q அளவு மின்னூட்டம் தூண்டப்படுகிறது.

Positive charge induced on the outer surface reaches the earth.
வெளிப்பரப்பில் தூண்டப்படும் நேர் மின்னூட்டம் தரையை அடைகிறது.

Let us consider the point P located at a distance r from the center O.
மையம் O வில் இருந்து r தொலைவில் அமைந்துள்ள P என்ற புள்ளியைக் கருதுவோம்.

Electric intensity at P
P இல் உள்ள மின்செறிவு

$$E = \frac{q}{4\pi\varepsilon_o r^2}$$

Work done when the unit positive charge is moved to a distance dr

ஓரலகு நேர் மின்னூட்டத்தை dr தொலைவு நகர்த்தும்போது, செய்யப்பட்ட வேலை

$$\square\, E\, dr = \square \frac{q}{4\pi\varepsilon_o r^2}$$

The amount of work done while moving unit positive charge from B to A is equal to the potential difference between the two spheres.

ஓரலகு நேர் மின்னூட்டத்தை B இல் இருந்து A விற்கு எடுத்துச்செல்லும் போது செய்யப்பட்ட வேலையின் அளவு இரு கோளங்களுக்கு இடையே உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டிற்குச் சமமாகும்.

$$V_A \square V_B = \square\, E\, dr$$

$$= \square \int_b^a \frac{q}{4\pi\varepsilon_o r^2}\, .\, dr$$

$$= \square \frac{q}{4\pi\varepsilon_o} \int_b^a \frac{dr}{r^2}$$

$$= \square \frac{q}{4\pi\varepsilon_o} \left[\frac{1}{r}\right]_b^a$$

$$= \square \frac{q}{4\pi\varepsilon_o} \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right]$$

$$= \square \frac{q}{4\pi\varepsilon_o} \left[\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right]$$

$$= \square \frac{q}{4\pi\varepsilon_o} \frac{(b-a)}{ab}$$

$V_B = 0$, because the outer sphere is grounded

வெளிக்கோளம் தரையிடப்பட்டிருப்பதால் $V_B = 0$

$$V = ? \frac{q(b-a)}{4\pi\varepsilon_0 ab}$$

Therefore capacitance is\
ஆகையால் மின்தேக்குத்திறன்

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

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0 ab}{(b-a)}$$

So it seems that capacitance is not dependent on charge.
எனவே மின்தேக்குத் திறன், மின்னூட்டத்தைச் சார்ந்ததல்ல என்பது தெரிகிறது.

When the air between the two spheres is removed and filled with media
இரு கோளங்களுக்கு இடையே உள்ள காற்றினை அகற்றி, ஊடகத்தால் நிரப்பும்போது

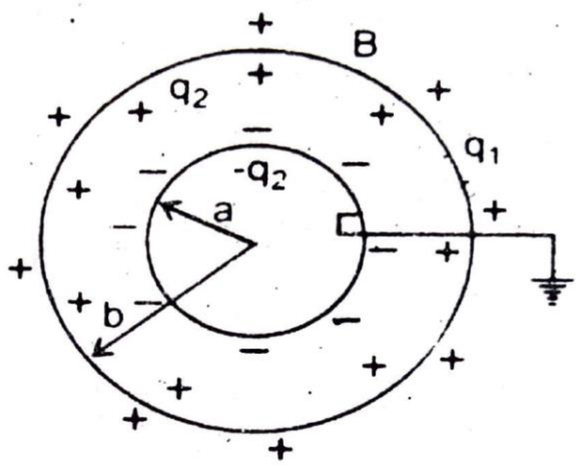
$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0\varepsilon_r ab}{(b-a)}$$

(ii) When the inner sphere is earthed (உள்கோளம் தரையிடப்பட்டுள்ள போது):

Let us consider two spheres with radii A and B.
ஆரங்கள் A, B கொண்ட இரு கோளங்களைக் கருதுவோம்.

Let us assume the outer sphere B is charged by giving +q charge.
வெளிக்கோளம் B க்கு +q மின்னூட்டம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளதாக கொள்வோம்.

Assume if the potential is zero in the region around B, the charge +q will be distributed on the inner and outer region of the sphere.
B இனைச் சுற்றியுள்ள பகுதியில் மின்னழுத்தம் சுழி எனில், மின்னூட்டம் +q, கோளத்தின் உள்பகுதியிலும், வெளிப்பகுதியிலும் பகிர்வு கொண்டிருக்கும்.



Fig–8: When the inner sphere is earthed

Let us assume that the charge at the inner region is $+q_1$ and the charge at the outer region is $+q_2$.

உள்பகுதியிலுள்ள மின்னூட்டம் $+q_1$ வெளிப்பகுதியிலுள்ள மின்னூட்டம் $+q_2$ எனவும் கொள்வோம்.

The charge $+q_2$ at the inner surface of B induce $–q_2$ magnitude of charge at the outer surface of A.

B இன் உட்பரப்பிலுள்ள மின்னூட்டம் $+q_2$, A இன் வெளிப்பரப்பிலுள்ள $–q_2$ அளவு மின்னூட்டத்தை தூண்டுகிறது.

As the inner region Sphere A is earthed, the induced charge in this region reaches the earth.

கோளம் A இன் உள்பகுதி தரையிடப்பட்டிருப்பதால், இப்பகுதியில் தூண்டப்படும் மின்னூட்டம் தரையை அடைகிறது.

The charge $+q_2$ at the inner surface of B along with $–q_2$ at the outer surface of A acts as a capacitor.

B இன் உட்பரப்பிலுள்ள மின்னூட்டம் $+q_2$ உம், A இன் வெளிப்பரப்பிலுள்ள $–q_2$ உம் இணைந்து மின்தேக்கியாக செயல்படுகிறது.

The capacitance of this capacitor,

இந்த மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத்திறன்,

$$C_1 = \frac{4\pi\varepsilon_o ab}{(b-a)}$$

The Capacitance of outer sphere having charge $+q_1$ and radius b is
மின்னூட்டம் $+q_1$ உம், ஆரம் b உம் கொண்ட வெளிக்கோளத்தின் மின்தேக்குத்திறன்

$$C_2 = 4\pi\varepsilon_0 b$$

Total capacitance
மொத்த மின்தேக்குத்திறன்

$$C = C_1 + C_2$$

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0 ab}{(b-a)} + 4\pi\varepsilon_0 b$$

$$C = 4\pi\varepsilon_0 \left[\frac{ab}{b-a} + b\right]$$

$$C = 4\pi\varepsilon_0 \left[\frac{ab + b^2 - ab}{b-a}\right]$$

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0 b^2}{(b-a)}$$

When there is a conductive material instead of air
காற்றிற்குப் பதிலாக மின்கடத்தாப் பொருள் உள்ள போது

$$C = \frac{4\pi\varepsilon_0 \varepsilon_r b^2}{(b-a)}$$

ENERGY STORED IN A CHARGED CAPACITOR
மின்னூட்டப்பட்ட மின்தேக்கிக்கியின் ஆற்றல்

Suppose a capacitor is continuously charged.
ஒரு மின்தேக்கிக்கு தொடர்ந்து மின்னூட்டம் அளிப்பதாகக் கொள்வோம்.

We assume that the voltage of the capacitor is V and the charge is q.
மின்தேக்கியின் மின்னழுத்தம் V எனவும், மின்னூட்டம் q எனவும் கொள்வோம்.

When more charge is applied to the capacitor, it must work against the charge in the capacitor.
மின்தேக்கிக்கு மேலும் மின்னூட்டம் அளிக்கப்படும் போது, மின்தேக்கியிலுள்ள மின்னூட்டத்தை எதிர்த்து, வேலை செய்ய வேண்டும்.

The amount of work done to supply dq charge to the capacitor is V.dq Joule.
மின்தேக்கிக்கு dq மின்னூட்டம் அளிப்பதற்குச் செய்ய வேண்டிய வேலையின் அளவு V.dq ஜூல்.

If the total charge to be given to the capacitor is Q, then the total work to be done
மின்தேக்கிக்குக் கொடுக்கப்படவேண்டிய மொத்த மின்னூட்டம் Q எனின், செய்யப்பட வேண்டிய மொத்த வேலை

$$W = \int_0^Q V.dq$$

If the capacitance of the capacitor is C,
மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன் C எனின்,

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

$$W = \int_0^Q \frac{q}{C}\, dq$$

$$= \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \qquad \text{Joule}$$

The work done to charge the capacitor becomes stable energy. Hence the energy in the capacitor
மின்தேக்கியை மின்னூட்டுவதற்கு செய்யப்பட்ட வேலை, நிலையாற்றலாக அமைகிறது. எனவே மின்தேக்கியிலுள்ள ஆற்றல்

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} \qquad \text{Joule}$$

But,
ஆனால்,

$$Q = CV$$

$$\therefore \qquad E = \frac{1}{2}\frac{(CV)^2}{C} = \frac{1}{2}CV^2$$

$$\therefore \qquad E = \frac{1}{2}\frac{(Q)^2}{Q/V} = \frac{1}{2}QV$$

∴ Energy of the capacitor is

∴ மின்தேக்கியின் ஆற்றல்

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV$$

Energy of the parallel plate capacitor (இணைத்தகடு மின்தேக்கியின் ஆற்றல்):

The energy of the capacitor is
மின்தேக்கியின் ஆற்றல்

$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

In the parallel plate capacitor
இணைத்தகடு மின்தேக்கியில்

$$Q = \sigma A$$

Here A is the area of the plate and σ is the charge density.
இங்கு A என்பது தகட்டின் பரப்பளவு மற்றும் σ மின்னூட்ட அடர்த்தி ஆகும்.

Capacitance of the parallel plate capacitor is
இணைத்தகடு மின்தேக்கியின் மின்தேக்குத் திறன்

$$C = \frac{\varepsilon_0 A}{d}$$

∴ Energy of the parallel plate capacitor is
∴ இணைத்தகடு மின்தேக்கியின் ஆற்றல்

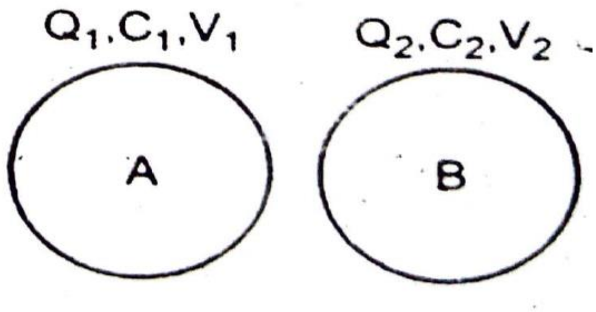
$$E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{\sigma^2 A^2}{\varepsilon_0 A} d$$

$$= \frac{1}{2}\frac{\sigma^2 A d}{\varepsilon_0 A} \qquad \text{Joule}$$

LOS OF ENERGY ON SHARING OF CHARGES BETWEEN 2 CAPACITORS

இரு மின்தேக்கிகளுக்கு இடையில் மின்னூட்டப் பகிர்வினால் ஏற்படும் ஆற்றல் இழப்பு



Let us consider two capacitors A, B with capacities C_1, C_2.

மின்தேக்குத் திறன்கள் C_1, C_2 கொண்ட A, B என்ற இரு மின்தேக்கிகளைக் கருத்தில் கொள்வோம்.

Let us assume that the charges supplied to them are Q_1, Q_2 and their voltages are V_1, V_2 respectively.

இவற்றிற்கு அளிக்கப்பட்டுள்ள மின்னூட்டங்கள் முறையே Q_1, Q_2 எனவும், இவற்றின் மின்னழுத்தங்கள் V_1, V_2 எனவும் கொள்வோம்.

Energy of the capacitor A before connect

மின்தேக்கி A இன் ஆற்றல் இணைக்கப்படும் முன்

$$= \frac{1}{2} C_1 V_1^2$$

Energy of the capacitor B before connect

மின்தேக்கி B இன் ஆற்றல் இணைக்கப்படும் முன்

$$= \frac{1}{2} C_2 V_2^2$$

Total energy before connect

இணைக்கப்படும் முன் மொத்த ஆற்றல்

$$E_1 = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 + \frac{1}{2} C_2 V_2^2$$

When two capacitors are connected by a wire, the current flows from the high voltage capacitor to the low voltage capacitor.

இரு மின்தேக்கிகளையும் ஒரு கம்பியால் இணைக்கும் போது, மின்னூட்டமானது உயர் மின்னழுத்தமுள்ள மின்தேக்கியில் இருந்து குறைந்த மின்னழுத்தமுள்ள மின்தேக்கிக்குச் செல்கிறது.

Total charge

மொத்த மின்னூட்டம்

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Total capacitance

மொத்த மின்தேக்குத் திறன்

$$C = C_1 + C_2$$

When the two capacitors are connected, the Total potential V is

இரு மின்தேக்கிகளும் இணைக்கப்படும் போது, மொத்த மின்னழுத்தம் V ஆனது

$$V = \frac{Q_1 + Q_2}{C_1 + C_2}$$

But,

ஆனால்,

$$Q_1 = C_1 V_1$$

$$Q_2 = C_2 V_2$$

$$\therefore \quad V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}$$

Once the two capacitors are connected, the total energy

இரு கடத்திகளும் இணைக்கப்பட்ட பின், மொத்த ஆற்றல்

$$E_2 = \frac{1}{2}(C_1 + C_2) V^2$$

$$= \frac{1}{2}(C_1 + C_2)\left[\frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2}\right]^2$$

$$= \frac{1}{2}(C_1 + C_2)\frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{(C_1 + C_2)^2}$$

$$= \frac{1}{2}\frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{(C_1 + C_2)}$$

Loss of energy due to contact is

இணைப்பு காரணமாக ஆற்றல் இழப்பு

$$E_1 - E_2 = \frac{1}{2}\ C_1V_1^2 + \frac{1}{2}\ C_2V_2^2 \ \square \frac{1}{2}\ \frac{(C_1\ V_1 + C_2V_2)^2}{(C_1 + C_2)}$$

$$= \frac{1}{2}\left[C_1V_1^2 + C_2V_2^2 - \frac{(C_1\ V_1 + C_2V_2)^2}{(C_1 + C_2)}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[C_1V_1^2 + C_2V_2^2 - \frac{(C_1^2V_1^2 + C_2^2V_2^2 + 2C_1V_1C_1V_2)}{(C_1 + C_2)}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[C_1V_1^2 + C_2V_2^2 - \frac{(C_1^2V_1^2 + C_2^2V_2^2 + 2C_1V_1C_1V_2)}{(C_1 + C_2)}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\left[\frac{C_1^2V_1^2 + C_1C_2V_1^2 + C_2^2V_2^2 + C_1C_2V_2^2 - C_1^2V_1^2 - C_2^2V_2^2 - 2C_1V_1C_1V_2}{(C_1 + C_2)}\right]$$

$$= \frac{1}{2}\ \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}\ (V_1^2 + V_2^2 - 2V_1V_2)$$

$$= \frac{1}{2}\ \frac{C_1C_2}{C_1 + C_2}\ (V_1 - V_2)^2$$

Whatever the value of V_1, V_2 the value of $(V_1 – V_2)$ is always positive. Therefore, the value of E_1 is greater than E_2.

V_1, V_2 ஆகியவற்றின் மதிப்பு எவ்வாறு இருப்பினும் $(V_1 – V_2)$ இன் மதிப்பு எப்போதும் நேர்குறி கொண்டதாக இருக்கும். ∴ E_1 இன் மதிப்பு E_2 ஐ விட அதிகமாகும்.

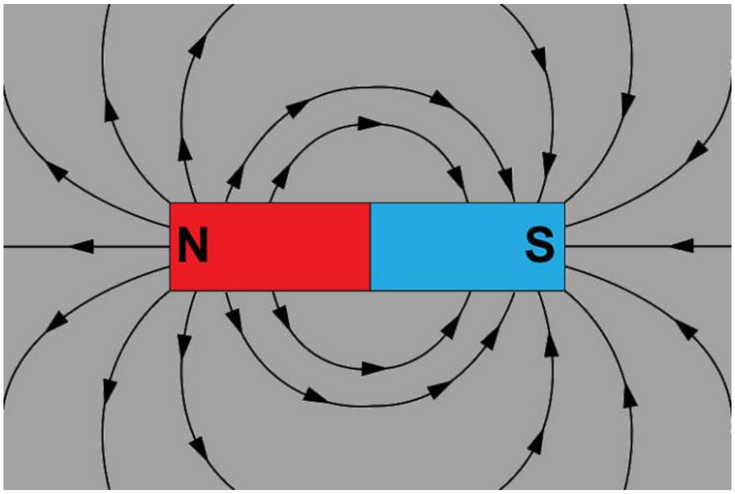
So when the two capacitors are connected by a wire, a spark is produced and energy loss occurs.

எனவே இரு மின்தேக்கிகள் ஒரு கம்பியால் இணைக்கப்படும் போது தீப்பொறி உருவாகிறது மற்றும் ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகிறது.

This loss is converted into heat energy.

இந்த இழப்பு வெப்ப ஆற்றலாக மாறுகிறது.

CHAPTER – II



MAGNETIC FIELD

A **Magnetic Field** is a vector field that describes the magnetic influence on moving electric charges, electric currents, and magnetic materials. The space or region around a magnet within which its influence can be felt by another magnet is called **Magnetic Field**.

A **Magnetic Field** is represented by a series of lines around a magnet.

The path along which North Pole moves in a **Magnetic Field** is called **magnetic lines of force** or **magnetic field line**.

The SI **unit** for **Magnetic Field** is the **Tesla**

MAGNETIC FLUX

Magnetic Flux is defined as the number of magnetic field lines passing through a given closed surface. It provides the measurement of the total magnetic field that passes through a given surface area. Here, the area under consideration can be of any size and under any orientation with respect to the direction of the magnetic field.

It is denoted by Φ or Φ_B.

The SI **unit** of **Magnetic Flux** is the **Weber (Wb).**

Magnetic flux formula is given by:

$\Phi_B = B.A = BA \cos \theta$

Where,

- Φ_B is the magnetic flux.
- B is the magnetic field
- A is the area
- θ the angle at which the field lines pass through the given surface area

MAGNETIC INDUCTION
(ALSO CALLED MAGNETIC FLUX DENSITY)

Magnetic Induction (also called **Magnetic Flux Density**) **B** describes a magnetic force (a vector) on a test object (for instance a small piece of iron) at every point in space.

Magnetic Flux Density B is a measure of the actual magnetic field within a material considered as a concentration of magnetic field lines, or flux, per unit cross-sectional area.
The SI **unit** for **Magnetic Flux Density** is the **Tesla (T)**

MAGNETIZATION (INTENSITY OF MAGNETIZATION)

Intensity of Magnetization I is the magnetic moment per unit volume of the specimen.

MAGNETIZING FIELD INTENSITY

Magnetizing Field Intensity (**Magnetic Field Strength) H** is a measure of the magnetizing field produced by electric current flow in a coil of wire.

MAGNETIC PERMEABILITY

Magnetic Permeability is defined as the ratio of the **Magnetic Induction (Magnetic Flux Density) B** to the **Magnetizing Field Intensity** (**Magnetic Field Strength) H**.
Magnetic Permeability μ is thus defined as $\mu = B/H$.

The SI **unit** for **Magnetic Permeability** is the henries per meter (H/m), or equivalently in newtons per ampere squared (N/A^2).

MAGNETIC SUSCEPTIBILITY

Magnetic Susceptibility is defined as the ratio of **Magnetization M** to the applied **Magnetizing Field Intensity** (**Magnetic Field Strength) H**.

Magnetic Susceptibility χ_m is thus defined as $\chi_m = M/H$.

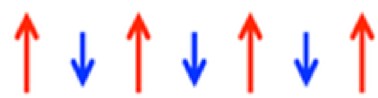
This is a dimensionless quantity.

PROPERTIES OF DIA, PARA, FERROMAGNETIC MATERIALS

Based on their behavior in a magnetizing field, materials are classified as diamagnetic, paramagnetic, ferromagnetic, ferromagnetic, and antiferromagnetic substances.

Properties	Ferromagnetic Materials	Paramagnetic Materials	Diamagnetic Materials
State	They are solid	They can be solid, liquid or gas.	They can be solid, liquid or gas.
Effect of Magnet	Strongly attracted by a magnet.	Weakly attracted by a magnet	Weakly repelled by a magnet.
Behavior under non-uniform field	tend to move from low to high field region.	tend to move from low to high field region.	tend to move from high to low region
Behavior under external field	They preserve the magnetic properties after the external field is removed.	They do not preserve the magnetic properties once the external field is removed.	They do not preserve the magnetic properties once the external field is removed.
Effect of Temperature	Above curie point, it becomes a paramagnetic.	With the rise of temperature, it becomes a diamagnetic.	No effect.
Permeability	Very high	Little greater than unity	Little less than unity
Susceptibility	Very high and positive	Little greater than unity and positive	Little less than unity and negative
Examples	Iron, Nickel, Cobalt	Lithium, Tantalum, Magnesium	Copper, Silver, Gold

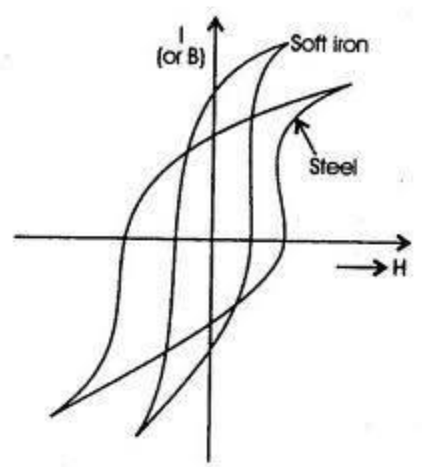
PROPERTIES OF FERRI AND ANTIFERROMAGNETIC MATERIALS

Properties	Ferrimagnetic Materials	Antiferromagnetic Materials
Spins	Below T_C, spins are aligned antiparallel but do not cancel 	Below T_N, spins are aligned antiparallel in ma gnetic domains
Magnetic moments	Atoms have anti parallel aligned Magnetic Moments.	Atoms have mixed parallel and anti parallel aligned Magnetic moments.
Occur	Insulators also.	Insulators also.
Susceptibility	Large and positive	Small and positive
Examples in Susceptibility	Ba, Ferrites	Cr

HYSTERISIS

Hysteresis is characterized as a lag of Magnetic Induction (B) and Intensity of Magnetization (I) behind the Magnetizing Field Intensity (H).

MAGNETIC PROPERTIES OF SOFT IRON AND STEEL



Retentivity of soft iron is more than the retentivity of Steel.

Soft iron can easily magnetize and demagnetize compared to Steel.

The coercivity of steel is more than the coercivity of soft iron.

Area of the loop in case of soft iron is less than the area of the loop in steel.

Due to small area energy loss in soft iron is less than energy loss in steel.

I and χ both are high in soft iron whereas in steel both are low.

Magnetic permeability is high in soft iron compared to steel.

Soft irons are used in transformers, electromagnetic tapes and tape recorders, etc..

The steel used to make permanent magnets.