

**KUNTHAVAI NAACHIYAR GOVERNMENT ARTS COLLEGE FOR WOMEN,
(AUTONOMOUS), THANJAVUR-613 007.**

DEPARTMENT OF PHYSICS



FIRST ALLIED PHYSICS III

18K2MAP3

- 1. Dr.N.Geetha,(UNIT I)
Dept.of Physics, KNGAC,TNJ.**
 - 2. Dr.S.Snega,(UNIT II)
Dept.of Physics, KNGAC,TNJ.**
 - 3. D.S.Vasanthi,(UNIT IV)
Dept.of Physics,KNGAC,TNJ.**
-

UNIT –I

ELECTROSTATICS

Coulomb inverse square law- Gauss theorem and its proof- Field due to a charged Sphere-Field at a point due to a charged cylinder. Capacitance-Capacity of a conductor-Energy of a charged Capacitor-Loss of energy due to a sharing of charge between two charged conductors-Capacitors in series and Parallel.

Electrostatics is a branch of physics that studies electric charges at rest.

Since classical physics, it has been known that some materials, such as amber, attract lightweight particles after rubbing. The Greek word for amber, electron, was thus the source of the word 'electricity'. Electrostatic phenomena arise from the forces that electric charges exert on each other. Such forces are described by Coulomb's law. Even though electrostatically induced forces seem to be rather weak, some electrostatic forces such as the one between an electron and a proton, that together make up a hydrogen atom, is about 36 orders of magnitude stronger than the gravitational force acting between them.

Coulomb's law states that: The magnitude of the electrostatic force of attraction or repulsion between two point charges is directly proportional to the product of the magnitudes of charges and inversely proportional to the square of the distance between them. The force is along the straight line joining them.

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

Where $k = \text{constant}$. The force is along the straight line joining the two charges. If the charges have the same sign, the electrostatic force between them is repulsive; if they have different signs, the force between them is attractive.

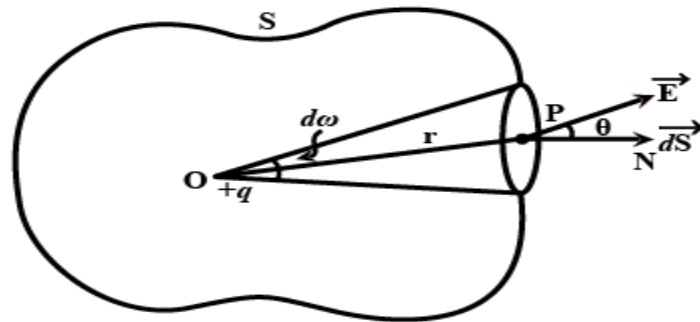
Gauss's Theorem

This theorem gives a relation between the flux ϕ for the surface and the net charge enclosed by the surface. Gauss's theorem states that the flux of Electric

field E through any closed surface that is the integral $\oint E \cdot ds$ over the surface is equal to $1/\epsilon_0$ times the total charge enclosed by the surface.

According to Gauss's theorem the net-outward normal electric flux through any closed surface of any shape is equivalent to $1/\epsilon_0$ times the total amount of charge contained within that surface.

Proof :



Let us consider a closed surface drawn outward a point charge $+q$ coulomb at O. Suppose ds is the small element of the closed surface. Let E be the intensity of electric field at the area element and n be the unit vector normal to ds . The total normal flux through the entire closed surface is given by ϕ . The net electric flux passing through any closed surface is ϵ_0 times, the total charge q present inside it. Mathematically,

$$\phi_E = q/\epsilon_0 \quad \text{-----}>(1)$$

Gauss's theorem states that the flux of Electric field E through any closed surface that is the integral $\oint E \cdot ds$ over the surface is equal to $1/\epsilon_0$ times the total charge enclosed by the surface.

$$\phi_E = q/4\pi\epsilon_0 \oint dA/r^2 \quad \text{-----}>(2)$$

By definition, $dA/r^2 = d\omega$, the solid angle subtended by ds at q .

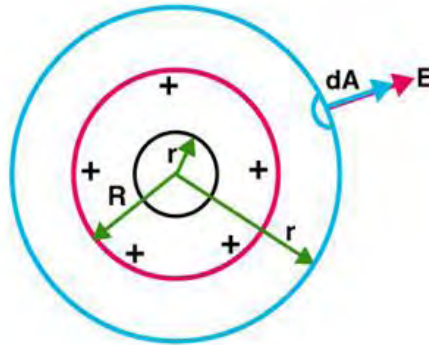
$$\phi_E = q/4\pi\epsilon_0 \oint d\omega = q/4\pi\epsilon_0 (4\pi)$$

Therefore,

$$\boxed{\phi_E = q/\epsilon_0} \quad \text{-----}>(3)$$

Thus the total flux over a closed surface is $1/\epsilon_0$ times the total charge within the surface.

Electric field intensity due to a charged sphere



Consider a charged spherical shell with a surface charge density σ and radius R . Consider a spherical Gaussian surface with any arbitrary radius r , centered with the spherical shell. By symmetry, the electric field must point radially. Thus, for a Gaussian surface outside the sphere, the angle between electric field and area vector is 0 ($\cos \theta = 1$). For a Gaussian surface inside the sphere, the angle between electric field and area vector is 180° ($\cos \theta = -1$). Due to symmetry, the field at P and on everywhere on the Gaussian surface will be perpendicular to the surface i.e E is directed along the outward drawn normal. The flux through the surface is given by

$$\oint E ds \text{ (since the angle between } E \text{ and } ds \text{ is zero)} \quad \text{-----}> (1)$$

By Gauss's theorem,

$$E \oint ds = q / \epsilon_0 \quad \text{-----}> (2)$$

$$E \cdot 4\pi r^2 = q / \epsilon_0$$

$$E = 1/4\pi\epsilon_0 (q/r^2) \text{ N/C} \quad \text{-----}> (3)$$

This equation gives the electric field at a point at a distance r from the centre O . Hence a uniformly charged sphere is the same as if the charge on the sphere is concentrated at the centre.

(ii) **At a point on the surface:**

$$\text{Here } r=R, \quad E = q/4\pi\epsilon_0 R^2 \text{ N/C} \quad \text{-----}> (4)$$

(iii) **At a point inside the charged sphere**

Now we have to find the field intensity E at a point P_1 inside the charged sphere. Now also we have to construct Gaussian surface. The electric field

will be constant on this surface and is directed along the normal to the surface of the sphere. The outward flux through the surface of the sphere is given by $\oint E \cdot ds$.

The total charge enclosed by the Gaussian surface = Volume \times charge density = $\frac{4}{3}\pi r_1^3 \rho$. The variation of electric field intensity with radial distance and it is given by $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$.

Electric field at a point due to a uniformly charged cylinder

If the charge is distributed throughout the volume, then we have field of uniform cylinder of charge. Hence the electric field at any outside point can be shown to be equal to

$$E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \text{-----}>(1)$$

Where, r is the radius of the cylinder.

Here λ is the charge per unit length of the cylinder.

$$\lambda = \pi r^2 \rho \text{-----}>(2)$$

where ρ is the charge per unit volume of the cylinder

$$E = \frac{\pi r^2 \rho}{2\pi\epsilon_0 r}$$

$$E = \frac{r\rho}{2\epsilon_0} \text{-----} >(3)$$

It shows that the electric field inside a charged cylinder is directly proportional to the distance of the point from the axis of the cylinder.

Capacitance

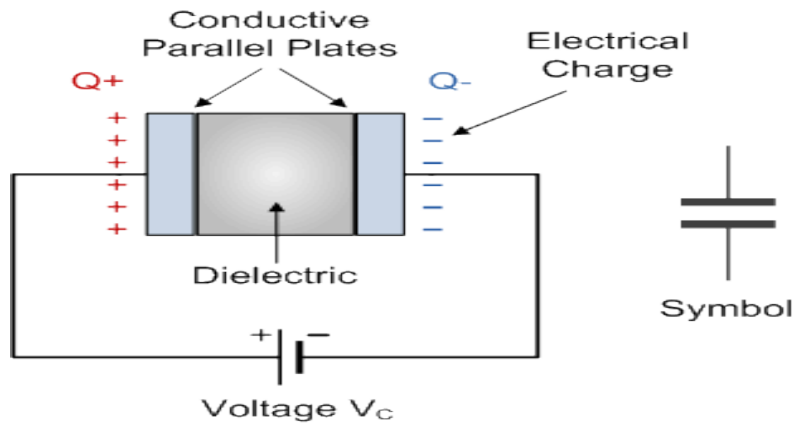
The capacitor is a component which has the ability or "capacity" to store energy in the form of an electrical charge producing a potential difference (Static Voltage) across its plates, much like a small rechargeable battery. There are many different kinds of capacitors available from very small capacitor beads used in resonance circuits to large power factor correction capacitors, but they all do the same thing, they store charge. In its basic form, a capacitor consists of two or more parallel conductive (metal) plates which are not connected or touching each other, but are electrically separated either by air or by some form of a good insulating material such as waxed paper, mica, ceramic, plastic or some form of a

liquid gel as used in electrolytic capacitors. The insulating layer between a capacitor's plates is commonly called the Dielectric. When used in a direct current or DC circuit, a capacitor charges up to its supply voltage but blocks the flow of current through it because the dielectric of a capacitor is non-conductive and basically an insulator. However, when a capacitor is connected to an alternating current or AC circuit, the flow of the current appears to pass straight through the capacitor with little or no resistance. There are two types of electrical charge, a positive charge in the form of Protons and a negative charge in the form of Electrons. When a DC voltage is placed across a capacitor, the positive (+ve) charge quickly accumulates on one plate while a corresponding and opposite negative (-ve) charge accumulates on the other plate. For every particle of +ve charge that arrives at one plate a charge of the same sign will depart from the -ve plate.

Then the plates remain charge neutral and a potential difference due to this charge is established between the two plates. Once the capacitor reaches its steady state condition an electrical current is unable to flow through the capacitor itself and around the circuit due to the insulating properties of the dielectric used to separate the plates. The flow of electrons onto the plates is known as the capacitor's Charging Current which continues to flow until the voltage across both plates (and hence the capacitor) is equal to the applied voltage V_c . At this point the capacitor is said to be "fully charged" with electrons.

The parallel plate capacitor is the simplest form of capacitor. It can be constructed using two metal or metallised foil plates at a distance parallel to each other, with its capacitance value in Farads, being fixed by the surface area of the conductive plates and the distance of separation between them. Altering any two of these

values alters the value of its capacitance and this forms the basis of operation of the variable capacitors.



Also, because capacitors store the energy of the electrons in the form of an electrical charge on the plates the larger the plates and/or smaller their separation the greater will be the charge that the capacitor holds for any given voltage across its plates. In other words, larger plates, smaller distance, more capacitance. By applying a voltage to a capacitor and measuring the charge on the plates, the ratio of the charge Q to the voltage V will give the capacitance value of the capacitor and is therefore given as: $C = Q/V$ this equation can also be rearranged to give the familiar formula for the quantity of charge on the plates as: $Q = C \times V$. The property of a capacitor to store charge on its plates in the form of an electrostatic field is called the Capacitance of the capacitor.

Energy of a charged Capacitor

The energy of a charged capacitor is the amount of work done in charging it. Let us consider a condenser of charge q . Let V be the potential. Now an additional charge dq is given to it. The work done for adding a charge dq is given to it. The work done for adding a charge dq is given by Vdq . joule. The work that has to be done to add a finite charge q to the condenser is

$$W = Vdq \quad \text{-----(1)}$$

If C is the capacitance of the condenser

$$V = q/C \quad \text{-----(2)}$$

$$W = \frac{Q^2}{2C}$$

$$W = \frac{Q^2}{2C} \text{ Joule} \quad \text{-----(3)}$$

The total work done in charging the conductor is stored as potential energy. Hence the energy of the condenser is

$$E = \frac{Q^2}{2C} \quad \text{-----(4)}$$

But $Q = CV$, $E = \frac{cv^2}{2C} \text{ Joule} \quad \text{-----(5)}$

Therefore, Energy of a Charged capacitor, $E = cv^2/2$ Joule.

Energy loss due to sharing of charges

Consider two capacitors A and B of capacity C_1 and C_2 . Let Q_1, Q_2 be the charges and V_1, V_2 their potentials respectively.

Energy of the capacitor, $A = C_1 V_1^2 / 2C$ Joule

Energy of the capacitor, $B = C_2 V_2^2 / 2C$ Joule.

Now the two condensers are connected by a wire. The charge will flow from the condenser which is at a higher potential to the condenser which is at lower potential. Hence both of them will attain a common potential V . Now the total charge is,

$$Q = Q_1 + Q_2$$

Total Capacitance $C = C_1 + C_2$.

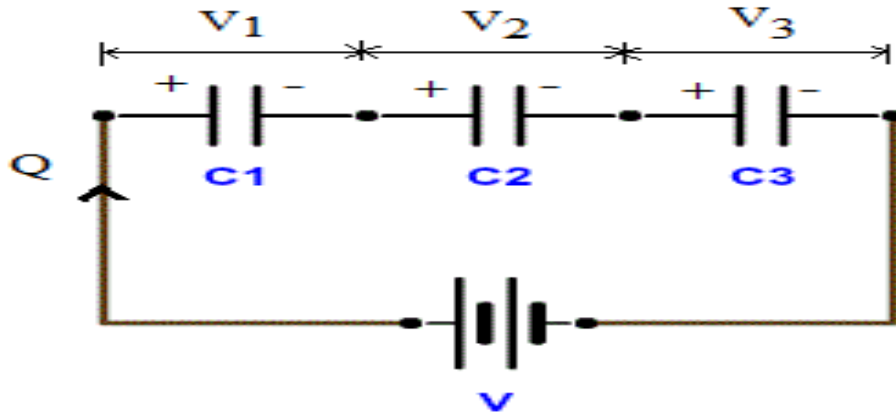
But $Q_1 = C_1 V_1$; $Q_2 = C_2 V_2$

$$E_1 - E_2 = C_1 C_2 (V_1 - V_2)^2 / (C_1 + C_2).$$

Hence due to sharing of charges, there will be always a loss of energy. This loss of energy appears in the form of heat.

Capacitors in series:

Three capacitors of capacity C_1, C_2 and C_3 are connected in series. A charge $+q$ is given to the point A. The point B is earthed as shown in the figure. The charge of each capacitor will be the same. The potential difference (p.d) across C_1 is V_1 , the p.d across C_2 is V_2 and the p.d across C_3 is V_3 .



Therefore the resultant potential difference between the points A and B is

$$V = V_1 + V_2 + V_3 \quad \text{.....(1)}$$

$$\text{Also } V_1 = q/C_1, V_2 = q/C_2 \text{ and } V_3 = q/C_3 \quad \text{.....(2)}$$

Equivalent capacitor will have a charge 'q' on the plates and the potential difference between the plate is V. Hence the capacity of the equivalent capacitor is

$$C_s = q/V \quad \text{.....(3)}$$

$$\text{Therefore } V=q/C_s; V_1=q/C_1, V_2=q/C_2 \text{ and } V_3=q/C_3 \quad \text{.....(4)}$$

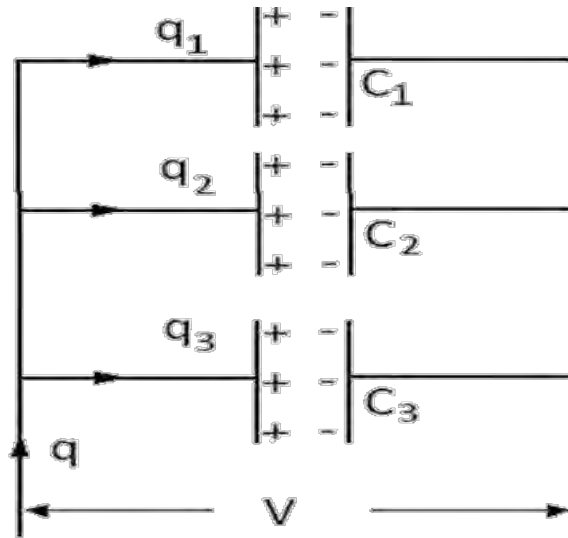
Sub equ(4) in equ(1), we get

$$q/C_s = q/C_1 + q/C_2 + q/C_3$$

$$\text{Therefore } 1/C_s = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3 \quad \text{.....(5)}$$

This relationship can also be extended for any number of capacitances connected in series. When a number of capacitors are connected in series, the reciprocal of the equivalent capacitance is equal to the sum of the reciprocals of the individual capacitances.

Capacitors in parallel: Three capacitors of capacity C_1, C_2 and C_3 are connected in parallel. A charge +q is given to the point A. It gets distributed among the three capacitors depending up on their capacities.



The potential difference across each capacitor is the same. The point B is earthed as shown in the figure.

The potential difference between the points A and B is V .

$$q = q_1 + q_2 + q_3 \quad \text{.....(6)}$$

$$\text{But } q_1 = C_1V ; q_2 = C_2V ; q_3 = C_3V \quad \text{.....(7)}$$

If C_p is the equivalent capacitance of the three capacitors, then

$$q = CV \quad \text{.....(8)}$$

Sub (7) and (8) in equation (6), we get

$$C_pV = C_1V + C_2V + C_3V$$

$$\text{Therefore } C_p = C_1 + C_2 + C_3 \quad \text{.....(9)}$$

This result can be extended for any number of capacitors connected in parallel.

When a number of capacitors are connected in parallel, the resultant capacity is equal to the sum of capacities of the individual capacitors.

UNIT: 1 ELECTROSTATICS

காஸ் தேற்றம்:

காஸ் தேற்றம் ஓடிய பரப்பின் வழியாக எண்ணிக்கைய மொத்தப் பாய்ச்சிற்பீம் அந்த பரப்பில் உள்ள மண்ணைட்டதீரீம் உள்ள உதார்ப்பணை கடுகாறக. காஸ் தேற்றதீகைக் கீழீக் கண்ணீடவாறு காலாபீ. எந்தவாற ஓடியப் பரப்பிலுள்ள மணீபுலதீகை மொத்தப் பாயம், அந்த பரப்பிலுள்ள மொத்த மண்ணைட்டதீகை $\frac{1}{\epsilon_0}$ மடங்காறீக சாமாதிம் - பரப்பில் மண்ணைட்டமீ கிலிவை எண்ணீ \vec{E} னீ பாயம் அதாவக $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s}$ சாலயாகம்.

பரப்பிலுள்ள அமையம் சபாக

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q}{\epsilon_0}$$

சிலிலக

$$\epsilon_0 \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = q$$

பரப்பின் வளாசய உள்ளேபாச

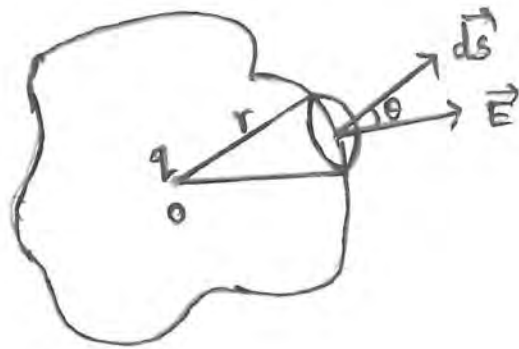
$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = 0$$

கிவீக q எணீக மண்ணைட்டதீகை கறியாணைக் கணகீகில் உகாண்ட தீகர மண்ணைட்ட மாகம். நடுபணை!

ஓடிய பரப்பில் 0 ணீற மார்பயலுள்ள மண்ணைட்டமீ q ணிக் ககலவாமீ. ஓடிய பரப்பில் $d\vec{s}$ ணீற சிறியப் பரப்பிணைக் கடுகலவாமீ. கிலுள்ள மணீபுலமீ \vec{E} ணைக் உகாண்டவாமீ. மணீபுலமீ \vec{E} னீரீம் $d\vec{s}$ னீரீம் கிலைசய உள்ள

கோணம் θ ($d\vec{s}$ ன் திசை பரப்பிற்கு எதிர்த்தாக அடையுமீ

கிசு எவளிநாக்கீ அமைநீதால் நோ திறா தகாண்டுகாக
எடுக்கீ தகாண்டீபடுகாறக.)



$$\vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r} \cos\theta ds \quad \dots (1)$$

$$\text{கிசீ } E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$$

தேய பரப்பிற்கு எதிர்த்தாக எவளைய நகக்கீ
எலீகனீற மாதீகு மனீபாயமீ.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \oint \frac{ds \cos\theta}{r^2}$$

$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \oint dw \quad \dots (2)$$

$\frac{ds \cos\theta}{r^2} = dw$ சாறய பரப்பீ ds ஆல் தேயஅமைகீகீ

-படுமீ திணீய கோணமீ (solid angle)

$$\therefore \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \times 4\pi \quad (\because \int dw = 4\pi)$$

அதாவது $\iiint (\nabla \cdot \vec{E} - \frac{\rho}{\epsilon_0}) = 0$ ----- (6)

இது சதாரீந்திரகர்க்கரிபல்டு எதிர்த்து
படுமணுகீகம் எமயீயாகம் .

$\therefore \nabla \cdot \vec{E} - \frac{\rho}{\epsilon_0} = 0$

அலீலகு $\nabla \cdot \vec{E} = \frac{\rho}{\epsilon_0}$ ----- (7)

இது காஸீ சதறீறகீ கீஸீ வணக ஆகீக வபுலமாதும்
(differential form)

மணீஷாடலும் டீடிய பரபீமறீகு எவளாடிய உளீளபொக

மணீஷாடலும் q டீடிய பரபீமறீகு எவளாடிய அமைநீகீயபகாக
தகாஸீலொமும் . 0 வல உசீசியாககீ தகாணீகு வரையபீடுமீ
கூடீமும் கீணீமகீ கோணமும் $d\omega$. இது டீடியபரபீமலீ அமைகீகீம்
சிறிய பகீகீகஸீ ds_1, ds_2 ணாகீ தகாஸீலொமும் . \hat{n}_1, \hat{n}_2
எணீபவல முறைடிய ஆபரபீபுகளாலாடுநீகீ எவளாடிய சோகீகீ
வரையபீடுமும் எகநீகீகீகீஸீ வுரலகு வகீடீரீகீளாகீம் .
கவல புலகீகீகீஸீ அமைகீகீம் கோணங்கீகீஸீ முறைடிய
 θ_1, θ_2 ஆகீம் . இவீவாடு சிறு பகீகீகீகீஸீ வபுலயாக
எவளாடிய சோகீகீகீகீஸீ எணீலகீ கூடிய நகர பாயம்

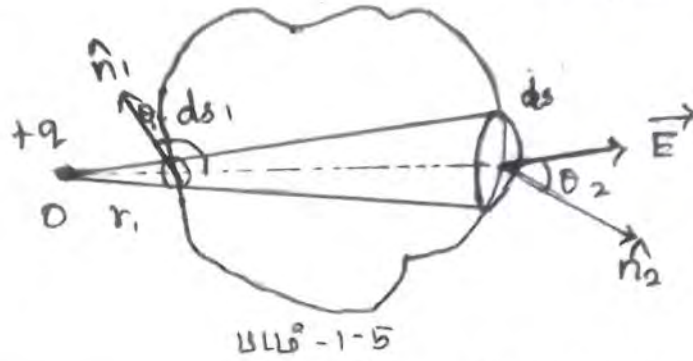
$$= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{ds_1 \cos(180-\theta_1)}{r_1^2} + \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{ds_2 \cos\theta_2}{r_2^2}$$

ds_1, ds_2 ஆகயவறீறலீ 0 லீ அமைகீகீகீயமும் கீணீம

கோணங்கீகீஸீ எமமாதும் .

$$\therefore \frac{ds_1 \cos \theta_1}{r_1^2} = d\omega = \frac{ds_2 \cos \theta_2}{r_2^2}$$

கிசு 0 அலைநீக்கு பரமிமநீகு வுணரயப்பகம் எவிலா
கூப்புககும் மயயியாகம். எணலவ மமாகீதப்ப பாயம்குடியாகம்.



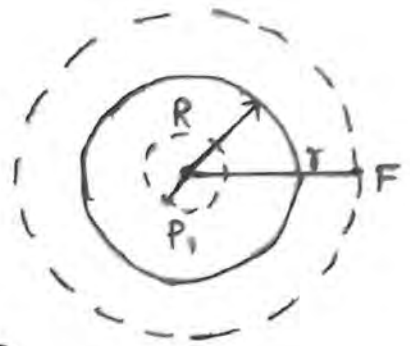
$$\begin{aligned} \text{மமாகீத பாயம்} &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{ds_1 \cos(180-\theta_1)}{r_1^2} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{ds_2 \cos \theta_2}{r_2^2} \\ &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{ds_1 \cos \theta_1}{r_1^2} - \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \frac{ds_2 \cos \theta_2}{r_2^2} \\ &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \left[\frac{ds_2 \cos \theta_2}{r_2^2} - \frac{ds_1 \cos \theta_1}{r_1^2} \right] \\ &= \frac{q}{4\pi\epsilon_0} [d\omega - d\omega] = 0 \end{aligned}$$

எணலவ புள்ளி மண்ணுடம் மீடிய பரமிமநீகு
வணலவ அமைநீகுக்ககும்பபாசு அநீதப்ப பரமிமயுள்ள
மமாகீதப்ப பாயம் குடியாகம்.

சீராக மின்கூலப்பி பெற்ற கோளத்தால் ஏற்படும் மின்புலம்
(Electric Field due to an uniformly charged sphere)

1a) மின்கூலப்பி பெற்ற கோளத்திற்கு வெளியே உள்ள புள்ளியில் (Field at a point outside the charged sphere)

கோளத்திற்கு வெளியே அமைந்துள்ள P என்ற புள்ளியில் மின்புலம் \vec{E} கணக்கிட வேண்டும். இந்தப் புள்ளி மையம் O வலதுநீக்க r தொலைவில் உள்ளது. ஆரம் OP தொண்டி உபாகமையக் கோளம் உரைபோடும். இது படம் 1-7ல் புள்ளி வட்டத்தால் காட்டப்பட்டுள்ளது.



இதுவே காண்புடன் பரப்பாகும். காண்புடன் பரப்பிலுள்ள எல்லாப் புள்ளிகளிலும் \vec{E} ன் மதிப்பு சமமாகும். இது ஆரத்திசையால் வெளியே நோக்கி அமைகிறது. $\vec{E} \cdot d\vec{s}$ ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள கோணம் சுழியாகலால், பரப்பின் வழியான மையம்

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \oint E ds \quad \dots \dots (1)$$

காணி அதிகப்படி

$$E \oint ds = \frac{q}{\epsilon_0} \quad \dots \dots (2)$$

$\oint ds$ என்பது கோளத்தின் பரப்பளவு $4\pi r^2$ ஆகும்.

$$\begin{aligned} \therefore E 4\pi r^2 &= \frac{q}{\epsilon_0} \\ &= E \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2} \quad \dots \dots (3) \end{aligned}$$

மணிபாடு (3) மையம் O லிருந்து r தொலைவில் அமைந்துள்ள
 எந்திரி புள்ளியையும் உள்ள மணிபுலம் E ன் அளவாக காட்டு
 தருகிறது. எல்லா மணிபுலங்களும் மையத்தில் அமைந்துள்ள
 எந்திரி அமைப்பை அது போன்றதாகும். சீராக மணிபுலம்
 உட்கொண்ட கோளத்தின் மையம் புள்ளியிலுள்ள மணிபுலம்,
 மணிபுலம் மூலக்கூறு கோளத்தின் மையத்தில் குவாண்டிபைசு
 போன்றதேயாகும்.

b) புள்ளி பரப்பளவால் அமைந்துள்ளது போது

$$\text{இங்கு } r = R$$

$$\therefore \vec{E} = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 R^2} \text{ தி/க} \quad \dots (4)$$

\vec{E} ன் திசை அந்த வட்டியால் மையம் நோக்கி அமைகிறது

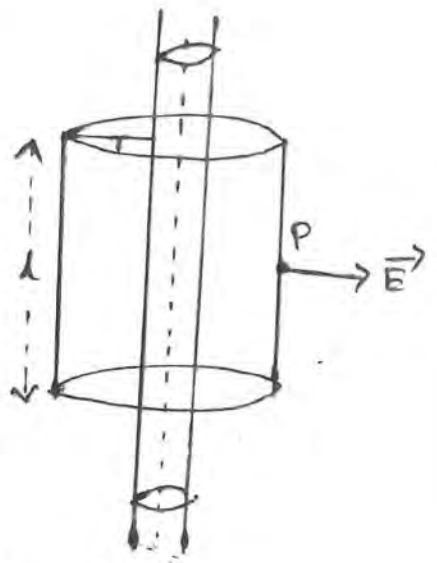
iv) சீராக மணிபுலம் உள்ள உருளை வடிவான
 ஒற்றை மணிபுலம் (Field due to a uniformly charged
 hollow cylinder)

மணிபுலம் நேரான கம்பியால் ஒற்றை மணிபுலம்
 கணக்கிடும் போன்ற சீராக மணிபுலம் நேரான
 ஒற்றை மணிபுலம் ஒற்றை மணிபுலத்தைக் கணக்கிடும்
 உருளை வடிவான அச்சிலிருந்து r தொலைவில் மையம் அமைந்துள்ள
 புள்ளி P -ல் உள்ள மணிபுலம்.

$$E \cdot 2\pi r l = \frac{\lambda l}{\epsilon_0}$$

$$\therefore E = \frac{\lambda}{2\pi \epsilon_0 r} \quad \dots (1)$$

கனம் λ எண்பகு உருளையின் வுரலக
 நீளத்திலுள்ள மணிகூலம் ஆனால்
 கனம் மணிகூலம் உருளையின்
 பரப்பின் மீது சீராக பகர்ந்துள்ளன.



உருளையின் பரப்பு மணிகூல அயர்த்தி
 r எனவும் உருளையின் நீளம் l எனவும்
 தொலைவாம். உருளையின் வுரலக
 நீள மணிகூலம் λ எனின் உருளையின்
 பரப்பு மணிகூல அயர்த்தி
 $= 2\pi r l \cdot \sigma$

படம் 1-9

∴ உருளையின் வுரலக நீளத்திலுள்ள மணிகூலம்

$$\lambda = \frac{2\pi r l \cdot \sigma}{l} = 2\pi r \sigma \quad \dots (2)$$

தமனிப்பாடு (2) க்கான சமன்பாடு - (1) ல் பதிலிட செய்வ

$$\vec{E} = \frac{2\pi r \sigma}{2\pi \epsilon_0 r}$$

$$\therefore \vec{E} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} \quad \dots (3)$$

உள்ளிருந்து உருளையின் உட்பகுதியில் அமைந்துள்ள
 புள்ளியிலுள்ள புலம் காழியாகும். ஏனெனின் காஸியின்
 பரப்பு எந்த மணிகூலமும் தொண்டிருக்காது.

சிறுகதை

யூர் ஆம்பர் துண்டினை , மருதுவான உரோம உறையன் மீது தெய்வீகப்பொம் பொது, ஆம்பர் சிறிய காசிதத் துண்டுகளை என்ஃகீம் பண்பிணைப் பறுகிறது . பல பொருட்கள் தெய்வீகப்பொம் பொது, சிறிய காசிதத் துண்டுகளை என்ஃகீம் பண்பிணைப் பறுகிறது என கிஸ்பீட என்பவர் விளக்கினார் . அவருடைய சோதனை ஆய்வுகளைவிடாந்து பொருட்களை திரு வகையாகப் பிரித்தார் . அதாவது பொருட்கள் தெய்வீகப்பொம் பொது என்ஃபுப் பண்பிணைப் பறுகின்ற பொருட்களை காப்புப் பொருட்கள் எனவும் , திப்பண்பிணைப் பறாத பொருட்களைக் கடித்தி எனவும் அழைத்தார் . தெய்வீகப்பொம் பொது , என்ஃபுப் பண்பிணைப் பறுகின்ற பொருட்களை , மிஸ்சூட்டம் பெற்ற பொருட்கள் என்பர் .

பட்டித் துணியில் தெய்வீகப்பொம் கண்ணாடித் துண்டுகளை , மந்திராதி பட்டித் துணியில் தெய்வீகப்பொம் கண்ணாடித் துண்டிற்சி அருகில் தொண்டு வரும் பொது , அவற்றிற்கிடையே விலக்து விசை தொற்புகிறது . திவ்வாறின்தி உரோமத்தில் தெய்வீகப்பொம் எப்பாணைட்டிற்சி அருகில் தொண்டு வரும் பொது என்ஃபு விசை தொற்புகிறது . திதினாடுந்து மிஸ்சூட்டங்கள் திரு வகையொம் , என்பது தொனிவாகிறது . பட்டித் துணியால் தெய்வீகப்பொம் பொது கண்ணாடி பொறுகின்ற மிஸ்சூட்டம் என மிஸ்சூட்டம் எனவும் , உரோமத்தால் தெய்வீகப்பொம் பொது எப்பாணைட் பொறுகின்ற மிஸ்சூட்டம் எதிர் மிஸ்சூட்டம் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது . மேலும் யுர வகையான மிஸ்சூட்டங்கிடையே விலக்து விசையும் , வெறுபட்ட மிஸ்சூட்டங்கிடையே என்ஃபு விசையும் தொன்றுகிறது .

கூலும் விதி (Coulomb's Law) :-

கூலும் விதியன்படி கிடைக்கும் மின்னாட்பங்களிடையே செயற்படும் நிர்ப்பு அலைத்து அலைக்கு விசை.

- (1) . மின்னாட்ப அளவுகளின் பெருக்கற் பலகைக்கு இந் விதிநிதிவியம் ,
- (2) . மின்னாட்பங்களிடையே உள்ள சூரநீதினை கிடைக்கும் எதிர் விதிநிதிவியம் அடையுமீ

q_1 , q_2 எலும் கிடை மின்னாட்பங்களிடையே உள்ள சூரநீ r எடை ககாள்வோமீ.

கூலும் விதியன்படி கிடை மின்னாட்பங்களிடையே செயற்படும் விசை.

$$F \propto q_1 q_2$$

$$F \propto 1/r^2$$

$$\therefore F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{----- (1)}$$

(or)

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2} \quad \text{----- (2)}$$

இங்கு k ஒரு மாநினை . இதன் அளவு விசை , மின்னாட்பம் , சூரநீ விசையவநீநினை அலகிணையுமீ கிடை மின்னாட்பங்களிடையே உள்ள அடைகநீதையுமீ சூரநீதகூ .

$$\text{SI unit , } k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0} \quad \text{----- (3)}$$

$$\therefore F = \frac{q_1 q_2}{4\pi \epsilon_0 r^2} \quad \text{----- (4)}$$

மின்சூட்டங்களை ஒரு ஊடகத்தில் வைக்கப்படும் போது,

$$K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r} \quad \text{--- (5)}$$

கிளிங் ϵ_r என்பது ஊடகத்தில் சார்பு உயுத்திறன்.

$$K = \frac{q_1q_2}{4\pi\epsilon_0\epsilon_r r^2} \quad \text{--- (6)}$$

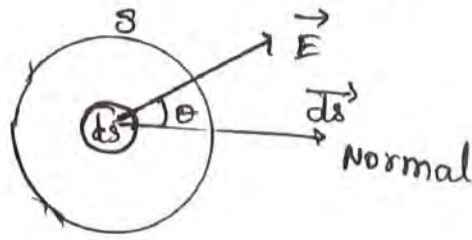
சார்பு உயுத்திறன் பதிவு ஊடகத்தில் தனிமையச் சார்ந்தது. சார்பு உயுத்திறன் என்பது வெற்றிடத்தில் ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் வைக்கப்பட்டுள்ள மின்சூட்டங்களுக்கிடையே உள்ள அகலத்திற்கும், அதே மின்சூட்டங்களை ஊடகத்தில் அதே தொலைவில் வைக்கப்படும் போது உள்ள அகலத்திற்கும் உள்ள தகவலாகும். கிளிங் பரிமாணம் எதுவும் கிடையாது. காற்றிற்கு $\epsilon_r = 1$, மைக்காசு $\epsilon_r = 6$, ரப்பருக்கு $\epsilon_r = 3$, தண்ணீருக்கு $\epsilon_r = 81$.

காஸ் விதியும் அதன் பயன்பாடுகளும் :-
(Gauss's law and its applications).

மின்புலப் பாயம் (Electric Flux).

சீரற்ற மின்புலத்தில் உள்ள S என்ற மீட்டர் பரப்பைக் கருதுவோம். கிளிங் பரப்பின் மீட்டர் dS என்ற மகசீரிய பரப்பைக் கருதுவோம். dS ன் திசையானது பரப்புக்கு சூத்தாக வெளிநோக்கி உள்ளது. dS மீட்டர் மின்புலம் \vec{E} ஐ மாநிலியாகக் கொள்வோம். \vec{E} மற்றும் dS ஒன்றுக்கொன்று θ கோணத்தை ஏற்படுத்துகின்றன.

மின்புலம் பாயம் என்பது கோடுக்கடிபட்ட பரப்பு வழியே எல்லாம் மின்வகைக் கோடுகளின் மொத்த எண்ணிக்கை ஆகும் என வரையறுக்கப்படுகிறது.



பரப்பு ds வழியே செயல்படும் மின்புல பாயம் :

$$d\phi = \vec{E} \cdot d\vec{s} = E ds \cos\theta.$$

மெற்காண் சமன்பாட்டை பரப்பைப் பொறுத்து தொகைப்படுத்த, சூடிய பரப்பு S வழியே செயல்படும் மொத்த மின்புல பாயம் பெறப்படுகிறது.

$$\phi = \oint d\phi = \oint \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

தொகைக்கொடு குறியீட்டின் மூல குறியிடமுள்ள சிறுவட்டம் சூடிய பரப்பை, தொகைப்படுத்துவதைக் குறிக்கும். மின்புல பாயம் ஒரு ஸ்கலார் அளவாகும்.

அதன் அலகு $Nm^2 c^{-1}$

காஸ் வதி (Gauss's Law) :

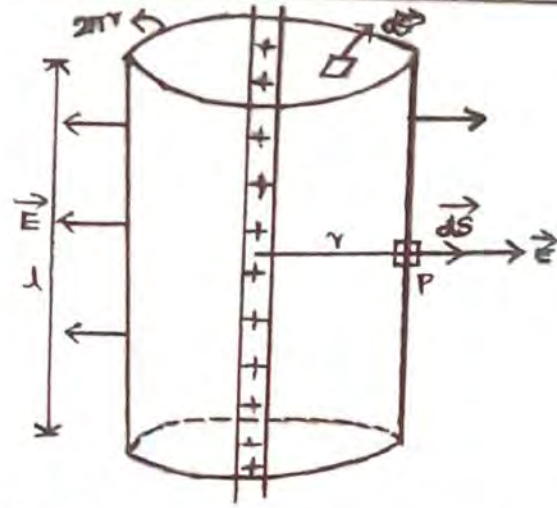
கிவதி, எந்தவாறு சூடிய பரப்பின் வழியே எல்லாம் மின்புல பாயத்தையும், அப்பரப்பின் உள்ள மொத்த மின்னூட்டத்தையும் தொடர்புபடுத்துகிறது. கிவதியின் படி எந்தவாறு சூடிய பரப்பின் செயல்படும் மின்புலத்தில் மொத்த பாய மதிப்பு, அப்பரப்பின் உள்ள மொத்த மின்னூட்டத்தின் $1/\epsilon_0$ மடங்குக்கூடும்.

$$\phi = q/\epsilon_0$$

கிந்த டீபெர்பல கற்பணைய பரப்பு காஸீஸியன் பரப்பு என்றைக்கப்படுகிறது. ϵ என்ற டீபெர்பல பரப்பான் வடிவிய சவஸ்யம் மின்புலய பாயம் (E) பரப்பானுள் உள்ள மொத்த மின்னூட்டத்தின் மதிப்பைச் சார்ந்தது. ஆனால் அம்மின்னூட்டங்கள் அமைந்துள்ள கிடத்தைச் சார்ந்ததல்ல என காஸீ வதியலாடுந்து அங்கிறொம். பரப்புக்கு வெளியே உள்ள மின்னூட்டங்கள் மின்புலய பாயத்திற்கு காரணமாவதில்லை.

சீரான டீபெர்பல நீளம் தொண்டி மின்னூட்டம் பெற்ற கம்பியானால் ஏற்படும் மின்புலம்

சீராக மின்னூட்டப்பட டீபெர்பல நீளம் தொண்டி கம்பியானால் மாறா மின்னூட்ட நீளம் அளிக்கியை (λ) (புரவதி நீளத்திற்கான மின்னூட்டம்) பெற்றுள்ளதாக கருதுவாம். கம்பியலாடுநீது r தொலைவில் உள்ள புள்ளி p யில் மின்புலம் E என்க. (படம்) இது டீபெர்பலயும் அசீசீசீ சவஸீசீதான டீபெர்பலயும் தொண்டி நீளம் l நீளம் r ஆகும் உடைய ஒரு உருளைகைய காஸீஸியன் பரப்பாகக் கருதுவாம். காஸீஸியன் பரப்பின் மீது ds என்ற மிகச்சிறிய பரப்பைக் கருதுவாம்.



முடிவிலா நீளம் கொண்ட சதுரமான மின்னூட்டப்பட்ட கம்பி

வெப்பமணம் மீட்டின் காரணமாக உருளைப்பிழில் உருளை பரப்பில் உள்ள அனைத்துப் புள்ளிகளிலும் மின்னூட்டத்தின் மீட்டின் மதிப்பு சமமாகவும், ஆரக்கோட்டுடன் வட்டிய வளைவுநாக்கியும் அமைகிறது. \vec{E} மற்றும் $d\vec{S}$ ஆகியவை குறிப்பிடப்பட்டுள்ளன. உருளைப்பரப்பின் வட்டிய

$$\begin{aligned} \text{மின்னூட்டப்பாயம் } (\phi) &= \oint E ds \cos\theta \\ &= \oint E ds \quad [\theta=0; \cos\theta=1] \\ &= E(2\pi r l) \end{aligned}$$

(உருளைப்பரப்பின் புறப்பரப்பு உள்ள)

\vec{E} மற்றும் $d\vec{S}$ ஆகியவை ஒரே திசையில் உள்ளிருக்கின்றன. அமைவதால், மின்னூட்டப்பரப்பின் வட்டிய மின்னூட்டப்பாயம் = 0

காணியின் பரப்பு வட்டியயான மொத்த மின்னூட்டப்பாயம். $\phi = E(2\pi r l)$

காஸீஸயன் பரப்புகள் உள்ள மொத்த மண்ணூட்டம் $q = \lambda l$

காஸீ வகியன் படி

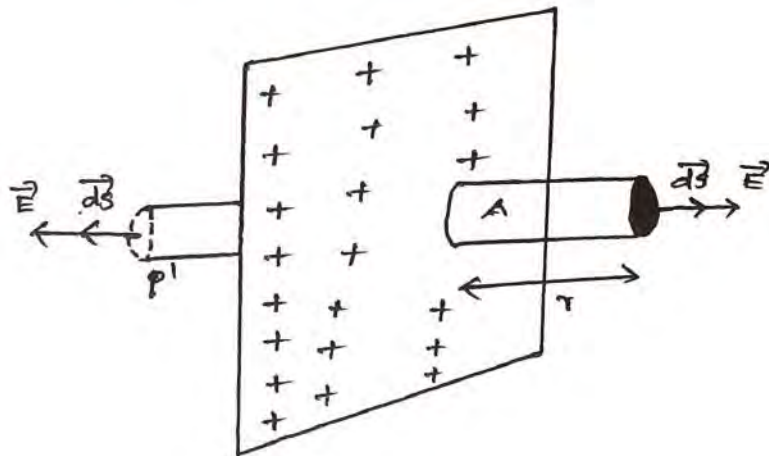
$$E(\text{உள்ள}) = \frac{\lambda l}{\epsilon_0} \quad \text{or} \quad E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$$

மண்புலம் E ன் திசையானது அச்சின் வழியான மண்ணூட்டம் நேர்மண்புலம் எனல் அரக்சின் வழியே உள்ளதாகியும் அமைகிறது.

மண்ணூட்டம் பெற்ற குடிவலா சமதளப் பரப்பினால் ஏறியும் மண்புலம்.

மண்ணூட்டப் பரப்பு அளிக்கி σ கொண்டு குடிவலா சமதளப் பரப்பு ஆனதாகக் கருவோம். (படம்) பரப்பளவு A கொண்டதால் உள்ள புள்ளி P யில் மண்புலம் E என்க.

மண்ணூட்டம் பெற்ற பரப்புக்கு சூதிகாக $2r$ நீளம், A திசுக்கு வலகு பரப்பு கொண்ட உருளை வழவ காஸீஸயன் பரப்பைக் கருவோம்.



வழவின் சமதள பரப்பு

2-ഉണ്ടായത് ഒരു ഘടനാപ്രക്രിയകളായും പരസ്പരം
 കൂടുക. ഓരോന്നും ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ.
 അവയുടെ തുല്യത വലുതായി ഉണ്ടാകും. മറ്റൊരു p, p' ഘടനാപ്രക്രിയകൾ
 ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ

ഘടനാപ്രക്രിയകൾ പരസ്പരം ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ

$$\begin{aligned}
 \phi &= [\phi E ds]_p + [\phi E ds]_{p'} \\
 &= EA + EA = 2EA
 \end{aligned}
 \quad (\theta = 0 : \cos \theta = 1)$$

ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ

ഘടനാപ്രക്രിയകൾ ഘടനാപ്രക്രിയകൾ

$$2EA = \frac{\sigma A}{\epsilon_0}$$

$$E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$$

மின் தேக்கிகள் (Capacitors)

ஒரு கடத்திக் மின்னூட்டம் ஏதாவது ஒரு பொது இடத்தில் மின்னூட்டம் அதிகமாகிறது. கடத்தியின் மின்னூட்டத்தைத் தொடர்ந்து அதற்கும் பொது, கடத்தியின் மின்னூட்டமும் அதிகரிக்கிறது. கடத்தி எவ்வளவு வலுவும் ஏதாவது ஒரு மின்னூட்டம், மின்னூட்டம் மின்னூட்டத்திற்கு போலி விக்கத்தில் அடையும்தான். ஏதாவது ஒரு மின்னூட்டம் உள்ள மின்னூட்டம் Q எனவும், மின்னூட்டம் V எனவும் ஏதாவது

$$Q \propto V \quad - (1)$$

அல்லது $Q = CV \quad - (2)$

இந்த C என்பது ஒரு மாறலி. இதன் மதிப்பு கடத்தியின் தன்மையையும், அதன் கட்டிடத்தின் உள்ளகத்தையும் சார்ந்தது. இந்த மாறலையையே மின்னூட்டத்திற்கு சிறப்பாக C எனப்பர்.

$$\therefore C = Q/V \quad - (3)$$

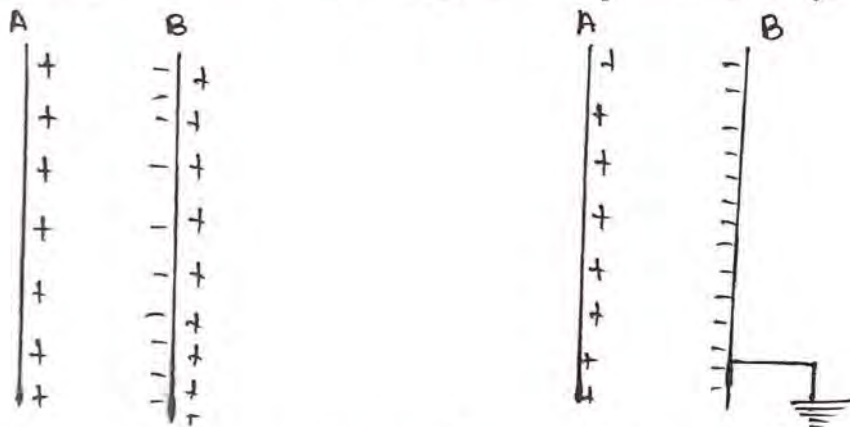
மின்னூட்டத்திற்கு = மின்னூட்டம் / மின்னூட்டம்

எனவே, மின்னூட்டத்திற்கு என்பது மின்னூட்டத்திற்கும் மின்னூட்டத்திற்கும் உள்ள தகவலும்.

மனிதேகீகியான் சதீகுவம் (Principle of a capacitor)

கடதீகி A றீகி தநா மனீகூடலம் + Q கூயும் தகாருகீகீயகம் துபாகூ . அதன் மனீகூகூதகம் V தண்ணி A றீ மனீகேகீகி கிறன் $C = Q/V$ தாரல.

கடதீகி A றீகி அதகல் தீத துபாணீய கடதீகி துதண அதமதீகூ , தீதலதவனாயல் மனீகடதீகாய் துபாருள் தவயீதாத ததாணீதூயம் . தூணீயல் தாரணமாத A றீகி அதகல் அதமதீகூள்ள தனீ தகீகதீகிலி ததாள் மனீகூடலமுல் அததீகி தகீகதீகிலி தநா மனீகூடலமுல் ததாணீயகாறக -



தூணீயீயல ததாள் மனீகூடலம் A றீ மனீகூகூதீகீகீகூ குறகீகீகூ . தூணல் தநா மனீகூடலம் மனீகூகூதீகீகீகூ அதிகரகீகூகூ . ததாள் மனீகூடலம் அதகல் துதயீதாலி , தீதன் தவணாய தநா மனீகூடலதீகூதவில அதிகமாதம் - தணதவ A றீ திகர மனீகூகூதீகீகீகூ குறகாறக . துததவ A யணை மீணீடும் துததவ மனீகூகூதீகி திலைகீகீகீகீ தகாணீடுவர தமதூயம் மனீகூடலம் தகாருகீகி துணீடும் . A ல் துயீதூபாருள்ள மனீகூடலம் Q₁ தண்ணி

$$C_1 = Q_1 / v$$

$$Q_1 > Q$$

எனவே

$$C_1 > C$$

கீழ்வாறு A ன்റെ அடுகல் மற்ற்றாடு கட்ச்சி அமைக்கப்ப்டும் போது A ன் மண்ெடுக்க்ச்சிறண் அதிகமாகற் றக .

கட்ச்சி B ஁ தற்றயய்ப்ப்டம் போது ஁ண்ெடும் எற் மண்ெடும் தற்றய அடைகற் றக . எனவே A ன் மண்ெடுக்க்ச்சம் அதிகமாக தற்றகற் றக . எனவே A ஁ பற்றய மண்ெடுக்க்ச்சற்ற்ற் றகாண்ெட வற் அதிகப்பற்றண மண்ெடும் றகாடுக்க ஁ண்ெடும் A ன் றகாடுக்கப்ப்டம் மண்ெடும் Q₂ என்ச்சி றகாண்ெடும் .

$$A \text{ ன் மண்ெடுக்க்ச்சிறண் } C_2 = Q_2 / v$$

$$Q_2 > Q_1 > Q$$

எனவே

$$C_2 > C_1 > C$$

கீழ்வாறு தற்றயய்ப்பட் கட்ச்சியை மண்ெடப்ப்பட் கட்ச்சிற்ற் அடுகல் றகாண்ெடும் போது கட்ச்சியண் மண்ெடுக்க்ச்சிறண் அதிகமாகற் றக . கட்ச்சியண் மண்ெடுக்க்ச்சிறண் அதிகமாக்ச்சம் சாத்றதற்ற் மண்ெடுக்க்ச்சி என்பற் .

எனவே மண்ெடுக்க்ச்சி என்பற் ஁டு கட்ச்சிகளாண் அண்

யண் மண்ெடப்ப்பட் மற்ற்ற் தற்றயய்ப்பட்

஁டுக்க்ச்சம் .

மின்தூண்டியில் மின்சேமிக்கப்பட்டுள்ள ஆற்றல் :-

(Energy of charged capacitor)

ஒரு கடிக்ரிய மின்னூட்டவகைத் தகவியியல் வேண்டிய வேகையான அளவு மின்னூட்டியில் கடிக்ரியம் ஆற்றலாகும். ஒரு கடிக்ரிக்ரிக் தகவகிக்ரிக்ரிக்ரிக் மின்னூட்டம் q ணவும் கிக்ரிக்ரிக்ரிக்ரிக் V ணவும் தகவகிக்ரிக்ரிக்ரிக். கிக்ரிக்ரிக்ரிக்ரிக் dq மின்னூட்டம் தகவகிக்ரிக்ரிக்ரிக் கடிக்ரியம் மின்னூட்டிக்ரிக்ரிக் Vdq ஆல் வேகைய தகவியியல் வேகையம். கடிக்ரிக்ரிக்ரிக்ரிக் தகவகிக்ரிக்ரிக்ரிக் வேண்டிய தகவகிக்ரிக்ரிக்ரிக் Q ணவும் தகவியியல் வேகைய தகவகிக்ரிக்ரிக்ரிக்.

$$W = \int_0^Q V dq \quad - (1)$$

கடிக்ரியம் மின்சேமிக்கிக்ரிக்ரிக் C ணகிக்ரிக்ரிக்ரிக்

$$V = q/c \quad - (2)$$

$$W = \int_0^Q (q/c) \cdot dq = \frac{1}{2} Q^2 / c \quad \text{ஆல்} - (3)$$

கடிக்ரிய மின்னூட்டவகைத் தகவியியல் வேகைய திக்ரிக்ரிக்ரிக்ரிக்ரிக் அளவுகிக்ரிக்ரிக். ணவே கடிக்ரியம் ஆற்றல்

$$E = \frac{1}{2} Q^2 / c \quad \text{ஆல்} - (4)$$

உணர்வு $Q = CV$

$E = \frac{1}{2} Q^2 / C = \frac{1}{2} CV^2$ ஜூல் — (5)

Also $C = Q/V$

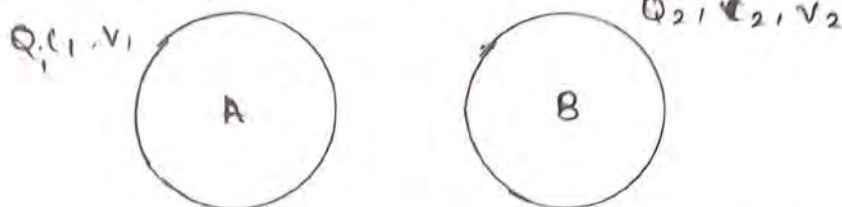
$E = \frac{1}{2} Q^2 / C = \frac{1}{2} QV$ Joule → (6)

மின்சேர்க்கையின் ஆற்றல்

$E = \frac{1}{2} Q^2 / C = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} QV$ — (7)

மின்சேர்க்கை பகிர்வு மற்றும் ஆற்றல் இழப்பும்
(Sharing of charges and loss of energy)

மின்சேர்க்கைக் கிறான்கள் C_1, C_2 வகையில் A, B என்ற கலக்கிகளைக் கருதுவோம். முன்பு சேமிக்கப்பட்ட மின்சேர்க்கைகள் Q_1, Q_2 எனவும் மின்னழுத்தங்கள் V_1, V_2 எனவும் வகைப்படுத்தலாம்.



மின்சேர்க்கை A இன் ஆற்றல் = $\frac{1}{2} C_1 V_1^2$ Joule

மின்சேர்க்கை B இன் ஆற்றல் = $\frac{1}{2} C_2 V_2^2$ Joule

மொத்த ஆற்றல் $E_1 = \frac{1}{2} (C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2)$ — (8)

இரு கலக்கிகளும் ஒரு கம்பியால் இணைக்கப்படும் போது உயர் மின்னழுத்தமுள்ள கலக்கியிலிருந்து மின்சேர்க்கை இழந்து மின்னழுத்தமுள்ள கலக்கிக் குறைகிறது. இது கலக்கிகளும்

ഒരു ശീതകമ്പിതം ഉപയോഗിച്ച്

ശീതകമ്പിതം $Q = Q_1 + Q_2$

ശീതകമ്പിതം $C = C_1 + C_2$

$$V = (Q_1 + Q_2) / (C_1 + C_2)$$

അതായത്

$$Q_1 = C_1 V_1, \quad Q_2 = C_2 V_2$$

$$V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2} \quad \text{--- (2)}$$

ഒരു കമ്പിതം ഉപയോഗിച്ച് ശീതകമ്പിതം E_2 പറ്റി

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

$$E_2 = \frac{1}{2} (C_1 + C_2) \left[\frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2} \right]^2$$

$$E_2 = \frac{1}{2} \frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{C_1 + C_2} \quad \text{--- (3)}$$

പരിഷ്കാരം $E_1 - E_2$

$$E_1 - E_2 = \frac{1}{2} \left[C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2 - \frac{(C_1 V_1 + C_2 V_2)^2}{C_1 + C_2} \right]$$

$$E_1 - E_2 = \frac{1}{2} \left[C_1 V_1^2 + C_2 V_2^2 - \frac{C_1^2 V_1^2 + C_2^2 V_2^2}{C_1 + C_2} \right]$$

$$E_1 - E_2 = \frac{1}{2} \left[\frac{C_1 V_1^2 + C_1 C_2 V_1^2 + C_1 C_2 V_2^2 + C_2^2 V_2^2 - C_1^2 V_1^2 - C_2^2 V_2^2 - 2 C_1 C_2 V_1 V_2}{C_1 + C_2} \right]$$

$$E_1 - E_2 = \frac{1}{2} \left[\frac{C_1 C_2 (V_1^2 + V_2^2 - 2V_1 V_2)}{C_1 + C_2} \right]$$

$$E_1 - E_2 = \frac{1}{2} \frac{C_1 C_2 (V_1 - V_2)^2}{C_1 + C_2} \quad \text{Joule - 4}$$

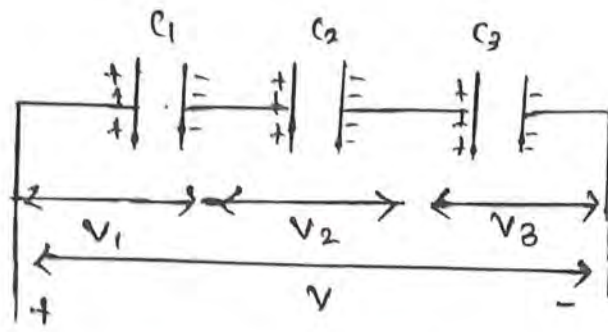
V_1, V_2 ஆகியவற்றின் மத்திய எவ்வாறு உகந்தமாக $(V_1 - V_2)^2$ ன் மத்திய எப்போதும் நேரிடாது என்பதைக் காட்டுக. $E_1 > E_2$ எனவே ஒரு கடிகாரம் இணைக்கப்படும் போது ஆற்றல் இழப்பு ஏற்படுகிறது. இந்த இழப்பு எவ்வளவு ஆற்றலாக மாறுகிறது.

மின்சேர்க்கைகள் தொடர் இணைப்பில் மற்றும் பக்க இணைப்பில் (Capacitors in series and parallel)

i) தொடரிணைப்பில் மின்சேர்க்கைகள்

C_1, C_2, C_3 எனும் மின்சேர்க்கைகளைக் கொண்டு சீரிசை மின்சேர்க்கைகள் (புழு) தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளதாகக் கருதுவோம். தொடரிணைப்பில் தொடர்பு முழுமைக்கும் உட்படுத்தப்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு V என்க. ஒவ்வொரு மின்சேர்க்கையும் சம மின்னூட்ட அளவு q கொண்டிருக்கிறது. C_1, C_2, C_3 கீகை உட்படுத்த வேறுபாடுகள் V_1, V_2, V_3 என்க. ஆகவே

$$V = V_1 + V_2 + V_3 -$$



രീതാപ്രിതരണപ്ലഡ് മിനീഭക്തകകന്

ഘൃതവരത മിനീഭക്തകകഡന് തിരഡഭഡ മനീര മന്തരതൃത
 വേനൃഡരത

$$V_1 = \frac{q}{C_1}, V_2 = \frac{q}{C_2}, V_3 = \frac{q}{C_3}$$

$$V = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3} = q \left[\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right]$$

രീതാപ്രിതരണപ്ലഡ് തതാകൃതഡന് തതാകൃതഡന് മിനീഭക്തകകൃതന്
 C_s തരന്ത അതൃത V മിനീരതൃതമ് അനകൃതൃതമ്
 ഡരത. q മിനീരതൃതകൃതൃത തതരതൃത.

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

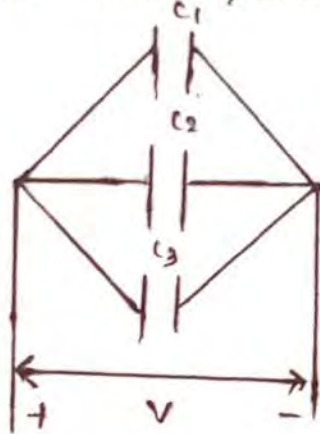
$$\frac{q}{C_s} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3}$$

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

തരതര ഡര മിനീഭക്തകകന് തതാപ്രിതരണപ്ലഡ് തിരതരതകൃതൃത
 ഡരത ഡരത, തതാകൃതഡന് മിനീഭക്തകകൃതൃത തതരതൃത തതരതൃതകൃതൃത

தரைகீழான மின்சேதக்கானால் மின்சேதக்கீழ் கிறான்களால்
 தலைகீழ் மதிப்புகளால் கூடுதல் தொகைக்கீழ் சமம்.

(ii) பக்க இணைப்பில் மின்சேதக்கானால்



பக்க இணைப்பில் மின்சேதக்கானால்

C_1, C_2, C_3 என்ற மின்சேதக்கீழ் கிறான்கள் தொகையில்
 சீரற்ற மின்சேதக்க (படம்) பக்க இணைப்பில் இணைக்கப்
 பட்டானதாகக் கருதலாம். இவ்வணைப்பில் எவ்வ
 பகுதியிலும் மின்சேதக்கீழ் வேறுபாடு V எனிக. ஒவ்வொரு
 மின்சேதக்கானால் மின்சேதக்கீழ் வேறுபாடும் சமமாக
 இருக்கும். சீரற்ற மின்சேதக்கானாலும் உள்ள மின்சேதக்க
 -கள்.

$$q_1 = C_1 V, \quad q_2 = C_2 V, \quad q_3 = C_3 V$$

மின்சேதக்கானால் தொகையின் தொகீழ்

மின்சேதக்கானால்

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$q = C_1 V + C_2 V + C_3 V$$

ജ്ഞാതീ $Q = C_p \cdot V$ ജ്ഞാതീ (p ധാരണയ്ക്കു തൊഴുതീയ്ക്കു
 തൊഴുതീയ്ക്കു മിന്നിത്തൊഴുതീയ്ക്കു ജ്ഞാതീ.

$$\therefore C_p V = V (C_1 + C_2 + C_3)$$

$$C_p V = C_1 + C_2 + C_3$$

തൊഴുതീയ്ക്കു പരീയ്ക്കു തൊഴുതീയ്ക്കു തൊഴുതീയ്ക്കു തൊഴുതീയ്ക്കു
 മിന്നിത്തൊഴുതീയ്ക്കു തൊഴുതീയ്ക്കു മിന്നിത്തൊഴുതീയ്ക്കു.
 തൊഴുതീയ്ക്കു മിന്നിത്തൊഴുതീയ്ക്കു മിന്നിത്തൊഴുതീയ്ക്കു തൊഴുതീയ്ക്കു
 തൊഴുതീയ്ക്കു തൊഴുതീയ്ക്കു തൊഴുതീയ്ക്കു.

CURRENT ELECTRICITY AND NUCLEAR PHYSICS

Kirchhoff's law – Wheatstone's bridge – Metre Bridge – Carey foster's bridge – Measurement of specific resistance – Potentiometer – Calibration of low range voltmeter

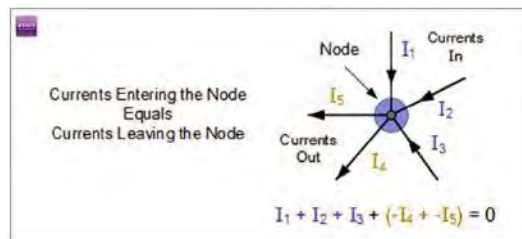
Nucleus – Nuclear Size – Charge – Mass and Spin – Shell Model – Nuclear fission and fusion – Liquid drop model – Binding energy – Mass defect

KIRCHHOFF'S RULES

Ohm's law is useful only for simple circuits. For more complex circuits, Kirchhoff's rules can be used to find current and voltage. There are two generalized rules: i) Kirchhoff's current rule ii) Kirchhoff's voltage rule.

Kirchhoff's first rule (Current rule or Junction rule)

It states that the algebraic sum of the currents at any junction of a circuit is zero. It is a statement of conservation of electric charge. All charges that enter a given junction in a circuit must leave that junction since charge cannot build up or disappear at a junction. Current entering the junction is taken as positive and current leaving the junction is taken as negative.



$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

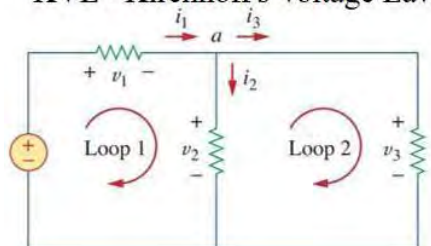
(or)

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

Kirchhoff's Second rule (Voltage rule or Loop rule)

It states that in a closed circuit the algebraic sum of the products of the current and resistance of each part of the circuit is equal to the total emf included in the circuit. This rule follows from the law of conservation of energy for an isolated system (The energy supplied by the emf sources is equal to the sum of the energy delivered to all resistors). The product of current and resistance is taken as positive when the direction of the current is followed. Suppose if the direction of current is opposite to the direction of the loop, then product of current and voltage across the resistor is negative. The emf is considered positive when proceeding from the negative to the positive terminal of the cell. Kirchhoff voltage rule has to be applied only when all currents in the circuit reach a steady state condition (the current in various branches are constant).

KVL - Kirchhoff's Voltage Law

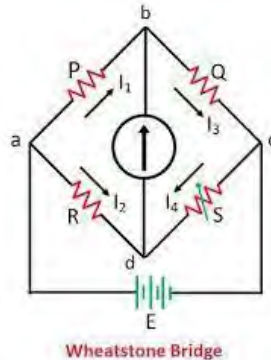


Wheatstone's bridge

An important application of Kirchhoff's rules is the Wheatstone's bridge. It is used to compare resistances and also helps in determining the unknown resistance in electrical network. The bridge consists of four resistances P, Q, R and S connected as shown in Figure 2.25. A galvanometer G is connected between the points B and D. The battery is connected between the points A and C. The current through the galvanometer is I_G and its resistance is G. Applying Kirchhoff's current rule to junction B, $I_1 - I_G - I_3 = 0$; Applying Kirchhoff's current rule to junction D, $I_2 + I_G - I_4 = 0$.

Applying Kirchhoff's voltage rule to loop ABDA, $I_1P + I_GG - I_2R = 0$

Applying Kirchhoff's voltage rule to loop ABCDA, $I_1P + I_3Q - I_4S - I_2R = 0$



When the points B and D are at the same potential, the bridge is said to be balanced. As there is no potential difference between B and D, no current flows through galvanometer ($I_G = 0$). Substituting $I_G = 0$ in equation we get $I_1 = I_3$; $I_2 = I_4$; $I_1P = I_2R$

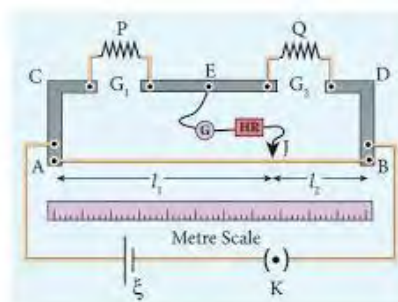
Substituting the equations in above equation: $I_1P + I_1Q - I_2S - I_2R = 0$; $I_1(P + Q) = I_2(R + S)$

Dividing both equations we get: $\frac{P+Q}{P} = \frac{R+S}{R}$; $1 + \frac{Q}{P} = 1 + \frac{S}{R} \Rightarrow \frac{Q}{P} = \frac{S}{R} \Rightarrow \frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$. This is the bridge balance condition.

Only under this condition, galvanometer shows null deflection. Suppose we know the values of two adjacent resistances, the other two resistances can be compared. If three of the resistances are known, the value of unknown resistance (fourth one) can be determined.

Meter bridge

The meter bridge is another form of Wheatstone's bridge. It consists of a uniform manganin wire AB of one meter length. This wire is stretched along a meter scale on a wooden board between two copper strips C and D. Between these two copper strips another copper strip E is mounted to enclose two gaps G1 and G2 as shown in Figure. An unknown resistance P is connected in G1 and a standard resistance Q is connected in G2. A jockey (conducting wire) is connected to the terminal E on the central copper strip through a galvanometer (G) and a high resistance (HR). The exact position of jockey on the wire can be read on the scale. A Leclanche cell and a key (K) are connected across the ends of the bridge wire.



The position of the jockey on the wire is adjusted so that the galvanometer shows zero deflection. Let the point be J. The lengths AJ and JB of the bridge wire now replace the resistance R and S of the Wheatstone's bridge.

$$\text{Then } \frac{P}{Q} = \frac{R}{S} = \frac{R'AJ}{R'JB}$$

where R' is the resistance per unit length of wire

$$\frac{P}{Q} = \frac{AJ}{JB} = \frac{l_1}{l_2}$$

$$P = Q \frac{l_1}{l_2};$$

The bridge wire is soldered at the ends of the copper strips. Due to imperfect contact, some resistance might be introduced at the contact. These are called end resistances. This error can be eliminated, if another set of readings are taken with P and Q interchanged and the average value of P is found.

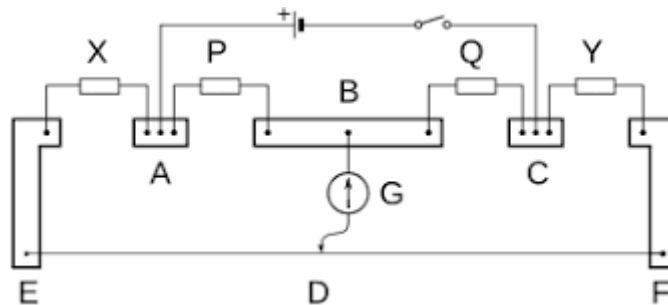
To find the specific resistance of the material of the wire in the coil P, the radius r and length l of the wire is measured. The specific resistance or resistivity ρ can be calculated using the relation Resistance = $\rho l/A$

By rearranging the above equation, we get $\rho = \text{Resistance} \times A/l$

If P is the unknown resistance equation becomes, $\rho = P \times \pi r^2 / l$

Carey Foster's bridge

The **Carey Foster bridge** is a [bridge circuit](#) used to measure medium resistances, or to measure small differences between two large resistances. It was invented by [Carey Foster](#) as a variant on the [Wheatstone bridge](#). He first described it in his 1872 paper "On a Modified Form of Wheatstone's Bridge, and Methods of Measuring Small Resistances". In the adjacent diagram, X and Y are resistances to be compared. P and Q are nearly equal resistances, forming the other half of the bridge. The bridge wire EF has a jockey contact D placed along it and is slid until the galvanometer G measures zero. The thick-bordered areas are thick copper [busbars](#) of almost zero resistance.



1. Place a known resistance in position Y.
2. Place the unknown resistance in position X.
3. Adjust the contact D along the bridge wire EF so as to null the galvanometer. This position (as a percentage of distance from E to F) is l_1 .
4. Swap X and Y. Adjust D to the new null point. This position is l_2 .
5. If the resistance of the wire per percentage is σ , then the resistance difference is the resistance of the length of bridge wire between l_1 and l_2 : $X - Y = \sigma (l_2 - l_1)$

To measure a low unknown resistance X, replace Y with a copper busbar that can be assumed to be of zero resistance.

In practical use, when the bridge is unbalanced, the galvanometer is shunted with a low resistance to avoid burning it out. It is only used at full sensitivity when the anticipated measurement is close to the null point.

To measure σ : To measure the unit resistance of the bridge wire EF, put a known resistance (e.g., a standard 1 ohm resistance) that is less than that of the wire as X, and a copper busbar of assumed zero resistance as Y.

Theory: Two resistances to be compared, X and Y, are connected in series with the bridge wire. Thus, considered as a Wheatstone bridge, the two resistances are X plus a length of bridge wire, and Y plus the remaining bridge wire. The two remaining arms are the nearly equal resistances P and Q, connected in the inner gaps of the bridge.

Let l_1 be the null point D on the bridge wire EF in percent. α is the unknown left-side extra resistance EX and β is the unknown right-side extra resistance FY, and σ is the resistance per percent length of the bridge wire:

$$P/Q = X + \sigma(l_1 + \alpha) / y + \sigma(100 - l_1 + \beta)$$

and add 1 to each side:

$$P/Q + 1 = X + Y + \sigma(100 + \alpha + \beta) / y + \sigma(100 - l_1 + \beta)$$

Now swap X and Y. l_2 is the new null point reading in percent:

$$P/Q = Y + \sigma(l_2 + \alpha) / x + \sigma(100 - l_2 + \beta)$$

and add 1 to each side:

$$P/Q + 1 = X + Y + \sigma(100 + \alpha + \beta) / x + \sigma(100 - l_2 + \beta)$$

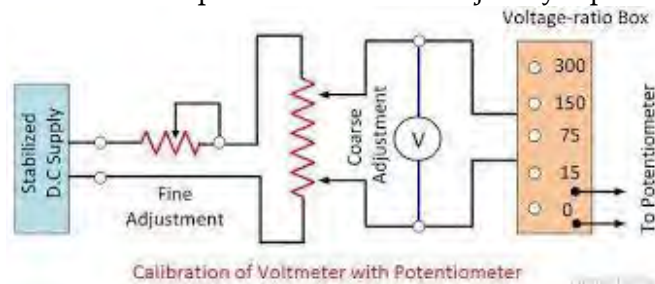
Equations 1 and 2 have the same left-hand side and the same numerator on the right-hand side, meaning the denominator on the right-hand side must also be equal:

$$Y + \sigma(100 - l_1 + \beta) = x + \sigma(100 - l_2 + \beta) ; x - y = \sigma(l_2 - l_1)$$

Thus: the difference between X and Y is the resistance of the bridge wire between l_1 and l_2 . The bridge is most sensitive when P, Q, X and Y are all of comparable magnitude.

Potentiometer

Potentiometer is used for the accurate measurement of potential differences, current and resistances. It consists of ten meter long uniform wire of manganin or constantan stretched in parallel rows each of 1 meter length, on a wooden board. The two free ends A and B are brought to the same side and fixed to copper strips with binding screws. A meter scale is fixed parallel to the wire. A jockey is provided for making contact.



The principle of the potentiometer is illustrated in Figure 2.27. A steady current is maintained across the wire CD by a battery Bt . The battery, key and the potentiometer wire are connected in series forms the primary circuit. The positive terminal of a primary cell of emf ξ is connected to the point C and negative terminal is connected to the jockey through a galvanometer G and a high resistance HR. This forms the secondary circuit.

Let contact be made at any point J on the wire by jockey. If the potential difference across CJ is equal to the emf of the cell ξ then no current will flow through the galvanometer and it will show zero deflection. CJ is the balancing length l . The potential difference across CJ is equal to Irl where I is the current flowing through the wire and r is the resistance per unit length of the wire. Hence $\xi = Irl$; Since I and r are constants, $\xi \propto l$. The emf of the cell is directly proportional to the balancing length.

Calibration of low range voltmeter:

Observations measured from voltmeter is errorful due to different reasons:

- (i) In built mechanical error,
- (ii) Parallax error,
- (iii) Unsymmetrically in the spring of voltmeter etc. Potentiometer can increase precise value of potential difference. Checking the errors of observations of voltmeter by potentiometer is known as Calibration of Voltmeter. In figure. necessary circuit diagram is shown for calibration of voltmeter. Primary circuit is usually connected as section before. In secondary circuit positive terminal of standard cell is connected at point A (high potential end) while negative terminal is connected with the terminal 1 of two way key. In this circuit other cell ϵ , rheostat R_{h2} , key K_2 and resistance box (R.B.) is connected in series as shown in figure. The high potential end of R.B. is connected at A while lower potential end is connected at the terminal 3 of two way key. The voltmeter which is to be calibrated should be connected across the ends of R.B. The middle terminal of two way key is connected with the one end of galvanometer (G) and other end of (G) is connected with jockey.

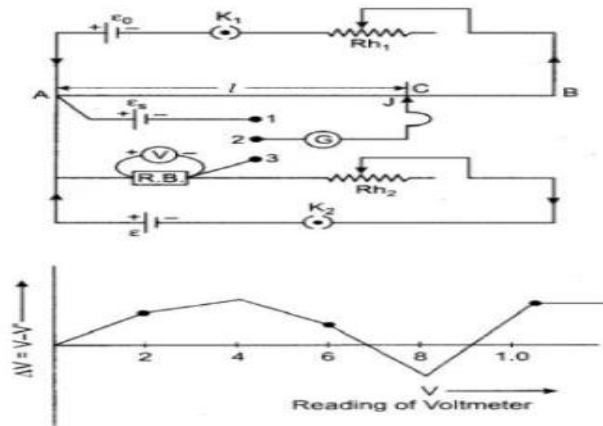


Fig. 6.18

Working : Firstly we completed the primary circuit and insert the plug between terminal 1 and 2 and by the help of jockey finding balancing length l_0 for the standard cell ϵ_S

$$\epsilon_S = k l_0 \text{ or } k = \epsilon_S / l_0 \dots (1)$$

k is potential gradient.

By the standardisation of cell, then find out k .

Now eliminate the plug between 1 and 2 and insert it between 2 and 3. Now key K_2 be closed and suitable resistance out from R.B. By the help of R_{h2} necessary current pass through the resistance and takes the deflection in voltmeter, which is V . It is errorful observation, corresponding to V . Find out the real value of potential difference by potentiometer. Find the balancing length l_2 . Now by the principle of potentiometer the real value of potential difference

$$V' = k l_2$$

$$V' = (\epsilon_S / l_0) l_2 \dots (2)$$

Error in the observation of voltmeter

$$\Delta V = V - V'$$

By the help of R.B. and R_{h2} , observe different values of voltmeter and for it find corresponding values of potential difference by potentiometer. Now taking difference of V (observations of voltmeter) and V' (potential difference by potentiometer) we can find error in it

$$\Delta V = V - V'$$

Calibration Curve : A graph is plotted between the readings of voltmeter and the corresponding errors. This graph is called calibration curve of the voltmeter. The graph has been no definite shape. The any graph of calibration is shown in figure.

NUCLEUS

Composition of nucleus

Atoms have a nucleus surrounded by electrons. The nucleus contains protons and neutrons. The neutrons are electrically neutral ($q = 0$) and the protons have positive charge ($q = +e$) equal in magnitude of the charge of the electron ($q = -e$). **The number of protons in the nucleus is called the atomic number** and it is denoted by Z . The number of neutrons in the nucleus is called neutron number (N). **The total number of neutrons and protons in the nucleus is called the mass number** and it is denoted by A . Hence, $A = Z + N$.

The two constituents of nucleus namely neutrons and protons, are collectively called nucleons. The mass of a proton is 1.67×10^{-27} kg which is roughly 1836 times the mass of the electron. The mass of a neutron is slightly greater than the mass of the proton and it is equal to 1.67×10^{-27} kg.

To specify the nucleus of any element, we use the following general notation: ${}^A X_Z$

Where X is the chemical symbol of the element, A is the mass number and Z is the atomic number.

Nuclear Size

The alpha particle scattering experiment and many other measurements using different methods have been carried out on the nuclei of various atoms. The nuclei are found to be approximately spherical in shape. It is experimentally found that radius of nuclei for $Z > 10$, satisfies the following empirical formula $R = R_0 A^{1/3}$

Here A is the mass number of the nucleus and the constant $R_0 = 1.2$ F, where $1 \text{ F} = 1 \times 10^{-15} \text{ m}$. The unit fermi (F) is named after Enrico Fermi.

Nuclear charge: Effective nuclear charge (often symbolized as Z_{eff} or Z_{eff}) is the net positive charge experienced by an electron in a polyelectronic atom. The term "effective" is used because the shielding effect of negatively charged electrons prevents higher orbital electrons from experiencing the full nuclear charge of the nucleus due to the repelling effect of inner-layer electrons. The effective nuclear charge experienced by the electron is also called the core charge. It is possible to determine the strength of the nuclear charge by the oxidation number of the atom. Most of the physical and chemical properties of the elements can be explained on the basis of electronic configuration. Consider the behavior of ionization energies in the periodic table. It is known that the magnitude of ionization potential depends upon the following factors:

- (a) Size of atom;
- (b) The nuclear charge;
- (c) The screening effect of the inner shells, and;
- (d) The extent to which the outermost electron penetrates into the charge cloud set up by the inner lying electron.

Nuclear Spin

It is common practice to represent the total angular momentum of a nucleus by the symbol I and to call it "nuclear spin". For electrons in atoms we make a clear distinction between electron **spin** and electron orbital angular momentum, and then combine them to give the total angular momentum.

Liquid drop model

One of the first models which could describe very well the behavior of the nuclear binding energies and therefore of nuclear masses was the mass formula of **von Weizsäcker** (also called **the semi-empirical mass formula – SEMF**), that was published in 1935 by German physicist **Carl Friedrich von Weizsäcker**. This theory is based on **the liquid drop model** proposed by **George Gamow**.

According to this model, the atomic nucleus behaves **like the molecules in a drop** of liquid. But in this nuclear scale, the fluid is made of nucleons (protons and [neutrons](#)), which are held together by **the strong nuclear force**. The liquid drop model of the nucleus takes into account the fact that the nuclear forces on the nucleons on the surface are different from those on nucleons in the interior of the nucleus. The **interior nucleons are completely surrounded** by other attracting nucleons. Here is the analogy with the forces that form a drop of liquid.

In the ground state the nucleus is **spherical**. If the sufficient kinetic or binding energy is added, this spherical nucleus may be distorted into a **dumbbell shape** and then may be splitted into **two fragments**. Since these fragments are a more stable configuration, the splitting of such heavy nuclei must be accompanied by **energy release**. This model does not explain all the properties of the atomic nucleus, but does explain the predicted nuclear binding energies.

Similarities between liquid drop and nucleus:

The density of the **liquid drop** is independent of its volume, similarly the density of the **nucleus** is independent of its volume, i.e mass number. ... The nuclear force is short range force, similarly as that of **liquid drop** in which intermolecular forces are short range forces.

$$E_B = a_v A - a_s A^{2/3} - a_A \frac{(A-2Z)^2}{A^{1/3}} - a_c \frac{Z(Z-1)}{A^{1/3}} + \delta(A, Z)$$

Volume term	Surface term	Asymmetry term	Coulomb term	Pairing term
-------------	--------------	----------------	--------------	--------------

For pairing term:

$$\delta(A, Z) = \begin{cases} +\delta_o & A, Z \text{ even} \\ 0 & A \text{ odd} \\ -\delta_o & A, Z \text{ odd} \end{cases}$$

where $\delta_o = \frac{a_p}{A^{1/2}}$

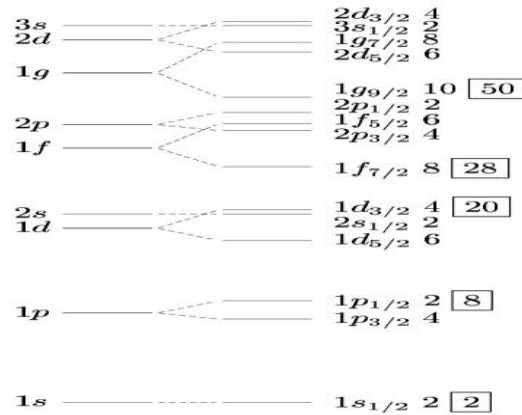
Coefficients
$a_v = 15.85 \text{ MeV}$
$a_s = 18.34 \text{ MeV}$
$a_A = 23.21 \text{ MeV}$
$a_c = 0.714 \text{ MeV}$
$a_p = 12.00 \text{ MeV}$

neutron + spherical
spheroidal
dumbbells shape
splitted into two droplets

Shell Model

In nuclear physics and nuclear chemistry, the **nuclear shell model** is a model of the atomic nucleus which uses the Pauli exclusion principle to describe the structure of the nucleus in terms of energy levels.^[1] The first shell model was proposed by Dmitry Ivanenko (together with E. Gapon) in 1932. The model was developed in 1949 following independent work by several physicists, most notably Eugene Paul Wigner, Maria Goeppert Mayer and J. Hans D. Jensen, who shared the 1963 Nobel Prize in Physics for their contributions.

The shell model is partly analogous to the atomic shell model which describes the arrangement of electrons in an atom, in that a filled shell results in greater stability. When adding nucleons (protons or neutrons) to a nucleus, there are certain points where the binding energy of the next nucleon is significantly less than the last one. This observation, that there are certain magic numbers of nucleons (**2, 8, 20, 28, 50, 82, 126**) which are more tightly bound than the next higher number, is the origin of the shell model.



The shells for protons and for neutrons are independent of each other. Therefore, "magic nuclei" exist in which one nucleon type or the other is at a magic number, and "doubly magic nuclei", where both are. Due to some variations in orbital filling, the upper magic numbers are 126 and, speculatively, 184 for neutrons but only 114 for protons, playing a role in the search for the so-called island of stability. Some semi-magic numbers have been found, notably $Z = 40$ giving nuclear shell filling for the various elements; 16 may also be a magic number.^[2]

In order to get these numbers, the nuclear shell model starts from an average potential with a shape something between the square well and the harmonic oscillator. To this potential, a spin orbit term is added. Even so, the total perturbation does not coincide with experiment, and an empirical spin orbit coupling must be added with at least two or three different values of its coupling constant, depending on the nuclei being studied. Nevertheless, the magic numbers of nucleons, as well as other properties, can be arrived at by approximating the model with a three-dimensional harmonic oscillator plus a spin-orbit interaction. A more realistic but also complicated potential is known as Woods–Saxon potential.

Magic Numbers

Together with the spin-orbit interaction, and for appropriate magnitudes of both effects, one is led to the following qualitative picture: At all levels, the highest j states have their energies shifted downwards, especially for high n (where the highest j is high). This is both due to the negative spin-orbit interaction energy and to the reduction in energy resulting from deforming the potential to a more realistic one. The second-to-highest j states, on the contrary, have their energy shifted up by the first effect and down by the second effect, leading to a small overall shift. The shifts in the energy of the highest j states can thus bring the energy of states of one level to be closer to the energy of states of a lower level. The "shells" of the shell model are then no longer identical to the levels denoted by n , and the magic numbers are changed.

We may then suppose that the highest j states for $n = 3$ have an intermediate energy between the average energies of $n = 2$ and $n = 3$, and suppose that the highest j states for larger n (at least up to $n = 7$) have an energy closer to the average energy of $n-1$. Then we get the following shells (see the figure)

- 1st shell: 2 states ($n = 0, j = 1/2$).
- 2nd shell: 6 states ($n = 1, j = 1/2$ or $3/2$).
- 3rd shell: 12 states ($n = 2, j = 1/2, 3/2$ or $5/2$).
- 4th shell: 8 states ($n = 3, j = 7/2$).
- 5th shell: 22 states ($n = 3, j = 1/2, 3/2$ or $5/2$; $n = 4, j = 9/2$).
- 6th shell: 32 states ($n = 4, j = 1/2, 3/2, 5/2$ or $7/2$; $n = 5, j = 11/2$).
- 7th shell: 44 states ($n = 5, j = 1/2, 3/2, 5/2, 7/2$ or $9/2$; $n = 6, j = 13/2$).

- 8th shell: 58 states ($n = 6, j = \frac{1}{2}, \frac{3}{2}, \frac{5}{2}, \frac{7}{2}, \frac{9}{2}$ or $\frac{11}{2}$; $n = 7, j = \frac{15}{2}$). and so on.

Note that the numbers of states after the 4th shell are doubled triangular numbers *plus two*. Spin-orbit coupling causes so-called 'intruder levels' to drop down from the next higher shell into the structure of the previous shell. The sizes of the intruders are such that the resulting shell sizes are themselves increased to the very next higher doubled triangular numbers from those of the harmonic oscillator. For example, 1f2p has 20 nucleons, and spin-orbit coupling adds 1g9/2 (10 nucleons) leading to a new shell with 30 nucleons. 1g2d3s has 30 nucleons, and addition of intruder 1h11/2 (12 nucleons) yields a new shell size of 42, and so on.

The magic numbers are then

- 2
- 8=2+6
- 20=2+6+12
- 28=2+6+12+8
- 50=2+6+12+8+22
- 82=2+6+12+8+22+32
- 126=2+6+12+8+22+32+44
- 184=2+6+12+8+22+32+44+58

and so on. This gives all the observed magic numbers, and also predicts a new one (the so-called island of stability) at the value of 184 (for protons, the magic number 126 has not been observed yet, and more complicated theoretical considerations predict the magic number to be 114 instead).

Another way to predict magic (and semi-magic) numbers is by laying out the idealized filling order (with spin-orbit splitting but energy levels not overlapping). For consistency s is split into $j = 1/2$ and $j = -1/2$ components with 2 and 0 members respectively. Taking leftmost and rightmost total counts within sequences marked bounded by / here gives the magic and semi-magic numbers.

- $s(2,0)/p(4,2) > 2,2/6,8$, so (semi)magic numbers 2,2/6,8
- $d(6,4):s(2,0)/f(8,6):p(4,2) > 14,18:20,20/28,34:38,40$, so 14,20/28,40
- $g(10,8):d(6,4):s(2,0)/h(12,10):f(8,6):p(4,2) > 50,58,64,68,70,70/82,92,100,106,110,112$, so 50,70/82,112
- $i(14,12):g(10,8):d(6,4):s(2,0)/j(16,14):h(12,10):f(8,6):p(4,2) > 126,138,148,156,162,166,168,168/184,198,210,220,228,234,238,240$, so 126,168/184,240

The rightmost predicted magic numbers of each pair within the quartets bisected by / are double tetrahedral numbers from the Pascal Triangle: 2, 8, 20, 40, 70, 112, 168, 240 are $2 \times 1, 4, 10, 20, 35, 56, 84, 120, \dots$, and the leftmost members of the pairs differ from the rightmost by double triangular numbers: $2 - 2 = 0, 8 - 6 = 2, 20 - 14 = 6, 40 - 28 = 12, 70 - 50 = 20, 112 - 82 = 30, 168 - 126 = 42, 240 - 184 = 56$, where 0, 2, 6, 12, 20, 30, 42, 56, ... are $2 \times 0, 1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, \dots$

Nuclear Fission

Fission occurs when a neutron slams into a larger atom, forcing it to excite and split into two smaller atoms—also known as fission products. Additional neutrons are also released that can initiate a chain reaction.

When each atom splits, a tremendous amount of energy is released.

Uranium and plutonium are most commonly used for fission reactions in nuclear power reactors because they are easy to initiate and control.

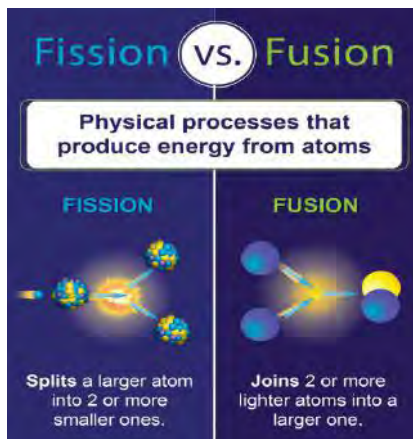
The energy released by fission in these reactors heats water into steam. The steam is used to spin a turbine to produce carbon-free electricity.

Nuclear Fusion

Fusion occurs when two atoms slam together to form a heavier atom, like when two hydrogen atoms fuse to form one helium atom.

This is the same process that powers the sun and creates huge amounts of energy—several times greater than fission. It also doesn't produce highly radioactive fission products.

Fusion reactions are being studied by scientists, but are difficult to sustain for long periods of time because of the tremendous amount of pressure and temperature needed to join the nuclei together.



Binding energy, amount of **energy** required to separate a particle from a system of particles or to disperse all the particles of the system. **Binding energy** is especially applicable to subatomic particles in atomic nuclei, to electrons bound to nuclei in atoms, and to atoms and ions bound together in crystals.

Nuclear binding energy is the energy required to separate an atomic nucleus completely into its constituent protons and neutrons, or, equivalently, the energy that would be liberated by combining individual protons and neutrons into a single nucleus. The hydrogen-2 nucleus, for example, composed of one proton and one neutron, can be separated completely by supplying 2.23 million electron volts (MeV) of energy. Conversely, when a slowly moving neutron and proton combine to form a hydrogen-2 nucleus, 2.23 MeV are liberated in the form of gamma radiation. The total mass of the bound particles is less than the sum of the masses of the separate particles by an amount equivalent (as expressed in Einstein's mass-energy equation) to the binding energy.

Mass Defect

The actual mass of the atomic nucleus is always less than the mass of protons and neutrons present in the nucleus. When a nucleus is formed, energy is released. This energy is removed in the form of a reduction in total mass. This missing mass is known as the 'mass defect' and it accounts for the energy released.

The mass defect (ΔM) can be calculated by subtracting the original atomic mass (M_A) from the sum of the mass of protons ($m_p = 1.00728$ amu) and neutrons ($m_n = 1.00867$ amu) present in the nucleus.

Mass defect formula: $\Delta M = (Zm_p + Nm_n) - M_A$

ΔM – mass defect, M_A – mass of the nucleus, m_p – mass of a proton, i.e. 1.00728 amu, m_n – mass of a neutron, i.e. 1.00867 amu, Z – number of protons, N – number of neutrons.

=> பிரிவுகா. : பி உத்தரவு :

ஆம் ஆத் சாமிய இணைந்தவர்கள் மடக்கலம் பயன்படும். சீர்கலாது இனி சிந்தவணியி இணைகொட்டும் மற்தும் இணைமுத்தி வேறுபாட்டை கணக்கிட சீர்கலா. : பி உத்தரவு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. அது

- (i) சீர்கலா. : பி இணைகொட்ட ஆத்
- (ii) சீர்கலா. : பி இணைமுத்தி வேறுபாட்டு ஆத் அகம்

(i) சீர்கலா. : பி சீர்த ஆத் :-

ஆத் இணைந்தவர்கள் சிந்தவணியில் சந்தவாடு சந்திப்படியும் சந்திச்சித்தி இணைகொட்டக்கொண்டு சிந்தவணியில் சந்தவாடு.

$$\sum I = 0 \dots (1)$$

[சா. : ந. : ப] 2-1 ல் காலடியபடி மல கலந்தினை 0 சாத்தி முன்னியில் சந்திப்பதற்கு கலாணிகொட்டும்.

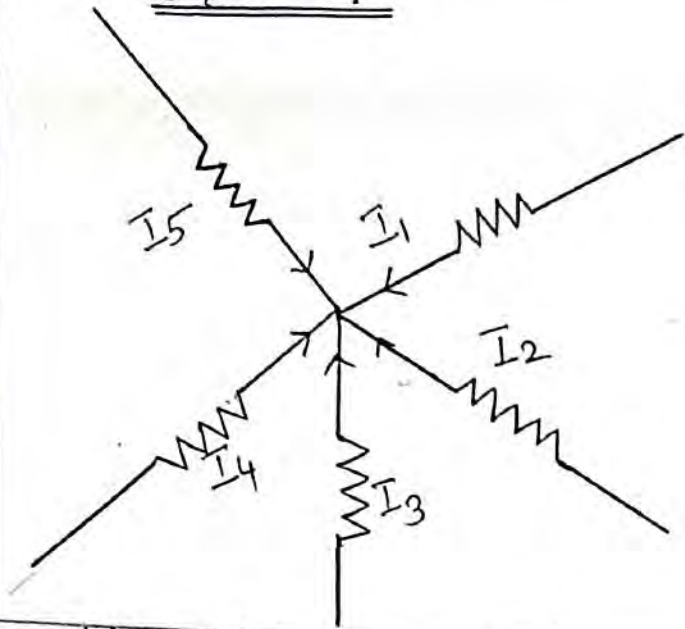
I_1, I_2, I_3, I_4, I_5 சாத்தி இணைகொட்டக் - ன் சாத்திவதற்கு கலாணிகொட்டும்.

$$I_1 - I_2 + I_3 - I_4 + I_5 = 0$$

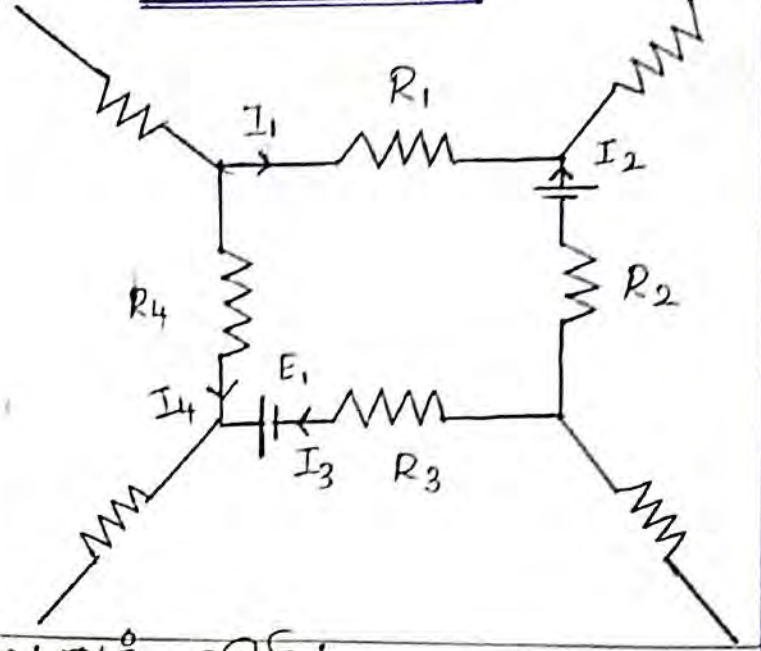
$$\therefore I_1 + I_3 + I_5 = I_2 + I_4 \dots (2)$$

சீர்த உத்தரவாது இணைந்தினை சந்திப்பி முன்னியிலும் இணைகொட்டக் சீர்த சீர்தவாது சாத்தி சந்திவந்தி அடிப்படையாக கலாணிகொட்டும்.

முதலி அறிவு.



இரண்டாம் அறிவு.



(ii) கிரீன்சா.ஃபி இரண்டாம் அறிவு:

பெற்றிதனான சிறு உணர்ச்சி
 மீட்புபல பாக்கியில், மீள் தகை, மீள் கணாட்டம்
 அகியவற்றின் வயநகிதின் சிறியில் கூடுதலாக,
 அந்த மீட்புபல பாக்கியில் உள்ள மீள்கியகீத
 அகியில் சிறியில் கூடுதலாககீடு சமயமும்
 படகீதின் காலமீட்புபலகீடு ABCDA கீடு மீட்புபல
 சிறிதின் கடுகியும். இச்சிறிதின் உயர்ச்சியாக
 மீள்கணாட்டகீடு கடுகிடு தகைட்டகியும்,
 இடகீடுசடியாக தகையும் மீள்கணாட்டகீடுகீடு
 சிறிடு தகைட்டகியும் தகைட்டகியும். கமயும்
 மீள்கணாட்டகீடு உயர்ச்சியாக தகையகீடு மீள்கியகீடு
 கடுகிடு தகைட்டகியும், இடகீடுசடியாக தகையகீடு
 மீள்கியகீடு உயர்ச்சிய சிறிடு தகைட்டகியும்
 தகைட்டகியும். கிரீன்சா.ஃபி இரண்டாம் அறிவு
 படகீதின் காலமீட்புபல சிறிடு படகீடு

$$I_1 R_1 - I_2 R_2 + I_3 R_3 - I_4 R_4 = E - E_2 \dots (3)$$

\Rightarrow ജീലസംഭരണ ശാസ്ത്രം:-

ജീലസംഭരണ ശാസ്ത്രം P, Q, R, S തമ്മിലും

നടക്കുന്ന കനൽ നിലങ്ങൾ AB നിലയായാ ഉത്തരം
 - B, D തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലും
 കനൽ BC തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലും
 തമ്മിലുള്ള CD തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലും
 തമ്മിലുള്ള DA തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലും
 ഉത്തരം AB, BC, CD, DA തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലും

കനൽ AB P, A തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലും

i_1 തമ്മിലുള്ള കനൽ P തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലും
 കനൽ BC R തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലും

i_3 കനൽ Q തമ്മിലുള്ള B തമ്മിലുള്ള C തമ്മിലുള്ള C തമ്മിലുള്ള
 - i_4 കനൽ S തമ്മിലുള്ള D തമ്മിലുള്ള C തമ്മിലുള്ള

തമ്മിലുള്ള

കനൽ B തമ്മിലുള്ള

$$i_1 - i_2 - i_3 = 0 \dots (1)$$

കനൽ D തമ്മിലുള്ള

$$i_2 + i_3 - i_4 = 0 \dots (2)$$

$$\therefore i_3 = 0 \dots (3)$$

കനൽ AB (3) ജ കനൽ BC (1), (2) തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലുള്ള

തമ്മിലുള്ള

$$i_1 - i_3 = 0 \text{ (A)} \quad i_1 = i_3 \dots (4)$$

$$i_2 - i_4 = 0 \text{ (B)} \quad i_2 = i_4 \dots (5)$$

$ABDA$ തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലുള്ള

തമ്മിലുള്ള

$$i_1 P + i_3 Q - i_2 R = 0 \dots (6)$$

$BCDB$ തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലുള്ള

$$i_3 Q - i_4 S - i_2 R = 0 \dots (7)$$

കനൽ AB (6), (7) തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലുള്ള P, Q, R, S തമ്മിലുള്ള

തമ്മിലുള്ള

$$i_1 P = i_2 R \dots (8)$$

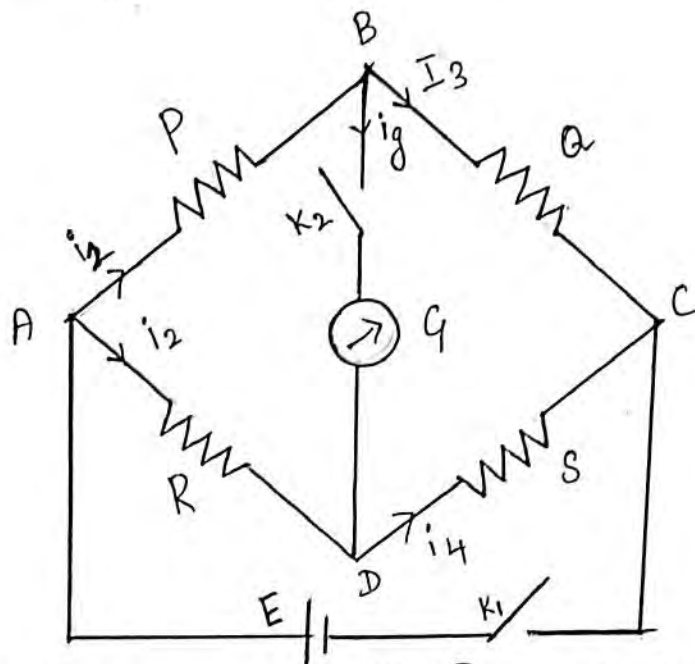
$$i_3 Q = i_4 S \dots (9)$$

சமன்பாடு (8), (9) அங்கீகரிக்கப்பட்டவை

$$\frac{I_1 P}{I_3 Q} = \frac{I_2 R}{I_4 S}$$

$$I_1 = I_3 ; I_2 = I_4$$

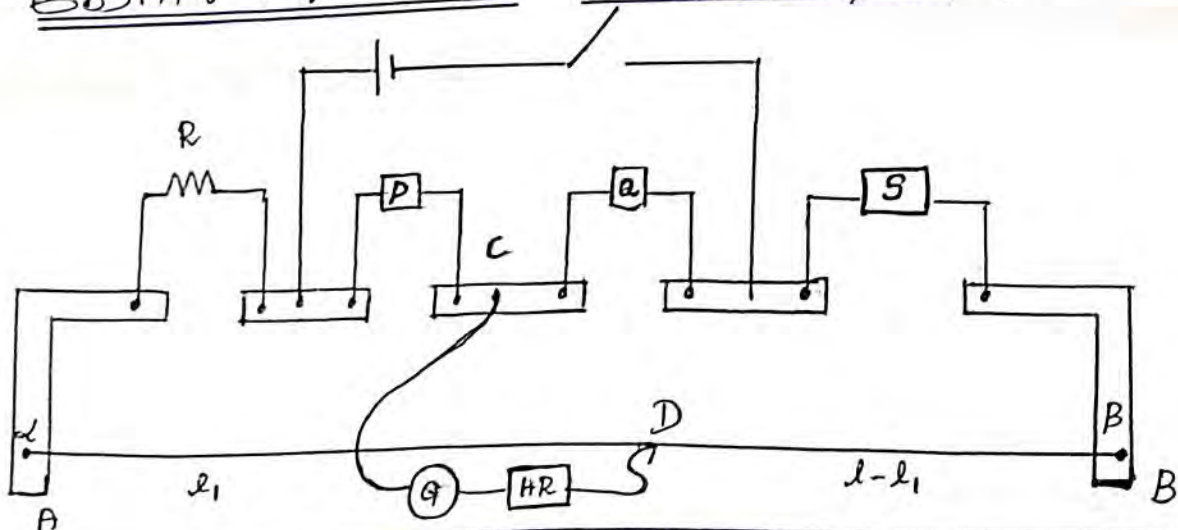
$$\therefore \frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \dots (10)$$



கிடைக்கும் சமன்பாடுகளை, சமன்பாடுகளைக் கணக்கிட்டு,

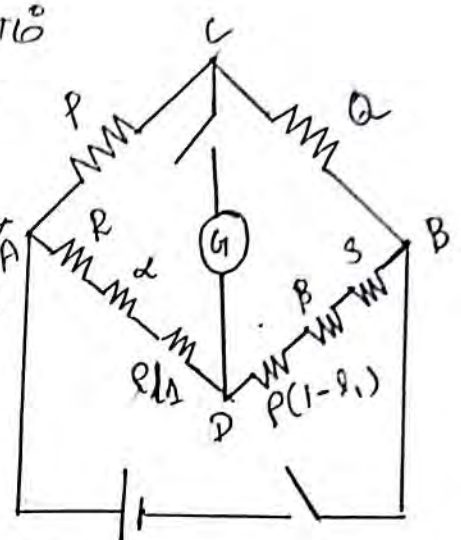
பின்னர் \therefore மானிட்டர் சமன்பாடுகளை அங்கீகரிக்கப்பட்டவை சமன்பாடுகளை சமன்பாடுகளை சமன்பாடுகளை சமன்பாடுகளை

\Rightarrow பின்னர் \therefore மானிட்டர் சமன்பாடுகளை :-



ഒരു . . . പാതികൾ ക്രമത്തിൽ, മൂലകൾ ക്രമം ക്രമത്തിൽ
 ക്രമത്തിൽ അமைക്കുകയും ചെയ്യും. ഒരു ചിത്രം ഉപയോഗിച്ച്
 നിലവിലുള്ള ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ പാതികൾ,
 ചിത്രത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ
 ഉപയോഗിച്ച് ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ.

A, B കൃത്യ പ്രകാരത്തിൽ ക്രമത്തിൽ
 ക്രമത്തിൽ α, β ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ
 ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ
 ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ
 - ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ L_1 ക്രമത്തിൽ
 - ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ.



$$\frac{P}{Q} = \frac{R + \alpha + L_1 P}{S + \beta + (1 - L_1) P} \dots (1)$$

$$\frac{P}{Q} = \frac{S + \alpha + L_2 P}{R + \beta + (1 - L_2) P} \dots (2)$$

ക്രമത്തിൽ (1), (2)

$$\frac{R + \alpha + L_1 P}{S + \beta + (1 - L_1) P} = \frac{S + \alpha + L_2 P}{R + \beta + (1 - L_2) P} \dots (3)$$

ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ ക്രമത്തിൽ

$$\frac{R + \alpha + L_1 P + S + \beta + (1 - L_1) P}{S + \beta + (1 - L_1) P} = \frac{S + \alpha + L_2 P + R + \beta + (1 - L_2) P}{R + \beta + (1 - L_2) P}$$

$$\therefore \frac{R + S + \alpha + \beta + P}{S + \beta + (1 - L_1) P} = \frac{R + S + \alpha + \beta + P}{R + \beta + (1 - L_2) P} \dots (4)$$

$$\therefore S + P(1 - L_1)P = R + P(1 - L_2)P$$

$$\therefore S - L_1 P = R - L_2 P$$

$$\therefore R - S = P(L_2 - L_1)$$

$$\therefore R = S + P(L_2 - L_1) \dots (5)$$

P சண்பக்தலே : மூலகம் கட்டுப்பாட்டின் மூலமாக பணம், மீள்கை
R க்குப் பின்னர் இந் தகவல்களின் மூலம் மூல மூலகத்தை
கருவியை இணைக்க வேண்டும்.

$$R = S + P(L_2' - L_1')$$

$$\text{இங்கு } R = 0$$

$$\therefore P = \frac{S}{(L_1' - L_2')} \dots (6)$$

இம்மாதிரியான சமன்பாடு (5)ல் பயன்படுத்தி,
கட்டுப்பாட்டின் மூலமாக R சண்பக்தலாம்.

⇒ அணுகுமுறை :-

α - சூதாட்ட சமூகம். உதாரணமாக இங்கு நல்லாங்கு

- நல்ல அணுகுமுறை, உடைய உதாரணம் உதாரணமாக
உதாரணமாக. ∴ உதாரணமாக சூதாட்டம். இது
அணுகுமுறை உதாரணமாக.

$$\text{489 மாதிரியில் நிறைவு} = 1.67261 \times 10^{-27} \text{ க.க}$$

$$\text{நியூட்ரானின் நிறைவு} = 1.67492 \times 10^{-27} \text{ க.க}$$

→ 489 மாதிரியில் சூதாட்டம் மூலமாக உதாரணமாக
சூதாட்டம்

→ நியூட்ரானின் நிறைவு மூலமாக உதாரணமாக.

அணுகீகரு அளவு :-

நீர் . ∴ உயர்ந்த α-சுதநன் உபநாணையின்து அணுகீகரு நிறை முழுவுகம் சூடு சூதய பருதியி அபகீகயுனீதாது எண்பது தநரியவந்தது. உபபகீகய அணுகீகரு எண்பர்.

அணுகீகருவினி உதநகீகரி யவ சூதநன் முறையியம் , முறையகமண முறையியம் கணகீகலபெலது

$$R = r_0 A^{1/3}$$

உகீக ர₀ . சூடு மாதலியமடும்

r₀ வி சநாசுரிமகீபீய r₀ = 1.4 × 10⁻¹⁵ மீ

∴ R = 1.4 × 10⁻¹⁵ × A^{1/3} மீ

கார்பனுக்கீ A = 12

∴ R = 1.4 × 10⁻¹⁵ × (12)^{1/3} = 3.21 × 10⁻¹⁵ மீ

சுமரகீகருக்கீ A = 63

∴ R = 1.4 × 10⁻¹⁵ × (63)^{1/3} = 5.97 × 10⁻¹⁵ மீ

புலாணியகீகரு A = 238

∴ R = 1.4 × 10⁻¹⁵ × (238)^{1/3} = 8.60 × 10⁻¹⁵ மீ

அணுகீகரு மீண்காலம் :-

அணுகீகருவினி டுதநாலகணி அமைகீகருயி - தநன் அணுகீகரு மீண்காலம் உபநீமுனீதாது.

அணுகீகருவினி உனீத டுதநாலகணி எண்கீகருக்கீ Z லு அணுகீகரு மீண்காலம் எண அமைகீகருயி.

X கீகரி , α - கீகரி சூதநன் உபநாணையினீ

- நுமீது அணுகீகரு மீண்காலகீகரி கீகரி , அணுகீகருயி . மகீகரி யந தநரியவந்தது

உடனான கண்டிப்பிட்டுள்ள பின்னர், கலியாணம்
 உபநிஷத்த அபிப்பிராயங்கள் காரணமாக - நதி
 சிற்றில் உபநிஷத்த மன முறை கையேடு அமைக்க
 நிகழ்ச்சியை அமைப்பதற்கு.

7. => அணுக்கரு நிறை :-

* அணுக்கருவின் மீட்டோடோமியம், நியூட்ரானியம்
 அடங்கியுள்ளது. அணுக்கரு நிறை எண்மீட்டர் உண்மையில்
 அணுவின் நிறை அல்லது எடை அளவு. கருவின் அணு
 நிறை அல்லது அணு எடை எண்மீட்டர். அகல அணுக்கரு
 நிறை எண்மீட்டர், நியூட்ரான் அகல அணுக்கரு
 எடை எண்மீட்டர். அகல அணுக்கரு நிறை = $Zmp + Nm_p$
 கருவின் Z, N எண்மீட்டர் முறை உபநிஷத்த, நியூட்ரான்
 - எண்மீட்டர் எண்மீட்டர். அணுக்கருவின் நிறை மீட்டர் முறை.

* அகல அணு நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை
 அணு நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை $12C$ - கி நிறை
 12-ல் அணு (1) அகல அணுக்கருவின் நிறை $1.6604 \times 10^{-27} \text{ kg}$.

8. அணுக்கருவின் எந்திரியம் :-

* அணுக்கருவின் நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை
 அணுக்கருவின் நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை
 அணுக்கருவின் நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை
 அணுக்கருவின் நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை
 அணுக்கருவின் நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை

- (i) அணுக்கருவின் நிறை
 - (ii) அணுக்கருவின் நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை
- நிறை அல்லது அணுக்கருவின் நிறை

അയ്യങ്കണ്ടം ക്ഷേത്രം $1/2$ ഉപഭാഗം.

* പൂർണ്ണ - ഭൂമിയിൽ അയ്യങ്കണ്ടം ക്ഷേത്രം $1/2, 3/2, 5/2$
... പോലെയുള്ള അളവുകൾ ലഭിക്കുന്നതിന് വ്യക്തികൾക്ക് വ്യക്തികൾക്ക് വേണ്ടി.

* പൂർണ്ണ - പൂർണ്ണ അയ്യങ്കണ്ടം $1, 2, 3, \dots$ വരെയുള്ള
അളവുകൾ വ്യക്തികൾക്ക് വേണ്ടി. ഉപയോഗിക്കുന്ന പ്രകാരം
ക്രമം $1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100$

=> ക്രമം കൃഷി നിയമം :-

ക്രമം കൃഷി നിയമം പ്രകാരം 1936-ൽ ഭാഗം
നിയമം പ്രകാരം കൃഷി നിയമം. 1936-ൽ ഭാഗം
-ൽ ഭാഗം, ഉപഭാഗം ഉപയോഗിക്കുന്നതിന്. അയ്യങ്കണ്ടം
ക്രമം കൃഷി നിയമം ഭാഗം.

- (i) അയ്യങ്കണ്ടം വ്യക്തികൾക്ക് കൃഷി നിയമം.
- (ii) അയ്യങ്കണ്ടം കൃഷി നിയമം.

(a) 4 ഭാഗം ഭാഗം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം (b) കൃഷി നിയമം
അയ്യങ്കണ്ടം നിയമം കൃഷി.

=> ക്രമം കൃഷി നിയമം, അയ്യങ്കണ്ടം കൃഷി നിയമം ഉപയോഗിക്കുന്നതിന്
കൃഷി നിയമം (i) കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം.

(ii) കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം.

(iii) കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം.

(iv) കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം.

(v) കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം കൃഷി നിയമം.

புணையிழ அங்குறல் :-

* புணையிழ அங்குறல் சமநிலை நிலையல் அணுணல் அணுகீகடு கோணாநசீ சமசீசீர் தொண்கடுனிநாது. யுடு அணுகீகடு யுடு சூகநடல் ஓமாதலீமோது, மொசீத அங்குறல் அக்தமணாஸ், நியூகீக்யாநீகடக்டைய உணின மணையிழ அங்குறல் மகநீய தொண்கடுது.

* சில நெறங்குறல் டுரோடலாநீகடக்டைய உணின கூயம் உலகீகடுயிசை கோணாநசீ சமசீசீர் நுநீமயைய மாநீற, அக்தமண அணுணல் தொண்கடு அணுகீகடுகீ -கடுநீன் உடயம் சீர் குணகடுது. இசீகடுயை கடுணாமாடு சூகடுண உமணீற மநயிணகடு கோணீகடுகடுது.

* அணுகீகடு இரண்டாநச உடைகடுது. உடைநீத சூகடுகடு மீணிகடு கோணாநசீ சமசீசீர் தொண்கடு நிலைகடுகடுகடுகடு அடைகடுது.

* இரணீயு $Z^2 / A > 42.2$ தொண்கடு அணுகீகடுகடுகடுகடு நிலைகடுகடுகடுகடு சூடியாது. ண்டைய இடுமபகடுகடுகடுகடு உடைகடுது.

$\Rightarrow 92U^{238}$ கீடு Z^2 / A ணீ மகடும 35.5 ண்டைய இடு இரண்டாந உடைகடுது.

சூடுமாதீரி :-

அணு மலகீராணீகடு உமணீற, அணுகீகடுகடுகடு உணின நியூடரணீகடுகடு, டுரோடலாநீகடுகடு சூடுகடுகடு அமைகீகடுகடுகடு. சூடுகடுகடு அமைமீய மயணலியல் சூடிநீகடுகடு சூடுகடுகடு அடிமயையாககீ தொண்கடுது.

UNIT IV OPERATIONAL AMPLIFIER

Ideal Op-Amp – Op-Amp Parameters (Qualitatively): Input offset voltage, Input impedance, Output impedance, CMRR, Slew Rate – Inverting – Non-inverting Amplifier – Adder – Subtractor – Differentiator – Integrator.

Basic operational amplifier

The operational amplifier is a direct coupled high-gain differential input amplifier. Originally the operational amplifier had only one input and the output voltage was always inverted with respect to the input voltage. However common operational amplifiers which are recently available are of differential type and these amplifier have both inverting and non-inverting inputs.

An ideal operational amplifier must have the following properties.

1. Input resistance must be infinite.
2. Output resistance R_0 should be as small as zero.
3. Voltage gain should be as high as infinite.
4. Band width should be as wide as infinite.
5. Output voltage $V_0=0$ when $V_1=V_2$
6. The characteristics do not change with temperature.

OP – AMP Parameters

Input offset voltage

For an ideal OP –AMP when the inverting input and non inverting input are grounded and supplied with equal voltages, we may expect the output voltage to be equal to zero. But in practice a small difference in voltage is required to make the output zero. This voltage which is required to make the output zero is called input offset voltage.

Input impedance

The input impedance of the Op-Amp is the equivalent resistance that is measured at the inverting input or non inverting input while the other input is grounded.

The input impedance can also be defined as the ratio of the change in input voltage to the change in input current measured at either of the input terminals with respect to ground. The input impedance is also referred as input resistance.

Output impedance

The output impedance of the Op-Amp is the equivalent resistance that is measured at the output terminal with respect to ground.

The output impedance can also be defined as the ratio of the change in output voltage to the change in output current. The output impedance is also referred as output resistance.

Common – Mode Rejection Ratio (CMRR)

In an ideal DIFF-AMP, the output signal may be given by the equation

$$V_0 = A_d (V_1 - V_2) \quad \text{----- (1)}$$

Where A_d is the gain of the differential amplifier. If $V_1 = V_2$, then $V_0 = 0$. That is the signals common to both inputs gets cancelled and produces no output voltage. This is true only for an ideal OP-AMP. But a practical OP-AMP exhibits some small response to the common mode components of the input voltage too. The output depends not only upon the difference signal V_d of the two signals, but also upon the average level called common mode signal V_c .

The common mode signal

$$V_c = \frac{1}{2} (V_1 + V_2) \text{----- (2)}$$

For differential amplifier, the gain at the output with respect to the positive terminal is slightly different in magnitude to that of the negative terminal. So even with the same voltage applied to both inputs, the output is not zero. The output can be expressed as a linear combination of the two input voltages.

$$V_0 = A_1 V_1 + A_2 V_2 \text{----- (3)}$$

Where A_1 is the voltage amplification from input 1 to the output under the condition that the input 2 is grounded and A_2 is the voltage amplification from input 2 to the output under the condition that the input 1 is grounded. We know that

$$V_c = \frac{1}{2} (V_1 + V_2)$$

$$V_d = (V_1 - V_2) \text{----- (4)}$$

$$2V_c = (V_1 + V_2)$$

From equation (4)

$$V_1 = (V_c + V_d/2) \text{----- (5)}$$

$$V_2 = (V_c - V_d/2) \text{----- (6)}$$

$$V_0 = A_d V_d + A_c V_c \text{----- (7)}$$

$$A_d = \frac{1}{2} (A_1 - A_2) \text{----- (8)}$$

$$A_c = (A_1 + A_2) \text{----- (9)}$$

The voltage gain for the difference signal is A_d and that for the common-mode signal is A_c .

The relative sensitivity of an OP-AMP to a difference signal A_d compared to a common-mode signal is called Common-Mode rejection ratio (CMRR). It gives the signal figure merit ρ for the differential amplifier.

$$CMRR = \rho = \left| \frac{A_d}{A_c} \right| \text{----- (10)}$$

Slew Rate

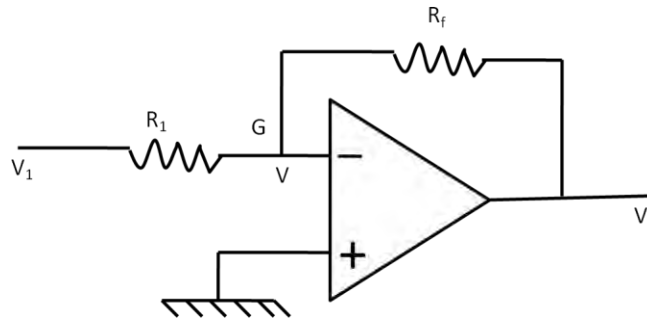
When a step voltage is applied at the input an ideal Op-Amp responds instantaneously. But for practical Op-Amps, it takes some time (few micro seconds). This property is called the Slew rate of the Op-Amp.

Slew rate of an Op-Amp is defined as the maximum rate of change of output voltage in response to a step input

$$i.e., \text{ Slew rate} = \frac{dV}{dt}$$

Inverting operational amplifier

The basic inverting amplifier is shown in figure. The non-inverting terminal has been grounded where as R_1 connects the input signal V_1 to the inverting input. A feedback resistor R_f has been connected from the output to the inverting input.



The input voltage is V_1 and the output voltage is V_0 . The gain of the operational amplifier is very large. So the voltage V at the inverting input terminal is very small. In fact, it will be close to the ground potential. It means that the point G is held virtually at ground potential irrespective of the magnitude of the potential V_1 and V_0 . The input impedance of OP-AMP is infinite. So the current i will flow through R_f and not into the OP-AMP. Applying Kirchhoffs current law at the point G , we can write,

$$(V_1 - V)/R_1 = (V - V_0)/R_f \dots \dots \dots (1)$$

Since the point G is at a virtual ground, ie $V = 0$, we get from equation (1)

$$V_1/R_1 = -V_0/R_f \dots \dots \dots (2)$$

$$V_0/V_1 = -R_f/R_1 \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{Gain } A_V = -R_f/R_1 \dots \dots \dots (4)$$

Thus the voltage gain is given by the ratio of the feedback resistance R_f to the input resistance R_1 . The negative sign indicates that the output voltage is inverted with respect to the input voltage.

$$R_f/R_1 = K$$

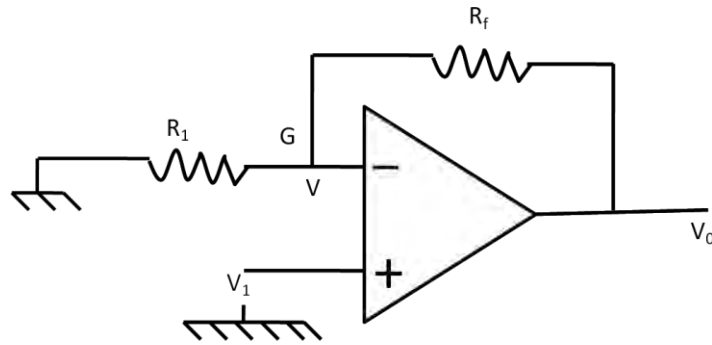
$$V_0/V_1 = -K$$

$$V_0 = -KV_1 \dots \dots \dots (5)$$

Hence the closed loop gain of the inverting amplifier depends on the ratio of the two external resistors R_f and R_1 and it is independent of amplifier parameters.

Non – oinverting operational amplifier

The non – inverting amplifier is shown in figure. In this case, the input voltage V_2 is applied to the non – inverting terminal. So this circuit is called non – inverting amplifier.



The gain of OP-AMP is infinite. So the potential of the point G is also V_s . The output voltage is V_0 . The voltage across R_1 is V_2 and that across R_f is $(V_0 - V_2)$.

$$I_1 = V_2 / R_1 \quad \text{and} \quad I_2 = (V_0 - V_2) / R_f \dots \dots \dots (1)$$

Applying Kirchhoff's current law of the junction G, we get,

$$(-I_1) + (I_2) = 0 \dots \dots \dots (2)$$

$$V_2 / R_1 + (V_0 - V_2) / R_f = 0 \dots \dots \dots (3)$$

$$(V_0 - V_2) / V_2 = R_f / R_1$$

$$(V_0 / V_2) - 1 = R_f / R_1$$

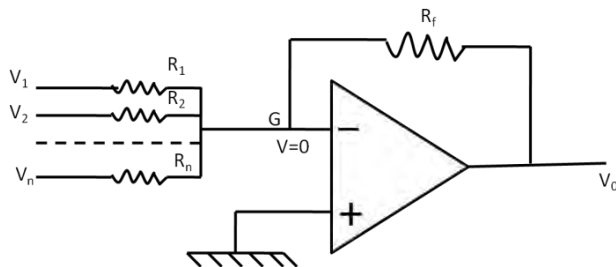
$$V_0 / V_2 = 1 + (R_f / R_1)$$

$$A_v = 1 + (R_f / R_1) \dots \dots \dots (4)$$

In this case, the gain is 1 plus the ratio of the two resistances R_f and R_1 . Also the output voltage is in phase with the input voltage. This circuit offers a high input impedance and a low output impedance.

If $R_f = 0$ and $R_1 = \infty$, the gain of the amplifier is unity. Thus this circuit is referred as voltage follower or a unit gain buffer. This circuit can be used as an impedance matching device between a high-impedance source and a low impedance load.

Adder or Summing Amplifier



An adder or a summing amplifier using on OP-AMP is shown in figure. Since the current flowing into the virtual ground is equal to that flowing out of it, we can write.

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = I_0 \dots \dots \dots (1)$$

$$(V_1 / R_1) + (V_2 / R_2) + \dots + (V_n / R_n) = - (V_0 / R_f) \dots \dots \dots (2)$$

$$V_0 = - \frac{R_f}{R_1} V_1 - \frac{R_f}{R_2} V_2 - \dots - \frac{R_f}{R_n} V_n \dots \dots \dots (3)$$

Let $R_1 = R_2 = \dots = R_n = R$

$$V_0 = -\frac{R_f}{R} (V_1 + V_2 + \dots + V_n) \quad \text{----- (4)}$$

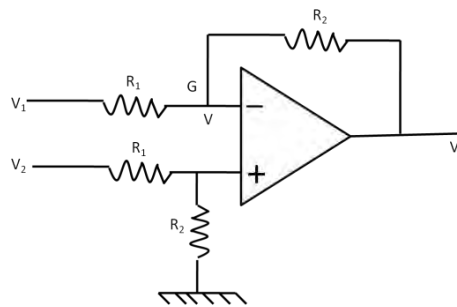
If $R_f = R$, then,

$$V_0 = - (V_1 + V_2 + \dots + V_n) \quad \text{----- (5)}$$

ie., the output voltage V_0 is numerically equal to the algebraic sum of the output voltages.

Difference Amplifier (Subtractor)

A circuit that amplifies the difference between two signals is called difference amplifier or subtractor. This type of amplifier is very useful in instrumentation circuit. A basic differential amplifier employing operational amplifier is shown in figure.



Here V_1 and V_2 are the input signal voltages and V_0 is the output voltage. Since the gain of the OP-AMP is infinite the potential of the points 1 and 2 will be the same say V_3 .

Application of Kirchhoff's current law at points 1 and 2 gives

$$\frac{V_1 - V_3}{R_1} = \frac{V_3 - V_0}{R_2} \quad \text{----- (1)}$$

$$\frac{V_2 - V_3}{R_1} = \frac{V_3}{R_2} \quad \text{----- (2)}$$

Subtraction of (1) from (2) we get

$$V_0 = \frac{R_2}{R_1} (V_1 - V_2)$$

$$\frac{V_0}{V_1 - V_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

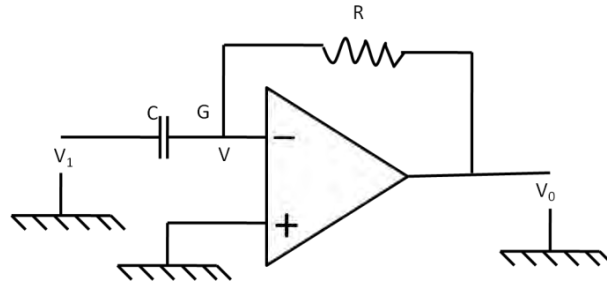
$$A_d = \frac{R_2}{R_1} \quad \text{----- (3)}$$

Thus is gain of DIFF – AMP is R_2/R_1 .

Such a circuit is very useful in detecting very small difference signals, since the gain R_2/R_1 can be chosen to be very large. For example if $R_2 = 100 R_1$, then a small difference ($V_1 - V_2$) is amplified 100 times.

Differentiators

Differentiation is the inverse of integration and may be obtained by interchanging R and components of the integrator circuit. The differentiator is shown in figure.



If we neglect the current through the amplifier and V_s is taken to be negligibly small, we get

$$I_C = I \text{ -----(1)}$$

$$C \frac{d(V_1 - V_s)}{dt} = \frac{V_s - V_0}{R} \text{ ----- (2)}$$

Neglecting V_s we get,

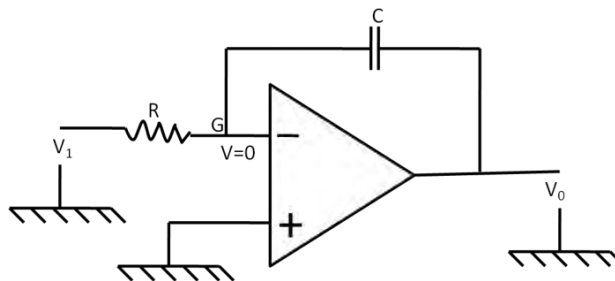
$$C \frac{dV_1}{dt} = -\frac{V_0}{R}$$

$$V_0 = -CR \frac{dV_1}{dt} \text{ ----- (3)}$$

The input voltage V_0 is equal to a constant CR times the time derivative of the input voltage V_1 .

Integrator

Integration is the reverse process of differentiation. And the integrator circuit is obtained by simply interchanging the resistor, R and capacitor, C in the differentiator circuit.



The feedback resistor R_f is replaced by a condenser C. The input resistor R_i is now called as R. As in the case of differentiator, the values of voltages and currents are to be taken as instantaneous values.

Let V_i be the input voltage applied to the inverting input through the resistor, R.

$$q = CV$$

$$I = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt} CV = C \frac{dV}{dt}$$

$$I_f = -C \frac{dV_0}{dt}$$

Since $I_f = I_i$, we can write

$$-C \frac{dV_0}{dt} = \frac{V_i}{R}$$

The output is given by,

$$V_0 = -\frac{1}{RC} \int V_i dt$$

$$V_0 \propto -\int V_i dt$$

തിരിയാവൂട് കാലുചിപ്പലറുന്നതുക. കലാശ്ചി തിരിച്ചുപുനീകരണം
 ചിത്രീകരിച്ചിട്ടുള്ള ഉപകരണങ്ങൾ മുൻനിർത്തി വൃത്തിയാക്കാൻ.
 കിടപ്പി മുൻനിർത്തി വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 കലാ മാർഗ്ഗം. താഴെപ്പറഞ്ഞിട്ടുള്ള വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 താഴെ, കിടപ്പി വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 താഴെ, വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 താഴെ, വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.

താഴെപ്പറഞ്ഞിട്ടുള്ള വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ. 1.50 കലാ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ. കിടപ്പി വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.

2) (CMRR) വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ

കിടപ്പി DIFF - AMP - ന്നു വെള്ളംകൊണ്ടു

$$V_o = A_d (V_1 - V_2)$$

V_d വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.

$V_1 = V_2$ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ $V_o = 0$ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.
 വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ.

വെള്ളംകൊണ്ടു വൃത്തിയാക്കാൻ $V_c = \frac{1}{2} (V_1 + V_2)$.

ചോദ്യമായി വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ അല്ലെങ്കിൽ നോൺ-ഇൻവർട്ടിംഗ് ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 നോൺ-ഇൻവർട്ടിംഗ് ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 നോൺ-ഇൻവർട്ടിംഗ് ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ

$$V_o = A_1 V_1 + A_2 V_2$$

A_1 നോൺ-ഇൻവർട്ടിംഗ് ഓപ്പറേഷൻ A_2 ഇൻവർട്ടിംഗ് ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ

$$V_c = 1/2 (V_1 + V_2)$$

$$V_d = (V_1 - V_2)$$

$$2V_c = (V_1 + V_2)$$

സമവാക്യങ്ങൾ (4), (5)

$$V_1 = V_c + V_d/2$$

$$V_2 = V_c - V_d/2$$

$$V_o = A_d V_d + A_c V_c$$

$$A_d = 1/2 (A_1 - A_2)$$

$$A_c = A_1 + A_2$$

ചോദ്യമായി നോൺ-ഇൻവർട്ടിംഗ് ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ A_d വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 നോൺ-ഇൻവർട്ടിംഗ് ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ A_c വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ
 വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ വെർച്വൽ ഓപ്പറേഷൻ

അടയാ, ഇൻപുട്ടുമെൻ്റിലെ വോൾട്ടേജിനു സമീപത്തായ ഇൻപുട്ട് R_2 ഉൾപ്പെടെ
 ഇൻപുട്ട് R_1 ഉൾപ്പെടെയുണ്ടാകുന്ന സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. ഇതിനാൽ
 (5) ഉണ്ടായ തന്മൂലം, ഉൾപ്പെടെ ഇൻപുട്ടുമെൻ്റിലെ വോൾട്ടേജ്
 വോൾട്ടേജിനു സമീപത്തായ നിലനിർത്തുന്നു.

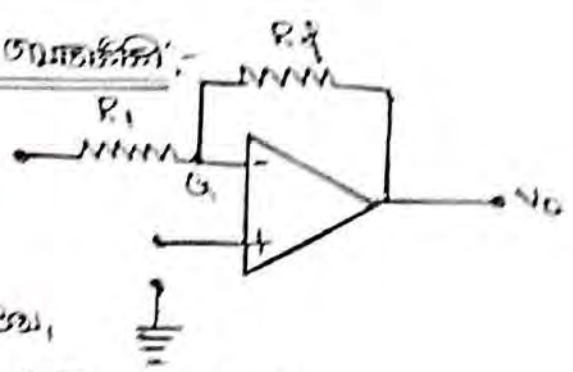
$$-\frac{R_2}{R_1} = K \text{ അതിനാൽ വോൾട്ടേജിനു } \frac{V_0}{V_1} = -K$$

$$V_0 = -KV_1$$

അടയാ, എങ്കിലും വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്താൻ
 തിരിച്ചു നിലനിർത്താൻ R_2, R_1 ഉൾപ്പെടെയുണ്ടാകുന്ന സന്തുലനം
 നിലനിർത്തുന്നു. വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു.

OP-AMP തന്മൂലം അതിനു വോൾട്ടേജിനു സമീപത്തായ നിലനിർത്തുന്നു. അതിനാൽ
 ഉണ്ടായ തന്മൂലം വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. അതിനാൽ
 വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. അതിനാൽ
 വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു.

2) എങ്ങനെ വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു.



ഉണ്ടായ ഇൻപുട്ടുമെൻ്റിലെ V_1

എങ്ങനെ വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു.

വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. അതിനാൽ
 വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു.

OP-AMP - ന്റെ വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. അതിനാൽ
 ഉണ്ടായ തന്മൂലം വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. അതിനാൽ
 വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു. അതിനാൽ
 വോൾട്ടേജിന്റെ മൂല്യം സന്തുലനം നിലനിർത്തുന്നു.

$$i_1 = \frac{V_1}{R_1}, \quad i_2 = \frac{V_0 - V_1}{R_2} \quad \rightarrow \text{10}$$

കിഴക്കി - G കൂട്ടി കിട്ടിയിട്ടുള്ള ചെങ്കി.

$$(-i_1) + i_2 = 0 \quad \rightarrow ②$$

$$\frac{-V_2}{R_1} + \frac{V_0 - V_2}{R_f} = 0$$

$$\frac{V_0 - V_2}{V_2} = \frac{R_f}{R_1}$$

$$\frac{V_0}{V_2} - 1 = \frac{R_f}{R_1}$$

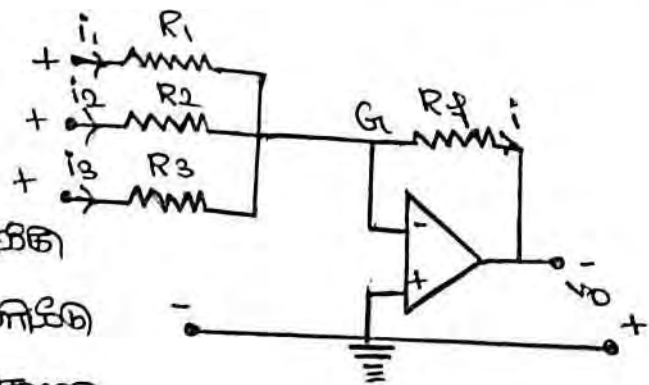
$$\frac{V_0}{V_2} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

$$A_v = 1 + \frac{R_f}{R_1} \quad \rightarrow ③$$

കിഴക്കി, വെള്ളികൾ R_1, R_f, R_1 മിന്നിത്തന്നതിൽ കടന്നു.
 ചെങ്കിയെത്തിൽ കലശലാക്കും. ഇത്തരം വെള്ളികളിൽ മിന്നിത്തന്നതിൽ കടന്നു,
 ഉണ്ടാകുന്ന വ്യത്യ കലശലാക്കും. കിഴക്കി കടന്നു,
 ഉണ്ടാകുന്ന മിന്നിത്തന്നതിൽ കടന്നു, കിഴക്കി കടന്നു,
 ചെങ്കിയെത്തിൽ കടന്നു, കിഴക്കി കടന്നു,
 ചെങ്കിയെത്തിൽ കടന്നു.

5) കലശലാക്കി വെള്ളികൾ:-

വെള്ളികളിൽ വെള്ളികൾ.
 മിന്നിത്തന്നതിൽ കടന്നു,
 ചെങ്കിയെത്തിൽ കടന്നു.
 മിന്നിത്തന്നതിൽ കടന്നു,
 ചെങ്കിയെത്തിൽ കടന്നു.



ചെങ്കിയെത്തിൽ കടന്നു, കിഴക്കി കടന്നു,
 ചെങ്കിയെത്തിൽ കടന്നു, കിഴക്കി കടന്നു.

മിന്നിത്തന്നി G മിന്നിത്തന്നതിൽ കടന്നു,
 ചെങ്കിയെത്തിൽ കടന്നു.

$$i_1 = \frac{V_1}{R_1}, \quad i_2 = \frac{V_2}{R_2}, \quad i_3 = \frac{V_3}{R_3}, \quad i = \frac{-V_0}{R_f} \quad \rightarrow ④$$

എന്നിരിക്കട്ടെ G -യ്ക്കായി സിദ്ധിക്കുന്ന സമവാക്യം ഇതാണ്.

$$i_1 + i_2 + i_3 + (-i) = 0 \quad \rightarrow (1)$$

$$\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3} - \left(-\frac{V_0}{R_4}\right) = 0$$

$$V_0 = -\left(\frac{R_4}{R_1} V_1 + \frac{R_4}{R_2} V_2 + \frac{R_4}{R_3} V_3\right)$$

$R_1 = R_2 = R_3 = R$ അതായത്,

$$V_0 = -\frac{R_4}{R} (V_1 + V_2 + V_3) \quad \rightarrow (2)$$

$$V_0 = -R (V_1 + V_2 + V_3) \quad \rightarrow (3)$$

$R_4 = R$ അതായത്,

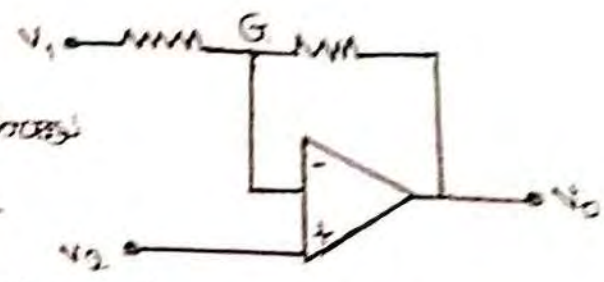
$$V_0 = -(V_1 + V_2 + V_3) \quad \rightarrow (4)$$

$R_4 = R/2$ അതായത്,

$$V_0 = -1/2 (V_1 + V_2 + V_3) \quad \rightarrow (5)$$

6) കണ്ടക്ടർ വെർക്കിംഗ് :-

ഒരു ഏകദിശി സംയോജനനം V_1 എന്ന സിഗ്നലിന് G എന്ന ഗെയിം ഉപയോഗിച്ച് കമ്പ്യൂട്ടേഷൻ ചെയ്യാനും V_2 എന്ന സിഗ്നലിന് V_0 എന്ന സിഗ്നലിന് കണ്ടക്ടർ വെർക്കിംഗ് ചെയ്യാനും ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു കണ്ടക്ടർ വെർക്കിംഗിന്റെ സർക്യൂട്ട് ചിത്രം കാണുക.



$$V_0 = V_0' + V_0'' \quad \rightarrow (1)$$

ഇവിടെ V_0' എന്ന സിഗ്നലിന് V_1 എന്ന സിഗ്നലിന് കണ്ടക്ടർ വെർക്കിംഗ് ചെയ്യാനും V_0'' എന്ന സിഗ്നലിന് V_2 എന്ന സിഗ്നലിന് കണ്ടക്ടർ വെർക്കിംഗ് ചെയ്യാനും ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു കണ്ടക്ടർ വെർക്കിംഗിന്റെ സർക്യൂട്ട് ചിത്രം കാണുക.

$$V_0' = -\frac{R_2}{R_1} V_1 \quad \rightarrow (2)$$

ഇവിടെ V_0'' എന്ന സിഗ്നലിന് V_2 എന്ന സിഗ്നലിന് കണ്ടക്ടർ വെർക്കിംഗ് ചെയ്യാനും ഉപയോഗിക്കുന്ന ഒരു കണ്ടക്ടർ വെർക്കിംഗിന്റെ സർക്യൂട്ട് ചിത്രം കാണുക.

$$V_0'' = \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) V_2 \quad \rightarrow (3)$$

$$V_0 = \left(1 + \frac{R_f}{R_i}\right) V_0 - \frac{R_f}{R_i} V_1 \quad \rightarrow (4)$$

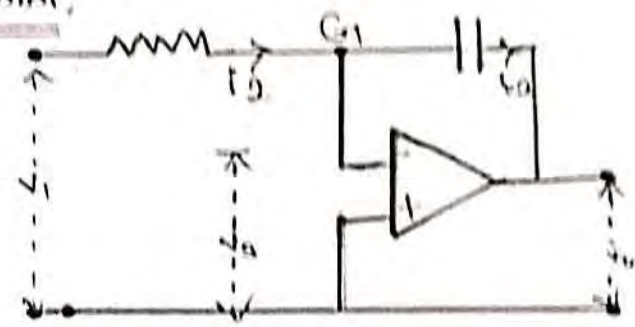
$$R_f \gg R_i \quad \therefore R_f/R_i \gg 1$$

$$V_0 = \frac{R_f}{R_i} (V_0 - V_1) \quad \rightarrow (5)$$

$$= K (V_0 - V_1) \quad \rightarrow (5)$$

അതുകൊണ്ട്, $R_f = R_i$ ആണെങ്കിൽ $V_0 = (V_0 - V_1) \quad \rightarrow (6)$
 ത്രിപദം കളയാൻ $V_0 = -V_1$ ആണ് ഉണ്ടാവുക. ഇതാണ് വിവർത്തനം.

7) സമയസമയവർദ്ധിത സഞ്ചിതം:-



സമയസമയവർദ്ധിത സഞ്ചിതം, ഉപയോഗിക്കുന്ന വിവർത്തനം സമയസമയവർദ്ധിത സഞ്ചിതം ആണെന്ന് തിരിച്ചറിയുന്നതിന് ഇതിന്റെ സമയസമയവർദ്ധിത സഞ്ചിതം സമയസമയവർദ്ധിത സഞ്ചിതം ഉണ്ടാകുന്നു. സമയസമയവർദ്ധിത സഞ്ചിതം ഉണ്ടാകുന്നതിന് R_f ന്റെ മതിയായ മതിയേണ്ടി C ഉപയോഗിക്കേണ്ടതാണ്.

$$i_1 = i_2 \quad \rightarrow (1)$$

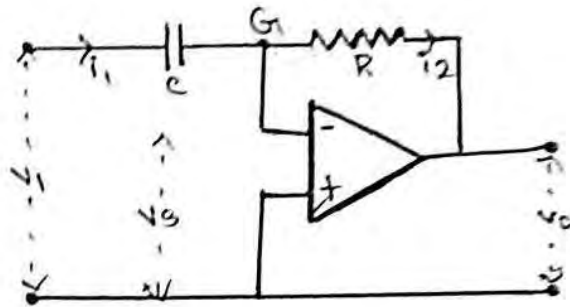
$$\frac{V_1 - V_0}{R} = C \frac{d(V_0 - V_0)}{dt} \quad \rightarrow (2)$$

V_0 ഇതിൽ തുല്യമാണ്.

$$C \frac{dV_0}{dt} = -\frac{V_1}{R} \quad \text{അതുകൊണ്ട് } V_0 = -\frac{1}{CR} \int V_1 dt \quad (3)$$

ഉപരികാലം ഉപയോഗിച്ച് സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക. സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക.

8) പ്രതികരണ സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം:



സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക. സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക. സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക.

$$i_1 = i_2 \quad \rightarrow (1)$$

$$C \frac{d}{dt} (V_1 - V_8) = -\frac{V_8 - V_0}{R} \quad \rightarrow (2)$$

V_8 പ്രതികരണ

$$C \frac{dV_1}{dt} = -\frac{V_0}{R} \quad \rightarrow (3)$$

$$V_0 = -CR \cdot \frac{dV_1}{dt} \quad \rightarrow (4)$$

സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക. സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക. സിസ്റ്റത്തിന്റെ പ്രവർത്തനം വിശദീകരിക്കുക.

Books for Reference:

1. Dr.Brijlal and Subrahmanyam 1995, A TextBook of Electricity and Magnetism, S.Chand & Company LTD,New Delhi.
2. A.Sundaravelusamy 2014,A TextBook of Applied Physics Paper-I, Priya Publications,Karur.
3. A.Sundaravelusamy 2011, A TextBook of Allied Physics Paper-I, Priya Publications, Karur.
4. A.Sundaravelusamy 2014, A TextBook of Applied Physics Paper-II, Priya Publications,Karur.
5. A.Sundaravelusamy 2014,A TextBook of Allied Physics Paper-II, Priya Publications,Karur.

Books for Scanned images

1. <https://www.electronicshub.org/kirchhoffs-laws/>
2. <https://www.toppr.com/ask/content/concept/meter-bridge-209636/>
3. https://en.wikipedia.org/wiki/Carey_Foster_bridge
4. <https://sites.google.com/site/puenggphysics/home/unit-iii/nuclear-models>