

H.N.G.UNIVERSITY B.SC. SEM-1,
NEP-2023 PAPER:SEC-PHY-106
SKILL ENHANCEMENT COURSE

Instrumentation Measurement and Analysis

physics



H. N. G. University, Patan
B.Sc. Physics – Semester-1 (New Course from 2023)
SKILL ENHANCEMENT COURSE, Paper: SEC PHY-106
(Instrumentation Measurement and Analysis)

Unit-1:

Vernier Calipers:

Introduction, Theory, Figure, Description of the instrument, Detail study of Least count, Errors, Positive error, Negative error, Determination of magnitude of positive and negative errors.

Micrometer Screw:

Introduction, Theory, Figure, Description of the instrument, Definition of pitch and its determination, Study of least count, Meaning of the error and explanation of positive and negative errors. Determination of positive and negative errors, Method of taking observation with the help of Micrometer Screw.

Spherometer:

Introduction, Theory, Figure, Description of the instrument, To determine the pitch of the screw, To determine the least count of the Spherometer, Zero error, Derivation of the formula for the radius of curvature of a curved surface.

Unit-2:

Wheatstone bridge:

Introduction, Theory with figure, the figure of Meter Bridge used in in laboratory, Construction of Meter Bridge.

Post-Office Box:

Introduction, Theory, Circuit diagram, Theoretical Circuit diagram, explanation of working with necessary formula.

Construction of Galvanometer:

Introduction, Theory, Sensitivity and figure of merit of Galvanometer.

Spectrometer:

Introduction, Construction and explanation of three main parts of Spectrometer, Mercury Discharge lamp, Sodium Discharge lamp, the adjustment, leveling and the method of recording the observation of Spectrometer.

Book for Study: Experimental Book for Physics.

અનુક્રમણિકા (Index)

Sr. No.		Page No.
	Unit-1	5
1	વર્નિયર કેલિપર્સ (Vernier Calipers)	6 to 10
2	1.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)	6
3	1.2 સિધ્ધાંત (Principle, Theory)	6
4	1.3 આકૃતિ અને રચના (Figure and Construction)	6
5	1.4 વર્નિયર કેલિપર્સનું લઘુત્તમ માપ (Least count of Vernier Calipers)	7
6	1.5 વર્નિયર કેલિપર્સની ત્રુટી (Error of Vernier Calipers)	7
7	1.6 વર્નિયર કેલિપર્સની મદદથી અવલોકન લેવાની રીત (Method of taking observation with the help of vernier calipers)	10
8	1.7 સાવચેતીઓ (Precautions)	10
9	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ (Micrometer Screw)	11 to 15
10	2.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)	11
11	2.2 સિધ્ધાંત (Principle)	11
12	2.3 આકૃતિ અને રચના (Figure and Construction)	11
13	2.4 માઇક્રોમીટરના સ્ક્રૂગેજનું પેચ અંતર નક્કી કરવું (Definition of pitch and its determination)	12
14	2.5 માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂનું લઘુત્તમ માપ (Least count of Micrometer screw)	12
15	2.6 માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની ત્રુટી (Error of Micrometer screw)	12
16	2.7 માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની મદદથી અવલોકન લેવાની રીત (Method of taking observation with the help of Micrometer screw)	14
17	2.8 સાવચેતીઓ (Precautions)	15
18	સ્ફેરોમીટર (Spherometer)	16 to 18
19	3.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)	16
20	3.2 સિધ્ધાંત (Theory)	16
21	3.3 આકૃતિ અને રચના (Figure and construction)	16
22	3.4 પેચ અંતર (Pitch distance)	16
23	3.5 સ્ફેરોમીટરનું લઘુત્તમ માપ (Least count of Spherometer)	17
24	3.6 સ્ફેરોમીટરની ત્રુટી (Error of Spherometer)	17
25	3.7 સ્ફેરોમીટરની મદદથી ગોળાકાર સપાટીની વક્રતાત્રિજ્યા (R) શોધવા માટેનું સૂત્ર (Derivation of the formula for the radius of curvature of a curved surface)	17
26	3.8 સાવચેતીઓ (Precautions)	18

Unit-2		19
(1) વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ (Wheatstone Bridge):		20 to 27
1.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)		20
1.2 રચના (Construction)		20
1.3 સિદ્ધાંત (Principle)		20
1.4 કાર્ય-પદ્ધતિ: (Working)		20
1.5 એપ્લિકેશન: (Application)		21
1.6 મર્યાદાઓ: (Limitations):		21
1.7 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions-FAQs)		22
1.8 મીટર બ્રિજ પ્રસ્તાવના: (Meter Bridge Introduction)		22
1.9 સિદ્ધાંત (Principle)		23
1.10 રચના: (Construction)		23
1.11 કાર્ય પદ્ધતિ (Working)		24
1.12 મીટર બ્રિજમાં વપરાતા જરૂરી સાધનો.(Necessary instruments)		25
1.13 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions-FAQs)		25
1.14 અજ્ઞાત અવરોધ શોધવામાં મીટર બ્રિજનો ઉપયોગ. (Find Unknown Resistance by Meter Bridge)		25
1.15 મીટર બ્રિજ વડે કંડક્ટરના અજ્ઞાત અવરોધ શોધવા માટે જરૂરી સાધનો (Necessary instrument to find the unknown resistance of a conductor by meter bridge)		26
1.16 સાવચેતીનાં પગલાં (Precautions)		26
1.17 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions-FAQs)		27
(2) પોસ્ટ-ઓફિસ બોક્સ (Post Office Box)		28 to 32
2.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)		28
2.1 સાધનનું વર્ણન: (Description of the instrument)		28
2.3 પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સનો ઉપયોગ કરીને અજ્ઞાત અવરોધનું માપન: (Measurement of unknown resistance using a Post Office Box)		29
2.4 પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સ દ્વારા અજ્ઞાત અવરોધ નક્કી કરવાના પ્રયોગ નું વર્ણન કરો: (Determine Unknown Resistance by a Post Office Box)		30
(3) ગેલ્વેનોમીટરની રચના: (Construction of galvanometer)		32 to 39
3.1 પ્રસ્તાવના (Introduction)		32
3.2 મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર શું છે? (Moving Coil Galvanometer?)		32
3.3 મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર નો સિદ્ધાંત: (Principle)		32
3.4 મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર કન્સ્ટ્રક્શન અને ડાયાગ્રામ: (Moving Coil Galvanometer Construction & Diagram)		32

3.5 મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટરનું કાર્ય: (Working of Moving Coil Galvanometer)	33
3.6 ગેલ્વેનોમીટર ની સંવેદનશીલતા: (Sensitivity of Moving Coil Galvanometer)	35
3.7 ગેલ્વેનોમીટરની એપ્લિકેશનો: (Applications of Galvanometer)	36
3.8 ગેલ્વેનોમીટરનું એમીટરમાં રૂપાંતર: (Conversion of Galvanometer to Ammeter)	36
3.9 ગેલ્વેનોમીટરનું વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતર: (Conversion of Galvanometer to Voltmeter)	37
3.10 ફાયદા અને ગેરફાયદા: (Advantages and Disadvantages)	38
3.11 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions-FAQs)	38
(4) સ્પેક્ટ્રોમીટર: (Spectrometer)	40 to 50
4.1 સ્પેક્ટ્રોમીટરની રચના અને ગોઠવણો સમજાવો: (Explain Construction & Adjustments of the Spectrometer)	40
4.2 શુસ્ટરની પદ્ધતિ દ્વારા સમાંતર કિરણો માટે ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવું: (Focusing for Parallel rays by Schuster's method)	41
4.3 સોડિયમ વેપર લેમ્પ રચના અને કાર્ય પદ્ધતિ : (Construction & Working)	42
4.4 સોડિયમ વેપર લેમ્પના પ્રકાર: (Types of Sodium Vapor Lamp)	44
4.5 સોડિયમ વેપર લેમ્પ અને મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ વચ્ચેનો તફાવત: (Difference between Sodium Vapour lamp & Mercury Vapor lamp)	46
4.6 સોડિયમ વેપર લેમ્પના ફાયદા અને ગેરફાયદા: (Advantages and Disadvantages of Sodium Vapor lamp)	46
4.7 ઉપયોગીતા: (Applications)	47
4.8 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions-FAQs)	47
4.9 મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ ની રચના અને કાર્ય: (Mercury Vapor Lamp Construction and Its Working)	48
4.10 મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પના ફાયદા અને ગેરફાયદા: (Advantages and Disadvantages of Mercury Vapor lamp)	49
4.11 મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પની ઉપયોગીતા: (Applications)	50
4.12 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions-FAQs)	50

Unit-1

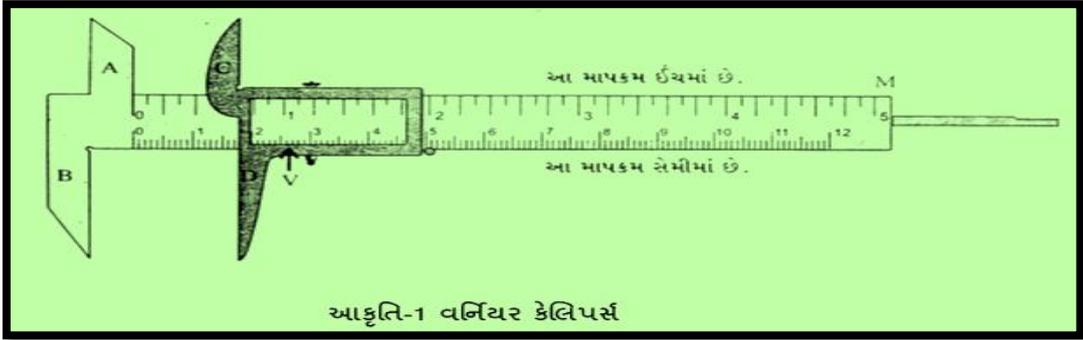
1.વર્નિયર કેલિપર્સ (Vernier Calipers)

1.1 પ્રસ્તાવના (Introduction):

ભૌતિકશાસ્ત્રમાં અવલોકનની ચોકસાઈ ખૂબ જ મહત્વની છે. અભ્યાસક્રમમાં એક-એકથી ચડિયાતા માપનનાં સાધનોના ઉપયોગનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે. જેમ વ્યવહારમાં મોટાં અંતરો માપવાની આવશ્યકતા ઊભી થાય છે તેમ નાનાં અંતરો માપવાની પણ આવશ્યકતા ઊભી થાય છે. આથી આવાં અંતરો માપવા જે સાધનો કે રચનાનો ઉપયોગ થાય છે તે શીખવું ખૂબ જ જરૂરી છે. સામાન્ય રીતે આપેલી વસ્તુની ત્રિજ્યા, લંબાઈ, પહોળાઈ, ઊંચાઈ વગેરે માપવા માટે મીટરપટ્ટીનો ઉપયોગ થાય છે, પરંતુ ફૂટપટ્ટી કે મીટરપટ્ટી વડે ચોકસાઈપૂર્વક માપી શકાતું ઓછામં ઓછું માપ 1 મીલીમીટર(0.1સેન્ટીમીટર) સુધીનું હોય છે. આથી જ્યારે 1 મીલીમીટર કરતાં પણ નાનું માપ માપવું હોય અથવા માપની ચોકસાઈ 1 મિમી કરતાં પણ સૂક્ષ્મ અંતર સુધીની જોઈતી હોય ત્યારે ફૂટપટ્ટી વડે તે માપ ચોકસાઈપૂર્વક માપી શકાય નહિ. આવાં સૂક્ષ્મ અંતરો માપવા માટે વર્નિયર કેલિપર્સ કે માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂગેજ જેવાં સાધન કે માપક્રમનો ઉપયોગ થાય છે.

1.2 સિદ્ધાંત (Principle, Theory):

સૌ પ્રથમ ફ્રેન્ચ ગણિતશાસ્ત્રી પિયર વર્નિયરે (ઇ.સ. 1580 – 1637) આવાં નાનાં અંતરો માપવા એક સાધન તૈયાર કરી જેની મદદથી 1 મિમીના 10મા ભાગ કે 20મા ભાગ જેટલું માપ ચોકસાઈપૂર્વક માપી શકાય છે. આ માપક્રમ પર આધારિત જે સાધનની રચના કરવામાં આવી તે વર્નિયર કેલિપર્સ તરીકે ઓળખાય છે. આ સાધનની રચના આકૃતિ-1 માં નીચે દર્શાવ્યા પ્રમાણે હોય છે.



1.3 આકૃતિ અને રચના (Figure and Construction):

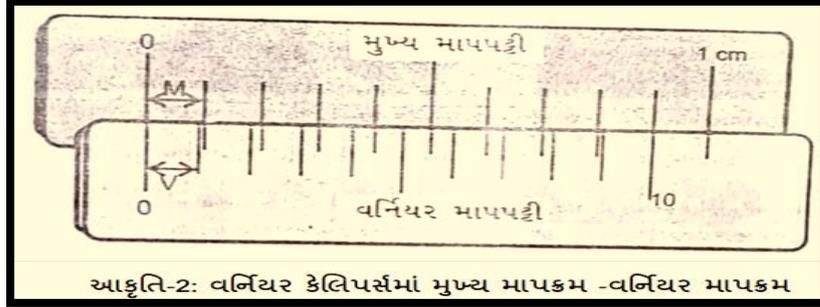
આ સાધનની રચનાને મુખ્ય ત્રણ ભાગમાં વહેંચી તેનો અભ્યાસ કરી શકાય છે. જેમકે (1) મુખ્ય માપપટ્ટી (2) વર્નિયર માપપટ્ટી (3) પાંખિયાની બે જોડી વર્નિયર કેલિપર્સમાં ઉપરની ધાર પરનો માપક્રમ ઇંચમાં અને નીચેની ધાર પરનો માપક્રમ સેન્ટિમીટરમાં હોય છે. આ બંને માપક્રમ સંયુક્ત રીતે મુખ્ય માપક્રમ તરીકે ઓળખાય છે. મુખ્ય માપક્રમની ડાબી બાજુના છેડે A અને B એમ બે પાંખિયાં(દાંતા) રાખેલા હોય છે. A અને B પાંખિયાની સુરેખ ધાર એક જ સીધી રેખામાં હોય છે.

આ સાધનમાં મુખ્ય માપક્રમ M ઉપર બીજો નાનો સરકતો માપક્રમ ગોઠવવામાં આવે છે. આ સરકતા માપક્રમને વર્નિયર માપક્રમ કહે છે. વર્નિયર માપક્રમના ડાબા છેડે બે પાંખિયાં(દાંતા) C અને D છે. C અને D પાંખિયાંની સુરેખ ધાર એક જ સીધી રેખામાં છે. તે આકૃતિ-1 માં જોઈ શકાય છે.

ત્રુટીરહિત વર્નિયર કેલિપર્સમાં AB અને CD ના સુરેખ ભાગ એકબીજાના સંપર્કમાં હોય ત્યારે મુખ્ય માપક્રમ પર શૂન્યક્રમનો દર્શાવેલો કાપો અને વર્નિયર માપક્રમ પરના શૂન્યક્રમનો દર્શાવેલો કાપો એકબીજાની સીધી રેખામાં છે એટલે કે એકબીજા પર સંપાત થાય છે.

1.4 વર્નિયર કેલિપર્સનું લઘુતમ માપ (Least count of Vernier Calipers):

લઘુતમ માપશક્તિની વ્યાખ્યા: “કોઈ સાધન વડે જે નાનામાં નાનું માપ ચોકસાઈભરી રીતે માપી શકાય તેને આપેલા સાધનનું લઘુતમ માપ કહે છે.”



આકૃતિ-2 માં બતાવ્યા પ્રમાણે અહીં વર્નિયર માપક્રમ પર આંકવામાં આવેલો નાનામાં નાનો વિભાગ એ મુખ્ય માપક્રમ પરના નાનામાં નાના વિભાગ કરતાં પણ સહેજે નાનો હોય છે.

પ્રયોગશાળામાં વપરાતાં વર્નિયર કેલિપર્સમાં વર્નિયરની નીચેની કિનારી(વર્નિયર માપપટ્ટી) પર આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે એકબીજાથી સરખા અંતરે 10 વિભાગ અંકિત કરેલા છે. જેની લંબાઈ મુખ્ય માપપટ્ટી પરના 9 વિભાગ જેટલી હોય છે.

વર્નિયર કેલિપર્સનું લઘુતમ માપ = (મુખ્ય માપપટ્ટી પરના બે ક્રમિક કાપાઓ વચ્ચેનું અંતર)-(વર્નિયર માપપટ્ટી પરના બે ક્રમિક કાપાઓ વચ્ચેનું અંતર) -----(1)

આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે

મુખ્ય માપપટ્ટી પરના બે ક્રમિક કાપાઓ વચ્ચેનું અંતર= M

વર્નિયર માપપટ્ટી પરના બે ક્રમિક કાપાઓ વચ્ચેનું અંતર= V

તેથી વર્નિયર કેલિપર્સનું લઘુતમ માપ = $M - V$ ----- (2)

વર્નિયર કેલિપર્સનું લઘુતમ માપ સમીકરણ (2) વડે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય છે.

હવે વર્નિયર માપક્રમ $x(10)$ વિભાગની લંબાઈ= મુખ્ય માપક્રમના $y(9)$ વિભાગની લંબાઈ

$$xV = yM$$

$$\text{આમ, } V = \frac{yM}{x} \text{ ----- (3)}$$

તેથી સમીકરણ (2) અને (3) પરથી વર્નિયર કેલિપર્સનું લઘુતમ માપ= $M - \left(\frac{yM}{x}\right)$

$$\text{લઘુતમ માપ} = M - \left(\frac{x-y}{x}\right)$$

પરંતુ $x - y = 1$ થાય છે, આથી વર્નિયર કેલિપર્સનું લઘુતમ માપ = $\frac{M}{x}$

વર્નિયર કેલિપર્સનું લઘુતમ માપ= $\frac{\text{મુખ્ય માપપટ્ટી પર એક વિભાગનું મૂલ્ય}}{\text{વર્નિયર માપપટ્ટી પરના કુલ વિભાગની સંખ્યા}}$

આકૃતિ પ્રમાણે લઘુતમ માપ $\frac{0.1}{10}$ સેમી. = 0.01 સેમી.

1.5 વર્નિયર કેલિપર્સની ત્રુટી (Error of Vernier Calipers):

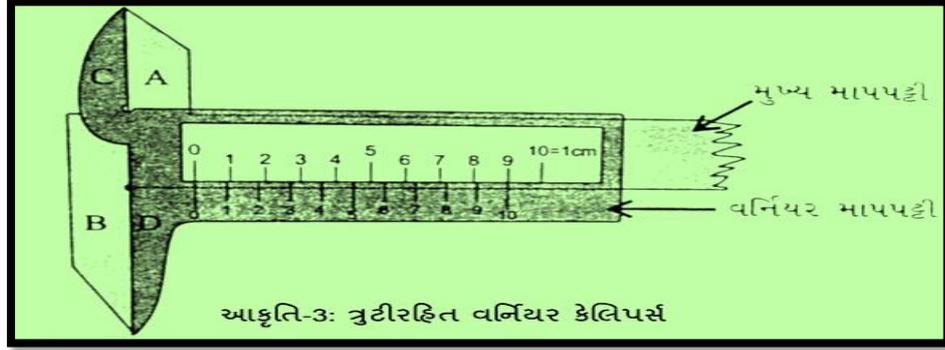
ત્રુટીના ઉદગમો(Source of Error):

વર્નિયર કેલિપર્સનો ઉપયોગ કરીને મેળવેલું અવલોકન ખોટું બની શકે. જો,

(1) સાધનમાં ઉદભવેલી શૂન્ય ત્રુટીને ધ્યાનમાં લેવાયેલ ન હોય અને

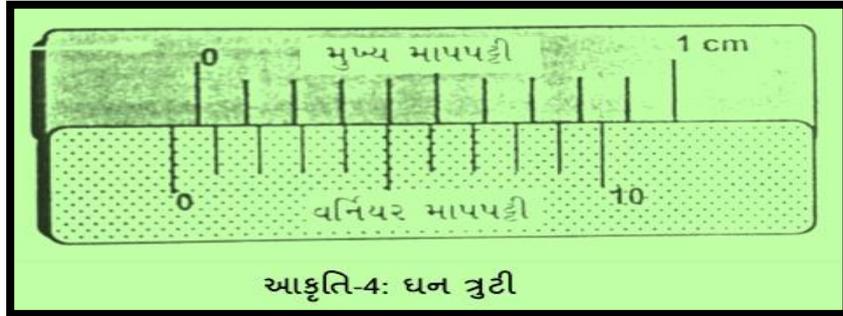
(2) વર્નિયર કેલિપર્સ, પદાર્થની સાપેક્ષે યોગ્ય સ્થિતિમાં ગોઠવાયેલ ન હોય, ખાલી જગ્યા અથવા અનુચિત દબાણ અથવા બંને નિવારો.

કોઈક વાર માપન માટેના સાધનની બનાવટમાં ખામી રહી જાય અથવા તો સંવેદી સાધનનો વારંવાર બેદરકારીથી ઉપયોગ કરવામાં આવે તો સાધનમાં ત્રુટી પ્રવેશે છે. આથી તેનો ઉપયોગ કરતાં પહેલાં ત્રુટી દૂર કરીને અથવા યોગ્ય ત્રુટી નિવારણ પદ્ધતિનો ઉપયોગ કરીને જ આ સાધન વાપરવું જોઈએ.



આકૃતિ-૩માં દર્શાવ્યા મુજબ મુખ્ય માપપટ્ટી અને વર્નિયર માપપટ્ટીનાં પાંખિયાં જ્યારે એકબીજાને સ્પર્શે ત્યારે જો મુખ્ય માપપટ્ટીનો શૂન્યાંક અને વર્નિયર માપપટ્ટીનો શૂન્યાંક એક જ સીધી રેખામાં આવતા હોય એટલે કે સંપાત થતા હોય તો, ઉપયોગમાં લીધેલ વર્નિયર કેલિપર્સ ત્રુટીરહિત છે તેમ કહેવાય.

ધન ત્રુટી કે જેનો અવલોકનમાં સુધારો ઋણ કરવો: (Positive error) :



હવે જ્યારે મુખ્ય માપપટ્ટી અને વર્નિયર માપપટ્ટીનાં પાંખિયાં એકબીજાને સ્પર્શે ત્યારે આકૃતિ-૪માં બતાવ્યા મુજબ જો વર્નિયર માપક્રમ પરનો શૂન્ય કાપો માપક્રમના શૂન્ય કાપાની જમણી બાજુએ આવે તો આ પ્રકારની ત્રુટીને ધન ત્રુટી કહે છે.

આવા પ્રકારની ત્રુટીવાળા વર્નિયરથી લીધેલું માપ સાચા માપ કરતાં વધારે આવે છે. આથી સાચું માપ મેળવવા માટે ત્રુટી જેટલું માપ એ લીધેલા માપમાંથી બાદ કરવું જોઈએ.

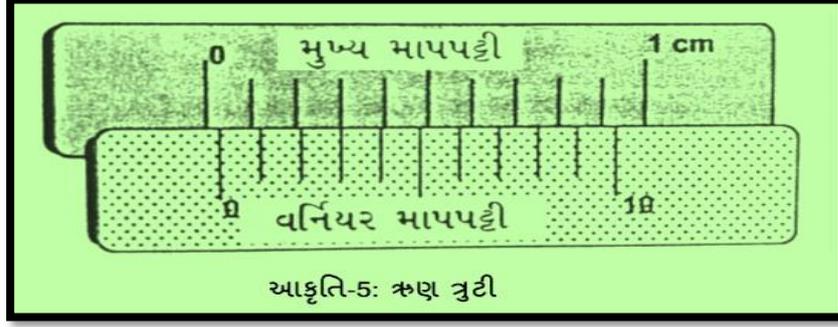
ધન ત્રુટીનું મૂલ્ય કઈ રીતે નક્કી કરશો?

ધન ત્રુટી નક્કી કરવા માટે વર્નિયર માપક્રમનો કયો કાપો મુખ્ય માપક્રમના કોઈ પણ એક કાપા સાથે સંપાત થાય છે તે નક્કી કરવું જોઈએ. આકૃતિમાં વર્નિયર માપક્રમનો ત્રીજો કાપો મુખ્ય માપક્રમના કાપા સાથે એકાકાર થાય છે. એટલે કે સીધી રેખામાં આવે છે આથી,

ધન ત્રુટી = ૩ x લઘુત્તમ માપ = ૩ x ૦.૦૧ સે. મી. = ૦.૦૩ સે. મી.

તેથી ઋણ સુધારો = -૦.૦૩ સે. મી.

ઋણ ત્રુટી કે જેનો અવલોકનમાં સુધારો ધન કરવો(Negative error):



હવે જ્યારે મુખ્ય માપપટ્ટી અને વર્નિયર માપપટ્ટીનાં પાંખિયાં એકબીજાને સ્પર્શે ત્યારે આકૃતિ-5માં દર્શાવ્યા મુજબ જો વર્નિયર માપક્રમ પરનો શૂન્ય કાપો મુખ્ય માપક્રમ પરના શૂન્ય કાપાની ડાબી બાજુએ આવે તો આ પ્રકારની ત્રુટીને ઋણ ત્રુટી કહે છે.

આવા પ્રકારના વર્નિયરથી લીધેલું માપ સાચા માપ કરતાં ઓછું આવે છે. આથી સાચું માપ મેળવવા માટે ત્રુટી જેટલું માપ લીધેલા માપમાં ઉમેરવું જોઈએ.

ઋણ ત્રુટીનું મૂલ્ય કઈ રીતે નક્કી કરશો ?

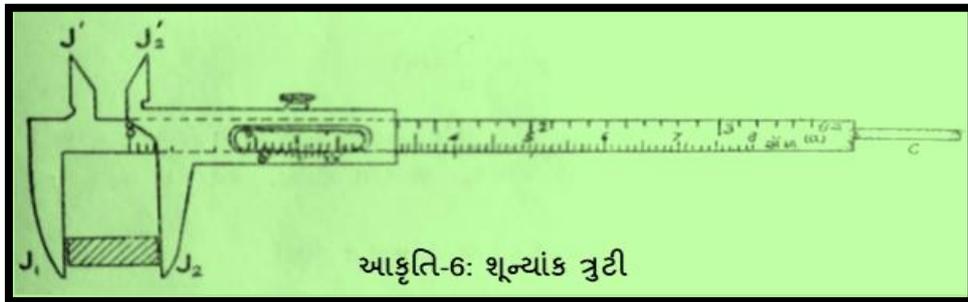
ઋણ ત્રુટી નક્કી કરવા માટે વર્નિયર માપક્રમનો કયો કાપો મુખ્ય માપક્રમના કોઈ પણ એક કાપા સાથે સંપાત થાય છે તે નક્કી કરવું જોઈએ. પરંતુ કાપાનો ક્રમાંક વર્નિયર માપક્રમના જમણા છેડેથી એટલે કે 10મા કાપાને શૂન્ય ગણી ગણવો જોઈએ. આકૃતિમાં આ રીતે ગણતાં વર્નિયર માપક્રમનો છઠ્ઠો કાપો મુખ્ય માપક્રમના કાપા સાથે એકાકાર થાય એટલે કે સીધી રેખામાં આવે છે. આથી, ઋણ ત્રુટી = $-6 \times$ લઘુતમ માપ = -6×0.01 સેમી.

ઋણ ત્રુટી = -0.06 સેમી.

તેથી ધન સુધારો = $+0.06$ સેમી.

શૂન્યાંકી ત્રુટી(zero error):

વસ્તુની વાસ્તવિક વિમિત લીધેલા માપ અને કેલિપર્સ બંધ હોય ત્યારના માપના તફાવત બરાબર હોય છે. સામાન્ય રીતે કેલિપર્સ બંધ કરીએ ત્યારે વર્નિયરનો શૂન્યાંક મુખ્ય માપપટ્ટીના શૂન્યાંકની સીધમાં હોવો જોઈએ. તેમ ન હોય તો સાધનમાં શૂન્યાંકી ત્રુટી છે તેમ કહેવાય છે. આ ત્રુટી માપ લેતી વખતે ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ. વર્નિયર બંધ કરીને J_1J_2 સંસર્ગમાં લાવો. વર્નિયરનો શૂન્યાંક (1)મુખ્ય માપપટ્ટીના શૂન્યાંકની સીધમાં હશે. અથવા (2)તેની જમણી બાજુએ હશે અથવા (3) તેની ડાબી બાજુએ હશે.

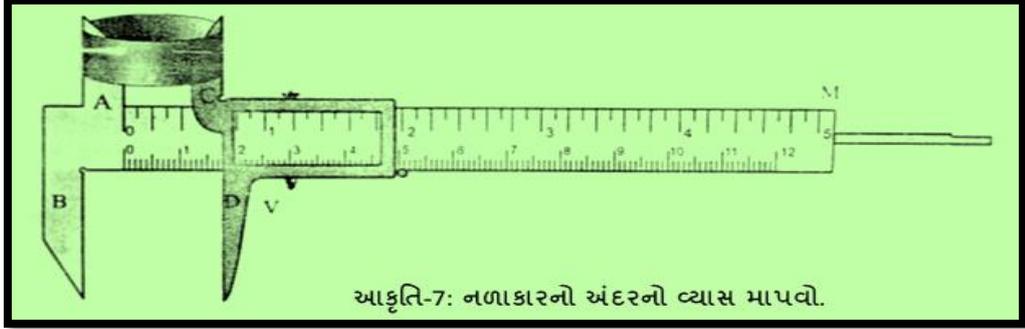


જો સીધમાં હોય તો શૂન્યાંકી ત્રુટી શૂન્ય છે જો જમણી બાજુ હોય તો શૂન્યાંકી ત્રુટી ધન છે. જે ખરું માપ મેળવવા માટે પ્રાપ્ત અવલોકનમાંથી બાદ કરવી જોઈએ. જો ડાબી બાજુ હોય તો શૂન્યાંકી ત્રુટી ઋણ હોય છે અને તે પ્રાપ્ત અવલોકનમાં ઉમેરવી જોઈએ. ધન ત્રુટી હોય તો વર્નિયર પરની ડાબી બાજુથી એટલે કે શૂન્યાંકથી શરૂ કરીને તેનો જે અંક મુખ્ય માપપટ્ટી પરના કોઈ અંકની સીધમાં આવે તે અંક ગુણ્યા લઘુતમ માપાંક બરાબર ધન શૂન્યાંકી ત્રુટી થાય છે.

ઋણ ત્રુટી હોય તો વર્નિયર પરની જમણી બાજુથી (એટલે કે 10 ના અંકથી) શરૂ કરીને તેનો જે અંક મુખ્ય માપપટ્ટી પરના કોઈ અંકની સીધમાં આવે તે અંક ગુણ્યા લઘુઅતમ માપાંક બરાબર ઋણ શૂન્યાંકી ત્રુટી થાય છે.

1.6 વર્નિયર કેલિપર્સની મદદથી અવલોકન લેવાની રીત (Method of taking observation with the help of vernier calipers):

પોલા નળાકારનો અંદરનો વ્યાસ માપવો હોય તો પોલા નળાકારના અંદરના ભાગમાં વર્નિયર કેલિપર્સનાં ઉપરનાં પાંખિયાં આકૃતિ-7માં દર્શાવ્યા મુજબ નળાકારની અંદરની સામસામી સપાટીને સ્પર્શ કરે તે રીતે ગોઠવો. આ વખતે પાંખિયાં પર વધુ પડતાં બળનો પ્રયોગ ન કરશો.



હવે વર્નિયર માપક્રમ પરનો શૂન્યક્રમનો કાપો મુખ્ય માપક્રમ પરના કયા બે કાપાની વચ્ચે આવે છે તે જુઓ. આમાંથી જે ઓછું મુલ્ય દર્શાવે છે તે મુલ્યને મુખ્ય માપ(A) કહે છે.

આકૃતિમાં દર્શાવે છે કે વર્નિયર માપક્રમનો શૂન્યક્રમનો કાપો મુખ્ય માપક્રમના 2.3 સે.મી. અને 2.4 સે.મીની વચ્ચે છે એટલે કે આમાં ઓછું મુલ્ય 2.3 સે.મી. છે, જે મુખ્ય માપક્રમનું વાચન છે. $A = 2.3$ સે.મી. છે.

હવે આ માપ 2.3 સે.મી. કરતાં કેટલું વધારે છે, તે જાણવા વર્નિયર માપક્રમનું વાંચન કરવું પડે. આ માટે વર્નિયર માપક્રમનો કયો કાપો મુખ્ય માપક્રમના કોઈ એક કાપા સાથે સંપાત થાય છે તે શોધો. તેને એકાકાર થતો કાપો N કહીશું.

આકૃતિ દર્શાવે છે કે વર્નિયર માપક્રમનો શૂન્ય પછીનો ત્રીજો કાપો મુખ્ય માપક્રમના કોઈ એક કાપા સાથે સંપાત થાય છે. કાપાની આ સંખ્યા N ને વર્નિયર કેલિપર્સના લઘુતમ માપ સાથે ગુણતાં વર્નિયર માપક્રમનું અવલોકન B સે.મી. મળે.

તેથી વર્નિયર માપક્રમનું અવલોકન $B = N \times$ લઘુતમ માપ

$$= 3 \times 0.01 = 0.03 \text{ સે.મી.}$$

સંયુક્ત માપ = મુખ્ય માપ(A) + વર્નિયર માપ (B)

$$= 2.3 \text{ સે.મી.} + 0.03 \text{ સે.મી.} = 2.33 \text{ સે.મી.}$$

1.7 સાવચેતીઓ (Precautions):

1. જો વર્નિયર માપક્રમ એ મુખ્ય માપક્રમ પર સરળતાથી સરકે નહીં તો મશીન ઓઇલ/ગ્રીસનો ઉપયોગ કરો.
2. સ્ફૂના આંટાઓને થતું કોઈપણ પ્રકારનું નુકશાન અટકાવવા માટે વર્નિયર માપક્રમનો સ્ફૂ કોઈ વધારાના અનુચિત દબાણ વિના સજ્જ કરો.
3. દ્રષ્ટિસ્થાનભેદ ને લીધે ઉદભવતી કોઈપણ ત્રુટીને નિવારવા વિભાગના ચિહ્ન ઉપર જ સીધી નજર (લંબ નજર) રાખો.
4. દરેક અવલોકન યોગ્ય સાર્થક અંકો અને એકમો સહિત નોંધો.

2. માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ: (Micrometer Screw)

2.1 પ્રસ્તાવના (Introduction):

વર્નિયર કેલિપર્સની મદદથી 10^{-4} મીટર (એટલે કે 0.01 સે.મી.) જેટલું અંતર ચોકસાઇભરી રીતે માપી શકાય છે. હવે જ્યારે તેનાથી પણ શૂન્ય માપ લેવાં હોય અથવા તેનાથી પણ સૂક્ષ્મ અંતર સુધીનાં ચોકસાઇપૂર્વકનાં માપ લેવાં હોય ત્યારે માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂનો ઉપયોગ થાય છે. આ ઉપકરણને માઇક્રોમીટર તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.(માઇક્રોમીટર એ મીટરનો દસ લાખમો ભાગ છે કારણ કે $1\mu m = 10^{-6}m$) આ પ્રયોગ દ્વારા પાતળા તાર, પાતળી કવરસ્લિપ, નક્કર ગોળા કે બ્લેડ વગેરેની જાડાઇ માપવા માટે માઇક્રોમીટરસ્ક્રૂનો ઉપયોગ કરી શકાય છે.

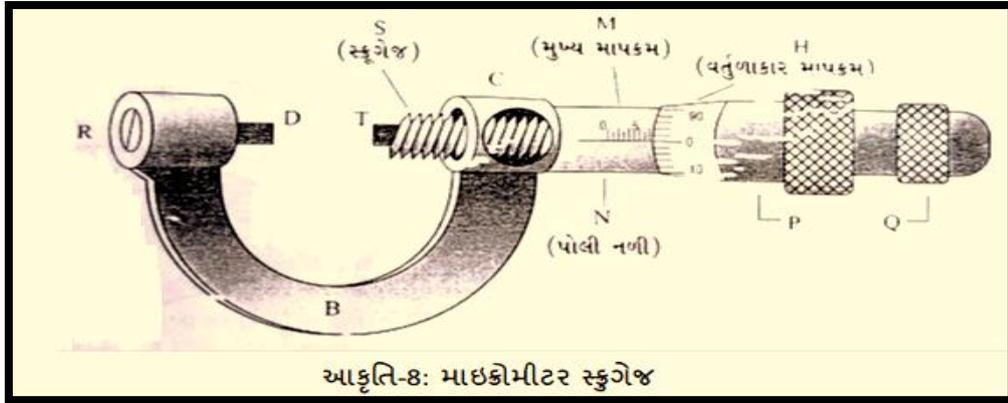
2.2 સિધ્ધાંત (Principle):

આ સાધન વર્નિયર માપક્રમના તેમજ સ્ક્રૂગેજના સિધ્ધાંત પર રચાયેલું છે. સ્ક્રૂ ગેજના સિધ્ધાંત પ્રમાણે સ્ક્રૂ ગેજને જ્યારે ગોળ ફેરવવામાં આવે ત્યારે સ્ક્રૂગેજના સપાટ છેડાની અણીનું રેખીય સ્થાનાંતર સ્ક્રૂગેજના કોણીય સ્થાનાંતરના સમપ્રમાણમાં હોય છે. સ્ક્રૂગેજ તેનું એક ભ્રમણ પૂરું કરે ત્યારે તેનો સ્પાટ છેડો સ્ક્રૂગેજના એક વિભાગ જેટલું અંતર આગળ કે પાછળ ખસે છે. આ અંતરને પેચ કહે છે.

2.3 આકૃતિ અને રચના (Figure and Construction):

આ સાધનની રચનાને મુખ્ય ચાર ભાગોમાં વહેંચી તેનો અભ્યાસ કરી શકાય છે.

(1)મુખ્ય માપક્રમ(M) (2)વર્તુળાકાર માપક્રમ(H) (3) સ્ક્રૂગેજ (S) (4) સ્ક્રૂગેજના ચપટા છેડા (D અને T)

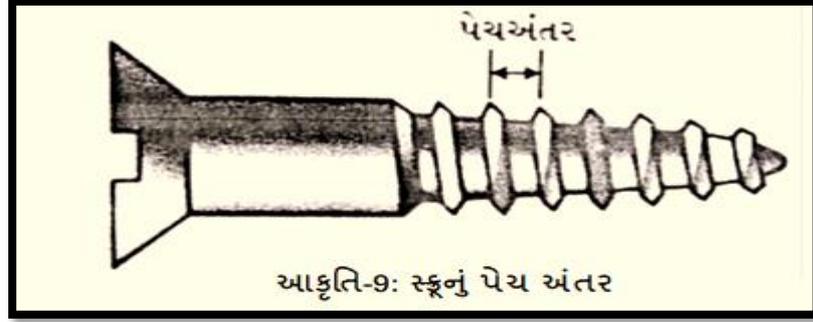


માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂગેજ આકૃતિ-8માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે હોય છે.આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે આ સાધનમાં U આકારની અથવા લંબચોરસ આકારની ઘાતુની એક જાડી પટ્ટી B હોય છે. તેના બંને છેડા પોલા નળાકાર જેવા હોય છે. તેના એક પોલા છેડે ચપટા છેડાવાળો નાનો સ્ક્રૂ R હોય છે. અને તેના બીજા પોલા છેડા સાથે એક પોલી નળી N જોડેલી હોય છે. આ નળી પર મુખ્ય માપક્રમની સંદર્ભરેખા XY દોરેલી હોય છે. સ્ક્રૂગેજ S નો બીજો છેડો પોલી નળી N માંથી પસાર કરી, N પરની બીજી પોલી નળી PQ સાથે જોડેલો હોય છે. પોલી નળી PQ ને મુખ્ય માપક્રમ ધરાવતી નળી N પર આગળ- પાછળ સરકાવી શકાય છે. સ્ક્રૂગેજ S નો છેડો T ,આગળ- પાછળ સરકાવી છેડાઓ D અને T વચ્ચેના અંતરમાં જરૂરિયાત મુજબ વધઘટ કરી શકાય છે. નળી N પરની સંદર્ભરેખા XY પર 0.5 મીલીમીટર કે 1 મીલીમીટરના અંતરે 15, 20 કે 25 કાપાઓ અંકિત કરેલા હોય છે. આ માપક્રમને મુખ્ય માપક્રમ કહે છે.મુખ્ય માપક્રમ ઉપર આગળ-પાછળ ફરી શકે તેવા પોલા

વર્તુળાકાર PQ ના P છેડા પર વર્તુળાકાર માપક્રમ આવેલ હોય છે. તેના ઉપર એકસરખા અંતરે 50 કે 100 ક્રાપાઓ અંકિત કરેલા હોય છે. આ વર્તુળાકાર માપક્રમને વર્નિયર માપક્રમ કે હેડ માપક્રમ H પણ કહે છે.

2.4 માઇક્રોમીટરના સ્ક્રૂગેજનું પેચ અંતર નક્કી કરવું (Definition of pitch and its determination):

સ્ક્રૂગેજ પરના બે ક્રમિક દોરા(આંટા) વચ્ચેનું અંતર સમાન હોય છે અને આ અંતરને આંટા ગાળો કે પેચ અંતર કહે છે.



પેચ અંતર નક્કી કરવા માટે આકૃતિ-9માં દર્શાવ્યા મુજબ વર્તુળાકાર માપક્રમનો શૂન્યક્રમનો ક્રાપો મુખ્ય માપક્રમની સંદર્ભરેખા XY સાથે એકરેખ સ્થિત એવી રીતે કરો કે જેથી વર્તુળાકાર માપક્રમ Hની ધાર મુખ્ય માપક્રમના કોઈ એક ક્રાપા પર સંપાત થાય છે.

હવે વર્તુળાકાર માપક્રમને એક પૂર્ણ પરિભ્રમણ આપો. આથી વર્તુળાકાર માપક્રમની કિનારી(ધાર)મુખ્ય માપક્રમ પર જેટલું અંતર ખસે તે અંતરને આપેલા સ્ક્રૂગેજનું પેચઅંતર કહે છે. વર્તુળાકાર માપક્રમની કિનારીનું સ્થાનાંતર જો 0.5 મી.મી. હોય તો સ્ક્રૂગેજનું પેચ અંતર 0.5 મી.મી. થાય અથવા જો આ સ્થાનાંતર 1 મી.મી. હોય તો પેચ અંતરનું મૂલ્ય 1 મી.મી. થયું ગણાય.

2.5 માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂનું લઘુત્તમ માપ(Least count of Micrometer screw):

આપેલા સાધન વડે ઓછામાં ઓછું જેટલું માપ ચોકસાઈપૂર્વક માપી શકાય છે તે માપને તે સાધનનું લઘુત્તમ માપ કહે છે. માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ ગેજનું લઘુત્તમ માપ શોધવા માટે મુખ્ય માપક્રમ(પેચ અંતર) અને વર્તુળાકાર માપક્રમનો ઉપયોગ થાય છે. ધારો કે અહીંયાં વર્તુળાકાર માપક્રમ પર વિભાગ છે. (જે સામાન્ય રીતે 50 કે 100 હોય છે.)

વર્તુળાકાર માપક્રમને એક પૂર્ણ પરિભ્રમણ કરાવતાં તે મુખ્ય માપક્રમ પર પેચ અંતર જેટલું સ્થાનાંતર અનુભવે છે.

$$\text{માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂગેજનું લઘુત્તમ માપ(L)} = \frac{\text{પેચ અંતર (p)}}{\text{વર્તુળાકાર માપક્રમ પરના કુલ વિભાગો ની સંખ્યા}}$$

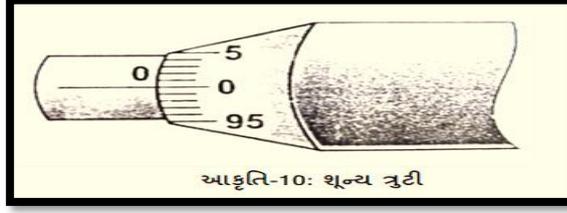
જો વર્તુળાકાર માપક્રમ(H) પર કુલ એકસરખા 100 વિભાગ હોય અને સ્ક્રૂગેજનું પેચઅંતર (p) 1મી.મી હોય તો લઘુત્તમ માપ = $\frac{0.1}{100}$ સેમી.=0.001 સેમી.

2.6 માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની ત્રુટી (Error of Micrometer screw):

ત્રુટીના ઉદગમો(Source of error):

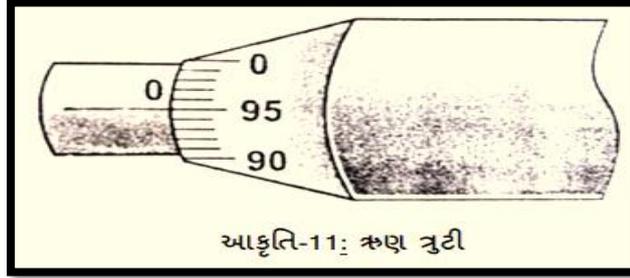
1.તકતી સમાન જાડાઈ ધરાવતી ન પણ હોય.

2.તીવ્ર નકારાત્મક પ્રતિક્રિયાને લીધે ઉદભવતી ત્રુટી(Backlash error) લઘુત્તમ કરી શકાય છે પરંતુ સંપૂર્ણપણે નાબૂદ કરી શકાતી નથી.



આકૃતિ-8માં દર્શાવ્યા મુજબ માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂગેજના ચપટા છેડા D અને T ને એકબીજાના સંસર્ગમાં લાવવામાં આવે ત્યારે આકૃતિ-10માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વર્તુળાકાર માપક્રમનો શૂન્યક્રમનો કાપો મુખ્ય માપક્રમની સંદર્ભરેખા પરના શૂન્યાંક સાથે એકરેખસ્થ થશે અને ત્યારે સાધન ત્રુટીરહિત છે તેમ કહેવાય. જો આમ, ન થાય તો તે સાધન ત્રુટીવાળું છે તેમ કહેવાય.

ઋણ ત્રુટી કે જેનો અવલોકનમાં સુધારો ધન કરવો પડે(Negative error):



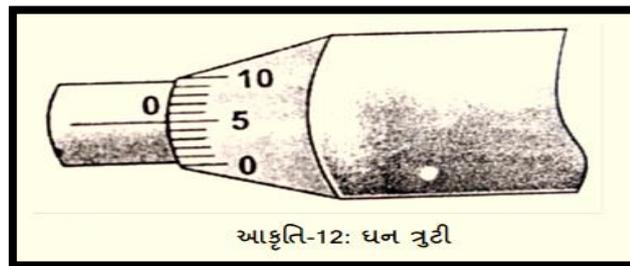
આકૃતિ-8માં દર્શાવ્યા મુજબ માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂગેજના ચપટા છેડા D અને T ને એકબીજાના સંસર્ગમાં લાવવામાં આવે ત્યારે આકૃતિ-11માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વર્તુળાકાર માપક્રમનો શૂન્યક્રમનો કાપો મુખ્ય માપક્રમની સંદર્ભરેખાની ઉપર આવે તો ત્રુટી ઋણ છે તેમ કહેવાય. આથી સુધારો ધન થાય.

ઋણ ત્રુટીનું મૂલ્ય કઈ રીતે નક્કી કરશો?

ઋણ ત્રુટી નક્કી કરવા માટે વર્તુળાકાર માપક્રમનો ક્યો કાપો મુખ્ય માપક્રમની સંદર્ભરેખા સાથે સંપાત થાય છે તે નક્કી કરો. આકૃતિ-11 પ્રમાણે વર્તુળાકાર માપક્રમનો 95મો કાપો માપક્રમની સંદર્ભરેખા સાથે એકાકાર થાક્ય છે. આથી, વર્તુળાકાર માપક્રમના કુલ કાપા 100 માંથી 95 બાદ કરીને જે આવે તેને લઘુત્તમ માપ વડે ગુણી આવી રીતે ત્રુટી શોધાય.

$$\begin{aligned} \therefore \text{ઋણ ત્રુટી} &= - 5 \times \text{લઘુત્તમ માપ} \\ &= - 5 \times 0.001 \text{ સેમી.} = -0.005 \text{ સેમી.} \\ \text{આથી ધન સુધારો} &= +0.005 \text{ સેમી.} \end{aligned}$$

ધન ત્રુટી કે જેનો અવલોકનમાં સુધારો ઋણ કરવો પડે (Positive error):



આકૃતિ-8માં દર્શાવ્યા મુજબ માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂજના ચપટા છેડા D અને T ને એકબીજાના સંસર્ગમાં લાવવામાં આવે ત્યારે આકૃતિ-12માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વર્તુળાકાર માપકમનો શૂન્યકમનો કાપો મુખ્ય માપકમની સંદર્ભરેખાની નીચે આવે તો ત્રુટી ઘન છે તેમ કહેવાય. આથી સુધારો ઋણ થાય.

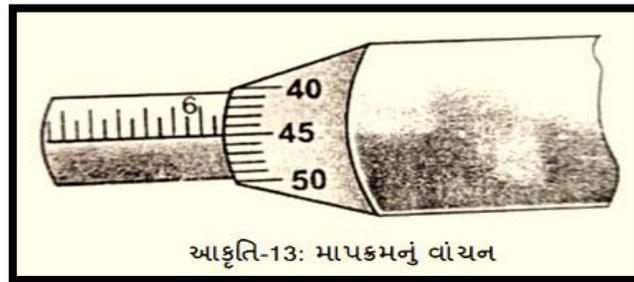
ઘન ત્રુટીનું મુખ્ય કઇ રીતે નક્કી કરશો?

ઘન ત્રુટી નક્કી કરવા માટે વર્તુળાકાર માપકમનો શુન્યથી શરૂ કરીને કેટલામો કાપો મુખ્ય માપકમની સંદર્ભરેખા સાથે એકરેખસ્થ થાય છે તે નક્કી કરો. આકૃતિ-12માં બતાવ્યા પ્રમાણે વર્તુળાકાર માપકમનો શૂન્યથી 5મો કાપો મુખ્ય માપકમની સંદર્ભરેખા સાથે એકરેખસ્થ થાય છે, આથી,

$$\begin{aligned} \therefore \text{ઘન ત્રુટી} &= +5 \times \text{લઘુતમ માપ} \\ &= +5 \times 0.001 \text{ સેમી.} = +0.005 \text{ સેમી.} \\ \text{આથી ઋણ સુધારો} &= -0.005 \text{ સેમી.} \end{aligned}$$

2.7 માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની મદદથી અવલોકન લેવાની રીત (Method of taking observation with the help of Micrometer screw):

જે વસ્તુનો વ્યાસ કે જાડાઇનું માપન કરવું હોય તેને માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂજના છેડા D અને T વચ્ચે રાખીને PQ નળીને Q પાસેથી પકડીને ફેરવો. હવે જ્યારે આપેલી વસ્તુ D અને T વચ્ચે બરાબર પકડમાં આવી જશે એટલે Q છેડેથી “કટ...કટ...” અવાજ સંભળાશે, માત્ર બે વક્રહત કટ અવાજ આવે ત્યારે પ્રેશર આપવાનું બંધ કરો. જે તમને નળી પર બળ લગાડવાનું બંધ કરવાનું કહે છે. હવે અવલોકન નોંધવાનું શરૂ કરો તે પહેલાં મુખ્ય માપકમનું અવલોકન લેવું જોઇએ. આ માટે માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂજની વર્તુળાકાર માપકમની કિનારીનું સ્થાન મુખ્ય માપકમ પરના ક્યા બે કાપા વચ્ચે છે તે નક્કી કરો. આ માટે વર્તુળાકાર માપકમની કિનારી મુખ્ય માપકમ ઉપરના જે બે કાપા વચ્ચે આવે તેમાંના નાના માપને મુખ્ય માપકમનું અવલોકન (A) કહેવાય



જે આકૃતિ-13માં 6.5 મીમી અને 7 મીમીની વચ્ચે છે તેથી મુખ્ય માપકમનું અવલોકન(A) 6.5 મીમી(0.65 સેમી.) છે.

$$6.5 \text{ મી.મી} = 0.65 \text{ સેમી.}$$

હવે વર્તુળાકાર માપકમનું અવલોકન લો. આ માટે વર્તુળાકાર માપકમનો ક્યા કાપો મુખ્ય માપકમ પરની સંદર્ભરેખા XY સાથે એકરેખસ્થ થાય છે તે શોધી કાઢો. ધારો કે આકૃતિ-13માં બતાવ્યા પ્રમાણે 45મો કાપો સંદર્ભરેખા સાથે એકરેખસ્થ થાય છે.

તેથી વર્તુળાકાર માપકમનું અવલોકન B = બંધબેસતા કાપાનો ક્રમાંક × લઘુતમ માપ

$$= 45 \times \text{લઘુતમ માપ} = 45 \times 0.001 \text{ સેમી.} = 0.045 \text{ સેમી.}$$

આથી, સંયુક્ત માપ = મુખ્ય માપ (A) + વર્તુળાકાર માપકમનું માપ(B)

$$= 0.65 \text{ સેમી.} + 0.045 \text{ સેમી.} = 0.695 \text{ સેમી.}$$

2.8 સાવચેતીઓ (Precautions):

1. અનુચિત દબાણ કે જે વ્યાસમાં ફેરફાર કરાવી શકે તેને નિવારવા માટે સ્ક્રૂગેજની સચોટ ગોઠવણનો ફરજિયાત ઉપયોગ કરવો.
2. સ્ક્રૂને માત્ર એક જ દિશામાં ફેરવવો નહીતર સ્ક્રૂમાં પ્લે ઉત્પન્ન થશે.
3. સ્ક્રૂ ઘર્ષણ વિના મુક્ત રીતે ખસવું જોઈએ.
4. તારની લંબાઈ પરના ઓછામાં ઓછા જુદાં જુદાં ચાર બિંદુઓ પાસેથી અવલોકનો લેવા જોઈએ.
5. દ્રષ્ટિસ્થાનભેદને લીધે ઉદભવતી ત્રુટીને નિવારવા બધાજ અવલોકનો આંખને લંબરૂપે રાખી(લંબ નજરે) મેળવો.

3.સ્ફેરોમીટર (Spherometer):

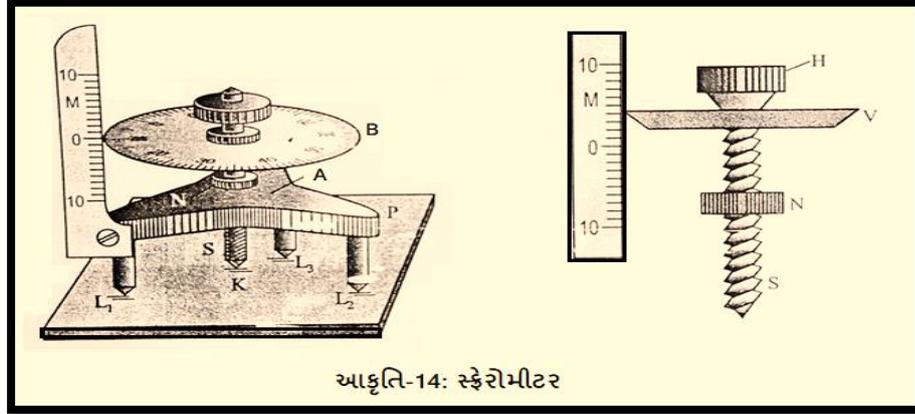
3.1 પ્રસ્તાવના (Introduction):

વક્રસપાટીની વક્રતાત્રિજ્યા શોધવા માટે કે ખૂબજ પાતળી (સૂક્ષ્મ) તકતીની જાકડાઇ (જેવી કે કવરસ્લિપ, પાતળી પેપરશીટ) માપવા માટે ઉપયોગમાં લેવામાં આવતા આ સાધનને સ્ફેરોમીટર તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

3.2 સિધ્ધાંત (Theory):

સ્ફેરોમીટર 'સ્ફૂગેજ' ના સિધ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે. તેથી તેનું લઘુત્તમ માપ માઇક્રોમીટર સ્ફૂગેજની માફક નક્કી કરી શક્ય છે.

3.3 આકૃતિ અને રચના (Figure and construction):



આકૃતિ-14માં સ્ફેરોમીટરની રચના દર્શાવેલ છે. સ્ફેરોમીટરની રચનામાં ઘાતુની (ત્રિપાઇ આકારની) ફેમને ત્રણ પાયા L_1, L_2 અને L_3 આધાર પર ટેકવેલ હોય છે. ત્રણેય પાયાના અણીદાર છેડા એક જ સમતલમાં સમબાજુ ત્રિકોણ રચે છે. ત્રિકોણાકાર ફેમના કેન્દ્ર પર નટ N માંથી પસાર થતો સ્ફૂ S નો અણીદાર છેડો K સમબાજુ ત્રિકોણના ગુરુત્વકેન્દ્ર પર રહે છે. સ્ફૂ S ના મથાળે ઘાતુની એક વર્તુળાકાર તકતી B ગોઠવેલ હોય છે. ગોળ ફરી શકે તેવા મથાળા H ની મદદથી સ્ફૂ અને પરિણામે તકતીને ભ્રમણ કરાવી શકાય છે. વર્તુળાકાર તકતીની ધાર (પરિઘ) પર સરખા અંતરે 50, 100 કે 200 વિભાગ કરેલા હોય છે તેને વર્તુળાકાર સ્કેલ કહે છે. વર્તુળાકાર સ્કેલને સ્પર્શોલી અને સ્ફૂને સમાંતર રહે તેમ એક ઊભી પટ્ટી M ત્રિપાઇ સાથે જડેલી હોય છે જેને મુખ્ય સ્કેલ કહે છે. આ સ્કેલ M પર નાનામાં નાનો વિભાગ 1 મીમી. કે 0.5 મીમી હોય છે.

3.4 પેચ અંતર (Pitch distance):

સ્ફેરોમીટરની વર્તુળાકાર તકતી B ને ફેરવતાં વર્તુળાકાર માપક્રમ, મુખ્ય માપક્રમ પર (પરિભ્રમણ રીત મુજબ) ઊંચે કે નીચે જાય છે. તકતીને એક પૂર્ણ પરિભ્રમણ આપતાં સ્ફૂનો અણીદાર છેડો પેચ અંતર (p) જેટલું ખસે છે. સામાન્ય રીતે એક પૂર્ણ પરિભ્રમણ આપતા સ્ફૂ મુખ્ય સ્કેલ પર એક વિભાગ જેટલો ખસે છે.

આ માટે વર્તુળાકાર સ્કેલના શૂન્ય કાપાને મુખ્ય સ્કેલની સામે લાવો (એકાકાર કરો) અને હવે સ્ફૂને n પૂર્ણ પરિભ્રમણ (4 કે 5) કરાવો. આ સંજોગોમાં મુખ્ય સ્કેલ પર થતું સ્ફૂનું સ્થાનાંતર d હોય તો,

$$\text{પેચ અંતર } p = \frac{d}{n}$$

3.5 સ્ફેરોમીટરનું લઘુત્તમ માપ (Least count of Spherometer):

સ્ફેરોમીટરના સ્ક્રૂને તેના વર્તુળાકાર માપકમના એક વિભાગ જેટલો ફેરવવાથી તે (મુખ્ય સ્કેલ પર) જે અંતર ખસે છે તેને સ્ફેરોમીટરનું લઘુત્તમ માપ કહે છે.

જો વર્તુળાકાર માપકમ પરના વિભાગની સંખ્યા n હોય અને સ્ક્રૂનો પેચ p હોય તો,

$$\text{સ્ફેરોમીટરનું લઘુત્તમ માપ } L = \frac{\text{પેચ}(p)}{\text{વર્તુળાકાર માપકમના કુલ વિભાગની સંખ્યા}(n)}$$

3.6 સ્ફેરોમીટરની ત્રુટી(Error of Spherometer):

ત્રુટીના ઉદગમો: (Source of Error):

1. જ્યારે વર્તુળાકાર માપકમને સમક્ષિતિજ સપાટીને અનુલક્ષીને પેચ અંતર માપકમ પર અવલોકન લેતા હોય ત્યારે દ્રષ્ટિસ્થાનભેદની ત્રુટી ઉદભવે છે.
2. સ્ફેરોમીટરની તીવ્ર નકારાત્મક ત્રુટી.
3. વર્તુળાકાર માપકમના વિભાગો અસમાન રીતે ગોઠવાયેલા હોય.
4. સ્ફેરોમીટરની ગોઠવણી કરતા હોય ત્યારે તેના સ્ક્રૂ સમક્ષિતિજ સમતલ સપાટી અથવા ગોળીય સપાટી સ્પર્શે અથવા ન સ્પર્શે ત્યારે.

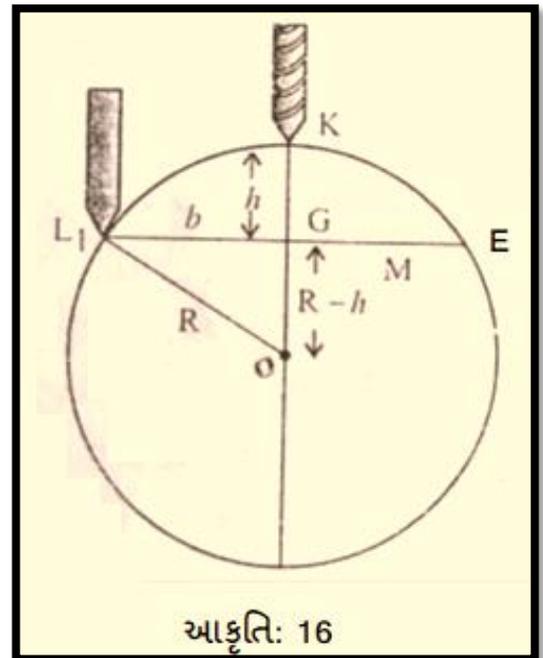
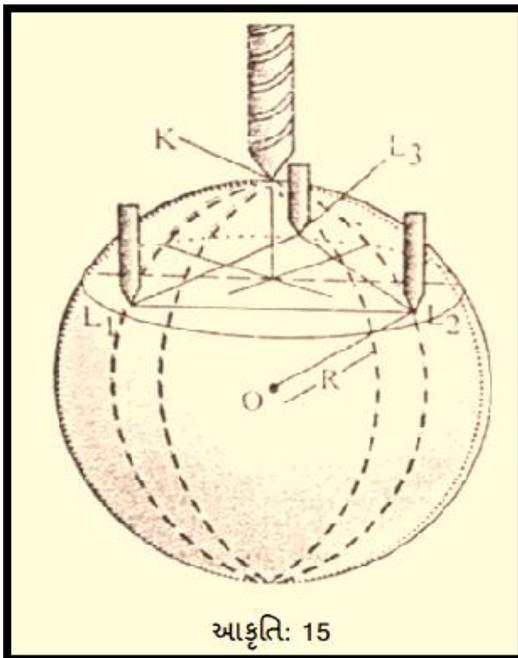
શૂન્ય ત્રુટી(Zero Error) :

સ્ફેરોમીટરથી કરવામાં આવતાં માપનોમાં પ્રારંભિક અને અંતિમ અવલોકનો વચ્ચેનો તફાવત લેવાતો હોવાથી આ સાધનમાં ત્રુટી શોધવાની જરૂર રહેતી નથી.

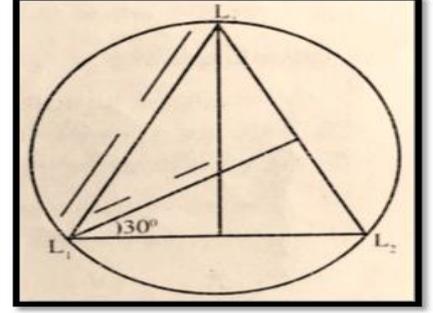
3.7 સ્ફેરોમીટરની મદદથી ગોળાકાર સપાટીની વક્રતાત્રિજ્યા(R) શોધવા માટેનું સૂત્ર

(Derivation of the formula for the radius of curvature of a curved surface):

આપેલ ગોળીય વક્રસપાટીને પોલા ગોળાની સપાટીના એક ભાગ તરીકે ગણી શકાય છે. આકૃતિ-15માં R વક્રતાત્રિજ્યા(ધ્રુવથી વક્ર કેન્દ્ર સુધીનું અંતર અરીસાની વક્રતા ત્રિજ્યા કહે છે.) ધરાવતી ગોળાકાર સપાટી દર્શાવી છે.



સ્ફેરોમીટરને આ ગોળાકાર સપાટી પર એવી રીતે મૂકવામાં આવ્યું છે કે જેથી તેના બધા પાયા (L_1, L_2 અને L_3) અને સ્ફૂની અણી સપાટીને અડકે. આકૃતિ-15માં પાયા L_1 અને L_2 જોનાર વ્યક્તિની સામે જ્યારે ન દેખાતો ત્રીજો પાયો પાછળના ભાગમાં છે. L_1, L_2 અને L_3 માંથી પસાર થતો સમક્ષિતિજ છેદ એક વર્તુળ રચે છે. તેનું કેન્દ્ર G છે. સ્ફૂનો અણિદાર છેડો K ને ભ્રમણ કરાવીને L_1, L_2 અને L_3 થી બનતા સમતલમાં લાવતાં તે બરાબર G પર આવશે. આમ, ગોળાકાર સપાટી ઉપરનો સ્ફૂનો અણિદાર છેડો K વર્તુળાકાર સમતલથી $KG = h$ જેટલી ઊંચાઈએ છે.



આકૃતિ: 17

આકૃતિ-16ની ભૂમિતિ પરથી,

$$L_1O^2 = OG^2 + GL_1^2$$

$$\therefore R^2 = (R - h)^2 + b^2$$

જ્યાં b = સ્ફેરોમીટરના કોઈ એક પાયા અને સ્ફૂ K વચ્ચેનું લંબઅંતર છે.

$$\therefore 2Rh = b^2 + h^2$$

$$\therefore R = \frac{b^2}{2h} + \frac{h}{2} \text{ -----(1)}$$

આકૃતિ-17 માં ΔL_1DG માટે

$$\therefore \cos \angle GL_1D = \cos 30^\circ = \frac{\frac{a}{2}}{b} = \frac{a}{2b}$$

જ્યાં a = સ્ફેરોમીટરના કોઈ પણ બે પાયા વચ્ચેનું અંતર

$$\therefore \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{a}{2b}$$

$$\therefore b = \frac{a}{\sqrt{3}}$$

$$b^2 = \frac{a^2}{3} \text{ -----(2)}$$

b^2 ની કિંમત સમીકરણ (1) માં મૂકતાં

$$\therefore R = \frac{a^2}{6h} + \frac{h}{2} \text{ -----(3)}$$

3.8 સાવચેતીઓ (Precautions):

1. માપ સેમી. માં હોવાં જોઈએ.
2. શૂન્યાક ત્રુટી કે ધન કે ઋન ત્રુટી ઉમેરવાની કે બાદ કરવાની નક્કી કરી લેવું.
3. વર્નિયરનું વાંચન ધ્યાનથી કરવું.
4. માપ લેતી વખતે સ્ફૂને વધુ દબાવશો નહીં.
5. સ્ફૂમાં ઘર્ષણ હોઈ શકે છે.
6. સ્ફેરોમીટરમાં નકારાત્મક ત્રુટી હોય શકે છે.

Unit-2

(I) વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ:

1.1 પ્રસ્તાવના (Introduction):

વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ શું છે ?(What is Wheatstone Bridge)

વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ, જેને રેઝિસ્ટન્સ બ્રિજ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે બ્રિજ સર્કિટના બે legs (પગ) ને સંતુલિત કરીને અજ્ઞાત અવરોધ(રેઝિસ્ટર) ની ગણતરી કરે છે. એક leg(પગ)માં અવરોધ(રેઝિસ્ટર) ના ઘટકનો સમાવેશ થાય છે.

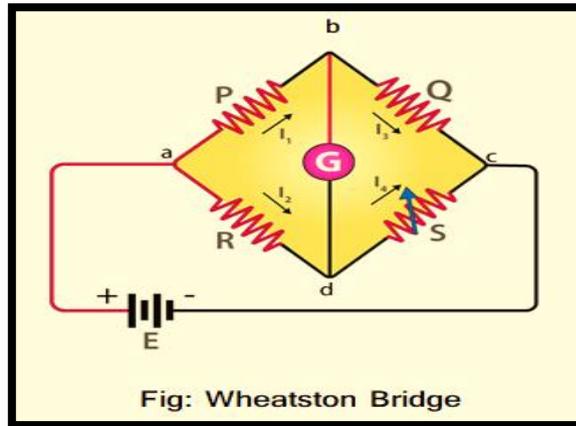
વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ સર્કિટમાં બે જાણીતા રેઝિસ્ટરનો સમાવેશ થાય છે, એમાં એક અજ્ઞાત અવરોધ (રેઝિસ્ટર) અને એક વેરિયેબલ રેઝિસ્ટર બ્રિજના રૂપમાં જોડાયેલ છે. આ પુલ ખૂબ જ વિશ્વસનીય છે કારણ કે તે ચોક્કસ માપ આપે છે.

1.2 વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ ની રચના: (Construction)

વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ સર્કિટમાં ચાર આર્મ્સ હોય છે જેમાંથી બે આર્મ્સ જાણીતા અવરોધ (રેઝિસ્ટન્સ) ધરાવે છે જ્યારે અન્ય બે આર્મ્સ અજ્ઞાત અવરોધ (રેઝિસ્ટન્સ) અને વેરિયેબલ રેઝિસ્ટન્સ ધરાવે છે. સર્કિટમાં ગેલ્વેનોમીટર અને ઇલેક્ટ્રોમોટિવ ફોર્સ સ્ત્રોતનો પણ સમાવેશ થાય છે. Emf સ્ત્રોત પોઈન્ટ a અને b વચ્ચે જોડાયેલ છે. જ્યારે ગેલ્વેનોમીટર બિંદુ c અને d વચ્ચે જોડાયેલ છે. ગેલ્વેનોમીટરમાંથી વહેતો પ્રવાહ તેની આસપાસના સંભવિત તફાવત પર આધાર રાખે છે.

1.3 વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ સિદ્ધાંત શું છે? (Principle)

વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ નલ ડિફ્લેક્શનના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે, એટલે કે તેમના અવરોધો નો ગુણોત્તર સમાન છે અને સર્કિટમાંથી કોઈ પ્રવાહ વહેતો નથી. સામાન્ય સ્થિતિમાં, બ્રિજ અસંતુલિત સ્થિતિમાં હોય છે જ્યાં ગેલ્વેનોમીટરમાંથી પ્રવાહ વહે છે. જ્યારે ગેલ્વેનોમીટરમાંથી કોઈ પ્રવાહ વહેતો નથી ત્યારે બ્રિજ સંતુલિત સ્થિતિમાં હોવાનું કહેવાય છે. આ સ્થિતિ જાણીતા અવરોધ અને યલ અવરોધ ને સમાયોજિત કરીને પ્રાપ્ત કરી શકાય છે.



1.4 વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ કાર્ય-પદ્ધતિ: (Working of Whiston bridge)

પ્રવાહ ગેલ્વેનોમીટરમાં પ્રવેશે છે ત્યારે I_1 અને I_2 તરીકે બે સમાન તીવ્રતાના પ્રવાહોમાં વિભાજિત થાય છે. નીચેની સ્થિતિ અસ્તિત્વમાં છે જ્યારે ગેલ્વેનોમીટર દ્વારા પ્રવાહ શૂન્ય હોય છે,

$$I_1 P = I_2 R \dots \dots \dots \text{eqn(1)}$$

બ્રિજના પ્રવાહો, સંતુલિત સ્થિતિમાં, નીચે પ્રમાણે વ્યક્ત કરવામાં આવે છે:

$$I_1 = I_3 = \frac{E}{P + Q}$$

$$I_2 = I_4 = \frac{E}{R + S}$$

અહીં, E એ બેટરીનો emf છે.

સમીકરણ (1) માં I₁ અને I₂ ની કિંમત લેતા,

$$\frac{PE}{P + Q} = \frac{RE}{R + S}$$

$$\frac{P}{P + Q} = \frac{R}{R + S}$$

$$P(R + S) = R(P + Q)$$

$$PR + PS = RP + RQ$$

$$PS = RQ \dots \dots \dots \text{eqn (2)}$$

$$R = \frac{P}{Q} \times S \dots \dots \dots \text{eqn(3)}$$

સમીકરણ (2) બ્રિજની સંતુલિત સ્થિતિ બતાવે છે, જ્યારે સમીકરણ (3) અજાણ્યા પ્રતિકારનું મૂલ્ય નક્કી કરે છે. આકૃતિમાં, R એ અજાણ્યો પ્રતિકાર છે, S એ બ્રિજનો પ્રમાણભૂત Arm (હાથ) છે અને P અને Q એ બ્રિજનો ગુણોત્તર Arm (હાથ) છે.

1.5 વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ એપ્લિકેશન: (Wheatstone Bridge Application)

- વ્હીટસ્ટોન બ્રિજનો ઉપયોગ ઓછા મૂલ્યના અવરોધ (લઘુ અવરોધ)ના ચોક્કસ માપન માટે થાય છે.
- ઓપરેશનલ એમ્પ્લીફાયર સાથે વ્હીટસ્ટોન બ્રિજનો ઉપયોગ તાપમાન, પ્રકાશ અને તાણ જેવા ભૌતિક પરિમાણોને માપવા માટે થાય છે.
- વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ પર વિવિધતાઓનો ઉપયોગ કરીને અવબાધ, ઇન્ડક્ટન્સ અને કેપેસિટન્સ જેવી ભૌતિક રાશિઓ માપી શકાય છે.

1.6 વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ મર્યાદાઓ: (Limitations)

- નીચા અવરોધ માપન માટે, લીડ્સ અને સંપર્કો (leads and contacts) નો અવરોધ નોંધપાત્ર બને છે અને ભૂલ રજૂ કરે છે.
- ઉચ્ચ અવરોધ ના માપન માટે, બ્રિજ દ્વારા પ્રસ્તુત માપ એટલું મોટું છે કે ગેલ્વેનોમીટર અસંતુલન પ્રત્યે સંવેદનશીલ નથી.
- અન્ય ખામી એ છે કે ગરમીની અસરને કારણે અવરોધમાં ફેરફાર છે. અતિશય પ્રવાહ અવરોધના મૂલ્યમાં કાયમી ફેરફારનું કારણ પણ બની શકે છે.

1.7 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions- FAQs)

(1) વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ શું છે ?

વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ, જેને રેઝિસ્ટન્સ બ્રિજ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે બ્રિજ સર્કિટના બે પગને સંતુલિત કરીને અજાણ્યા અવરોધ ની ગણતરી કરે છે. એક પગમાં અજાણ્યા અવરોધના ઘટકનો સમાવેશ થાય છે.

(2) વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ સિદ્ધાંત શું છે?

વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ નલ ડિફ્લેક્શનના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે, એટલે કે તેમના અવરોધનો ગુણોત્તર સમાન છે અને સર્કિટમાંથી કોઈ પ્રવાહ વહેતો નથી.

(3) વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ ક્યારે સંતુલિત છે?

વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ સંતુલિત સ્થિતિમાં હોવાનું કહેવાય છે જ્યારે ગેલ્વેનોમીટરમાંથી કોઈ પ્રવાહ વહેતો નથી. આ સ્થિતિ જાણીતા અવરોધ અને ચલ અવરોધને સમાયોજિત કરીને પ્રાપ્ત કરી શકાય છે.

(4) વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ ક્યારે અસંતુલિત હોવાનું કહેવાય છે?

સામાન્ય સ્થિતિમાં, બ્રિજ અસંતુલિત સ્થિતિમાં હોય છે જ્યાં ગેલ્વેનોમીટર દ્વારા પ્રવાહ વહે છે.

(5) બ્રિજની મર્યાદાઓ શું છે ?

નીચા અવરોધ ના માપન માટે, લીડ્સ અને સંપર્કોનો પ્રતિકાર નોંધપાત્ર બને છે અને ભૂલ રજૂ કરે છે.

1.8 મીટર બ્રિજ પ્રસ્તાવના: (Meter Bridge Introduction)

મીટર બ્રિજ, જેને સ્લાઇડ વાયર બ્રિજ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તે એક ઉપકરણ છે જે વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ આઇડિયા પર કામ કરે છે. કંડક્ટરના અજાણ્યા અવરોધને શોધવા માટે મીટર બ્રિજ નો ઉપયોગ થાય છે. ભૌતિકશાસ્ત્રમાં, જ્યારે સિદ્ધાંત આપણા જ્ઞાનનો આધાર બનાવે છે, ત્યારે વ્યવહારિક બાબતો આપણી સમજણ બનાવે છે. આ ઉપકરણ શું છે? આ એક મીટર બ્રિજ! તેમાં 1 મીટરનો વાયર હોય છે, તેથી જ તેને 'મીટર બ્રિજ' કહેવામાં આવે છે. તેનો ઉપયોગ વાયર, કોઇલ અથવા અન્ય કોઈપણ સામગ્રીના અવરોધને માપવા માટે થાય છે. મીટર બ્રિજ ફોર્મ્યુલા, મીટર બ્રિજ ડાયાગ્રામ અને વધુ વિશે જાણવા માટે કૃપા કરીને આગળ વાંચો.

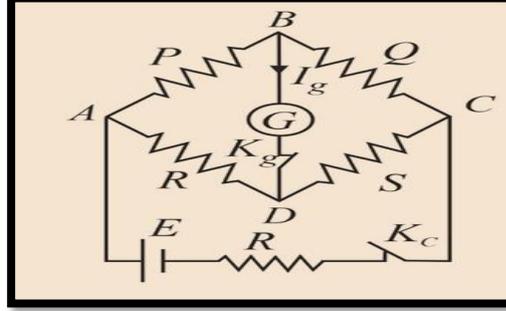
મીટર બ્રિજ શું છે? (What is Meter Bridge?)

મીટર બ્રિજ એ વિદ્યુત ઉપકરણ છે જેનો ઉપયોગ કરીને આપણે અજાણ્યા અવરોધનું મૂલ્ય માપી શકીએ છીએ. તે સમાન ક્રોસ-સેક્શનના 1 મીટર લાંબા વાયરનો ઉપયોગ કરીને બનાવવામાં આવે છે. આ વાયર કાં તો નિક્રોમ અથવા મેંગેનિન અથવા કોન્સ્ટેન્ટન છે કારણ કે તે ઉચ્ચ અવરોધ અને નીચા-તાપમાન પ્રતિકાર ગુણાંક પ્રદાન કરે છે.

મીટર બ્રિજ અથવા સ્લાઇડ વાયર બ્રિજ વ્હીટસ્ટોન બ્રિજ પરથી ડિઝાઇન કરવામાં આવ્યો છે. તે વ્હીટસ્ટોન બ્રિજની સૌથી મૂળભૂત અને કાર્યાત્મક એપ્લિકેશન છે.

1.9 મીટર બ્રિજનો સિદ્ધાંત: (The Principle of Meter Bridge)

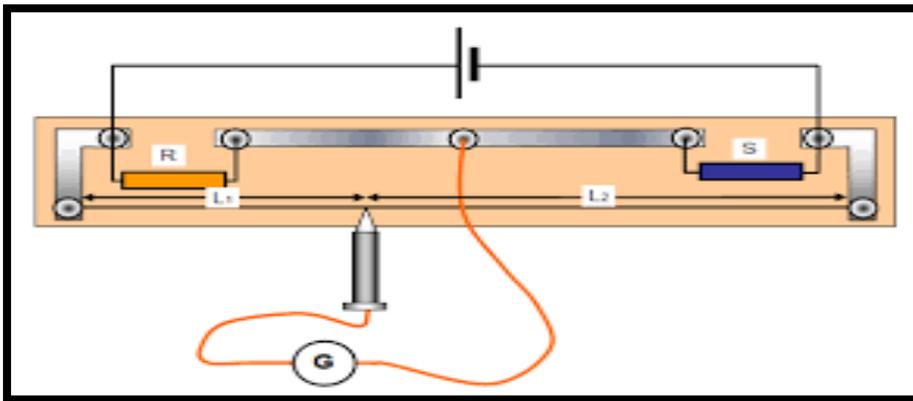
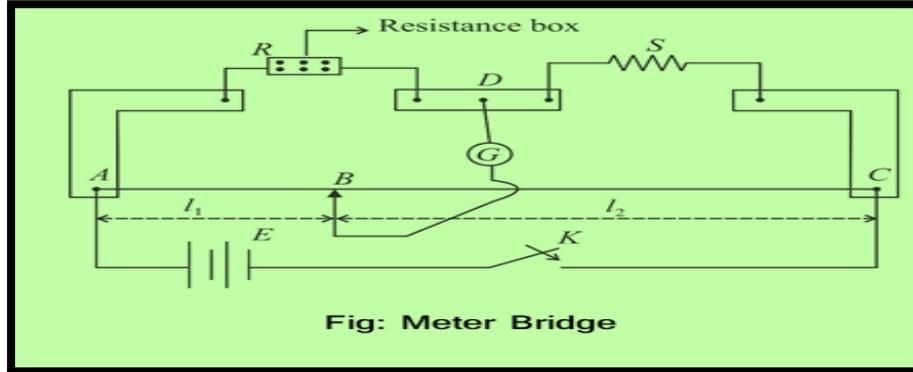
મીટર બ્રિજ વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજના સિદ્ધાંત પર કામ કરે છે. વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજ નલ ડિફલેક્શનના સિદ્ધાંત પર આધારિત છે, એટલે કે જ્યારે બે હાથોમાં પ્રતિકારનો ગુણોત્તર સમાન હોય છે, ત્યારે સર્કિટના મધ્ય હાથમાંથી કોઈ પ્રવાહ વહેતો નથી. નીચે બતાવ્યા પ્રમાણે વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજના ડાયાગ્રામને ધ્યાનમાં લો. તેમાં EMF બેટરી E સાથે P, Q, R અને S ચાર અવરોધોનો સમાવેશ થાય છે .



સંતુલિત સ્થિતિમાં, ગેલ્વેનોમીટરમાંથી કોઈ પ્રવાહ વહેતો નથી, અને ટર્મિનલ્સ, B અને D સમાન સંભવિત પર હોય છે. આ સ્થિતિ ત્યારે ઊભી થાય છે જ્યારે, $PQ = RS$

1.10 મીટર બ્રિજની રચના: (Construction)

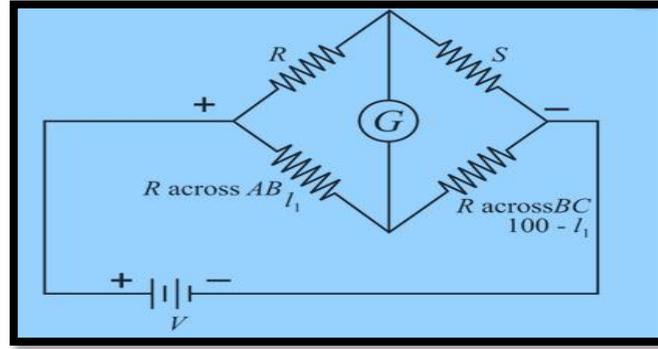
1.10 મીટર બ્રિજની રચના: (Construction)



1. મીટર બ્રિજ, જેને સ્લાઇડ વાયર બ્રિજ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે, તેમાં એક સમાન ક્રોસ સેક્શનલ વિસ્તારના 1 મીટર લાંબા વાયરનો સમાવેશ થાય છે, જે લાકડાના બ્લોક પર નિશ્ચિત છે. બ્લોક સાથે સ્કેલ જોડાયેલ છે.

2. બે ધાતુની પટ્ટીઓ વચ્ચે જે જમણા ખૂણા પર વળેલી હોય છે, આ વાયરને પછી કાળજીપૂર્વક ક્લેમ્પ કરવામાં આવે છે, જે ઉપરની આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે:
3. મેટલ પટ્ટીઓ વચ્ચેના અંતરની અંદર, અવરોધો જોડાયેલા છે. પ્રથમ ગેપમાં, અજ્ઞાત-અવરોધ (R) કે જેનું મૂલ્ય શોધવાનું છે તેને જોડવામાં આવે છે. અને બીજા ગેપમાં, એક જાણીતા નાના અવરોધો ધરાવતી અવરોધ-પેટી (રેઝિસ્ટર-બોક્ષ) S જોડાયેલ હોય છે.
4. અંતિમ બિંદુઓ કે જેની અંદર વાયર ક્લેમ્પ છે તે સેલ દ્વારા કી સાથે જોડાયેલા છે.
5. ગેલ્વેનોમીટર બે અંતરની મધ્યમાં ધાતુ સાથે જોડાયેલ છે.
6. ગેલ્વેનોમીટરના બીજા છેડે જોકી જોડાયેલ છે (અહીં, જોકી એ ધાતુની સળિયા છે જેમાં એક છેડે છરી જેવી ધાર હોય છે જે વિદ્યુત કનેક્શન બનાવવા માટે પોટેન્શિઓમીટર વાયર પર સ્લાઇડ કરે છે). ગેલ્વેનોમીટર શૂન્ય ડિફ્લેક્શન બતાવે ત્યાં સુધી જોકી મીટર બ્રિજના વાયર પર સરકવામાં આવે છે.
7. જેમ જેમ જોકી વાયર AC પર સ્લાઇડ કરે છે, તેમ તે બેલેન્સિંગ પોઈન્ટ (નલ પોઈન્ટ) પર શૂન્ય વિચલન દર્શાવે છે.

1.11 મીટર બ્રિજ ની કાર્ય પદ્ધતિ : (Meter Bridge Working)



શરૂ કરવા માટે, જોકીને વાયરના અંતિમ બિંદુઓ પર ખસેડો, એટલે કે , A અને C. ગેલ્વેનોમીટરનું વિચલન બંને છેડે વિરુદ્ધ હોવું જોઈએ.

1. A ની બાજુથી , જોકીને વાયર પર ધીમેથી સરકાવવાનું શરૂ કરો અને કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો કે ગેલ્વેનોમીટરનું ડિફ્લેક્શન શૂન્ય ક્યાં બહાર આવે છે.
2. જો આવા બિંદુ પ્રાપ્ત ન થાય, તો ચલ પ્રતિકાર પરના પ્રતિકારને બદલીને સમગ્ર પુલ પરના પ્રતિકારને અલગ કરવાનો પ્રયાસ કરો.
3. જોકીને વાયર પર સ્લાઇડ કરો અને વાયર પરના બિંદુને કાળજીપૂર્વક અવલોકન કરો જ્યાં ગેલ્વેનોમીટરનું વિચલન શૂન્ય બહાર આવે છે. ડાયાગ્રામમાં બિંદુ ' B ' દ્વારા દર્શાવ્યા મુજબ આ નલ પોઈન્ટ છે.
4. વાયર સાથે જોડાયેલ મીટર સ્કેલનો ઉપયોગ કરીને નલ પોઈન્ટની લંબાઈ મેળવો. આ મીટર બ્રિજની 'બેલેન્સિંગ લેન્થ' છે.
5. A અને B વચ્ચેનું અંતર ' l_1 ' રહેવા દો.
6. B અને C વચ્ચેનું અંતર ' l_2 ' રહેવા દો, જ્યાં $l_2 = (100 - l_1)$

જ્યારે ગેલ્વેનોમીટર નલ ડિફ્લેક્શન દર્શાવે છે, ત્યારે મીટર બ્રિજ વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજની જેમ વર્તે છે અને તેને આ રીતે રજૂ કરી શકાય છે:

1.12 મીટર બ્રિજ પ્રયોગ માં વપરાતા જરૂરી સાધનો.

- (1) મીટર બ્રિજ (2) ગેલ્વેનોમીટર (3) કનેક્ટિંગ વાયર (4) અજ્ઞાત પ્રતિકાર
(5) રેઝિસ્ટન્સ બોક્સ (6) જોકી-કળ (7) વન-વે કી (8) સ્ક્રુ ગેજ (9) બેટરી

1.13 મીટર બ્રિજ પર વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો (FAQs)

પ્ર.1: મીટર બ્રિજનો સિદ્ધાંત શું છે ?

જવાબ: મીટર બ્રિજ વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજના સિદ્ધાંત પર આધારિત છે.

પ્ર.2: મીટર બ્રિજમાં શા માટે આપણે કોન્સ્ટેન્ટન અથવા મેંગેનિન વાયરનો ઉપયોગ કરીએ છીએ?

જવાબ: કોન્સ્ટેન્ટન, મેંગેનિન અથવા નિક્રોમ વાયરો પ્રતિકારનો નીચા-તાપમાન ગુણાંક પૂરા પાડે છે, તેથી તેનો ઉપયોગ મીટર બ્રિજમાં થાય છે.

Q.3: મીટર પુલ શું છે અને તેનો ઉપયોગ શેના માટે થાય છે?

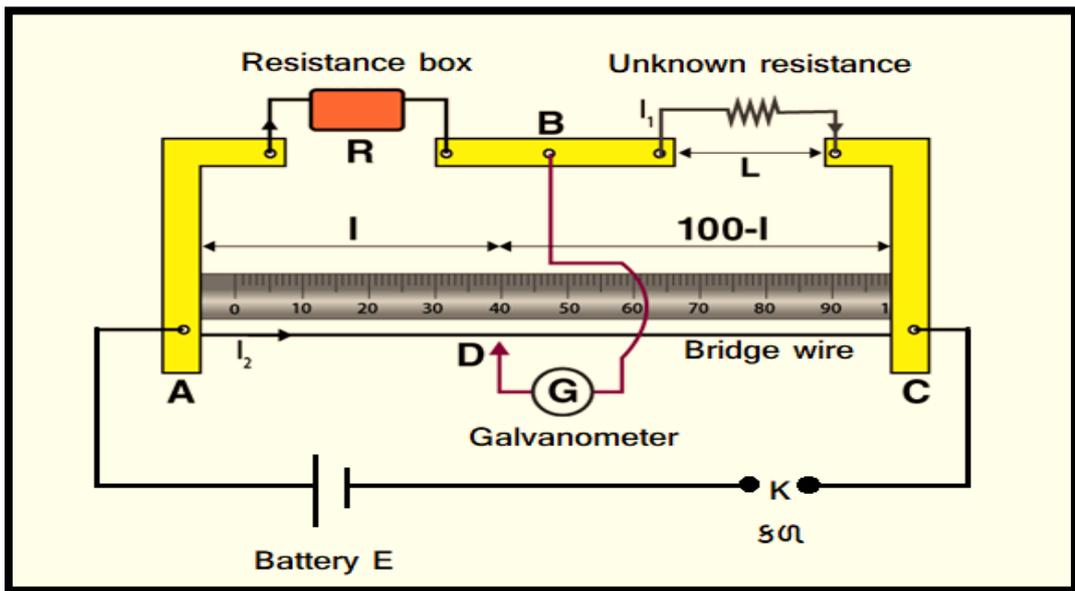
જવાબ: મીટર બ્રિજ એ વિદ્યુત ઉપકરણ છે જેનો ઉપયોગ કંડક્ટરના અજાણ્યા પ્રતિકારને માપવા માટે થાય છે. તેમાં 1 મીટરની લંબાઈનો વાયર હોય છે. તેથી તેને મીટર પુલ કહેવામાં આવે છે.

Q.4: મીટર બ્રિજમાં અંતિમ ભૂલ શું છે?

જવાબ: જ્યારે મીટર સ્કેલના શૂન્ય ભીંગડા વાયરની શરૂઆત સાથે સુસંગત ન હોય ત્યારે અંતિમ ભૂલ થાય છે. તે શૂન્ય સ્કેલના સ્થળાંતર અથવા વાયરમાં સ્ટ્રે રેઝિસ્ટન્સને કારણે થાય છે.

1.14 અજ્ઞાત અવરોધ શોધવામાં મીટર બ્રિજનો ઉપયોગ કેવી રીતે થાય છે? (How is a Meter Bridge Used in Finding the Unknown Resistance?)

મીટર બ્રિજ એ કોઇલના અજાણ્યા પ્રતિકારને શોધવા માટે ઉપયોગમાં લેવાતું ઉપકરણ છે. નીચેની આકૃતિ ઉપયોગી મીટર બ્રિજ સાધનની રેખાકૃતિ છે.



ઉપરોક્ત આકૃતિમાં, R એ પ્રતિકાર તરીકે ઓળખાય છે, P એ AB તરફ આવતો પ્રતિકાર છે, S એ અજાણ્યો પ્રતિકાર છે, Q એ સાંધા BD વચ્ચેનો પ્રતિકાર છે.

AC એ 1 મીટર લંબાઈનો લાંબો વાયર છે અને તે કોન્સ્ટેન્ટન અથવા મેંગેનિનથી બનેલો છે જેમાં કોસ-સેક્શનનો એકસમાન વિસ્તાર હોય છે જેમ કે $L_1 + L_2 = 100$

ધારો કે $L_1 = L \quad \therefore L_2 = 100 - L$

સંબંધ આપેલ વાયરનો અજ્ઞાત પ્રતિકાર 'X' મેળવે છે :

$$X = R \cdot \frac{L_2}{L_1} = \frac{R(100 - L)}{L}$$

અને આપેલ વાયર માટે સામગ્રીનો ચોક્કસ પ્રતિકાર સંબંધ = (3.14) r^2X/l દ્વારા મેળવવામાં આવે છે.

જ્યાં, r = કેબલની ત્રિજ્યા અને l = વાયરની લંબાઈ પણ.

1.15 મીટર બ્રિજનો ઉપયોગ કરીને કંડક્ટરના અજ્ઞાત અવરોધને શોધવા માટે જરૂરી સાધનો(ઉપકરણો) છે: (The devices required in finding the unknown resistance of a conductor using a meter bridge are)

મીટર પુલ (2) પ્રતિકાર બોક્સ (3) ગેલ્વેનોમીટર (4) 1 મીટર લંબાઈ નો અજાણ્યો પ્રતિકાર (5) સ્ક્રૂ ગેજ (6) કનેક્ટિંગ વાયર (7) જોડી (8) વન વે કી

મીટર બ્રિજમાં, એક બાજુના પ્રકારના અવરોધને લગભગ 1 મીટરના સમાન કોસ સેક્શનની લંબાઈ ધરાવતા વાયર દ્વારા બદલવામાં આવે છે. બીજી જોડીમાં એક જાણીતી અને અજાણી જોડીનો સમાવેશ થાય છે.

ગેલ્વેનોમીટરનો એક ભાગ બંને અવરોધ વચ્ચે જોડાયેલ છે, જ્યારે વાયરનો બીજો ભાગ નલ પોઈન્ટ શોધી રહ્યો છે જ્યાં ગેલ્વેનોમીટર કોઈ વિચલન દર્શાવતું નથી. આ સમયે, પુલ સંતુલિત હોવાનું કહેવાય છે.

મીટર બ્રિજનો ઉપયોગ કરીને અજાણ્યા અવરોધ શોધવા માટેની પ્રક્રિયા

ઉપરની આકૃતિમાં બતાવ્યા પ્રમાણે સાધનો એકત્રિત કરો અને જોડાણો તૈયાર કરો.

રેઝિસ્ટન્સ બોક્સમાંથી અમુક યોગ્ય મૂલ્યનો અવરોધ 'R' લો.

બિંદુ A પર ટચ જોડીકળ મુકીને જુઓ કે ગેલ્વેનોમીટરમાં એક બાજુએ ડિફ્લેક્શન છે, પછી વાયરના બિંદુ C પર જોડીનો સંપર્ક કરો, પછી ગેલ્વેનોમીટરમાં ડિફ્લેક્શન બીજી બાજુ હોવું જોઈએ.

ગેલ્વેનોમીટરમાં વિચલન ધરાવતા નલ પોઈન્ટની સ્થિતિ શોધો જે શૂન્ય બને છે. લંબાઈ AB = L , BC = (100 - L) નોંધો.

'R' ના કેટલાક જુદા જુદા મૂલ્યો માટે ઉપરોક્ત પદ્ધતિ ચાલુ રાખો. ઓછામાં ઓછા કેટલાક 5 વાંચન નોંધો.

તે બિંદુને ધ્યાનમાં લો જ્યાં ગેલ્વેનોમીટર 0 ડિફ્લેક્શન દર્શાવે છે; આ સંતુલન બિંદુ કહેવાય છે.

હવે, સ્ક્રૂ ગેજના ઉપયોગ દ્વારા સામાન્ય સ્કેલ અને વાયરની ત્રિજ્યાના ઉપયોગ દ્વારા આપેલ વાયરની લંબાઈને માપો, (ઓછામાં ઓછા પાંચ રીડિંગ્સ લો).

સિંગલ અજ્ઞાત અવરોધના સરેરાશ અવરોધની ગણતરી કરો = ઉપરના પાંચ રીડિંગ્સમાંથી અજાણ્યા અવરોધના અવરોધનો કુલ સરવાળો/5.

1.16 સાવચેતીનાં પગલાં (Precautions)

1. જોડાણો સુધ્ધ, યુસ્ત અને સ્વચ્છ હોવા જોઈએ.
2. પ્રતિકાર બોક્સમાં પ્લગ યુસ્તપણે જોડાયેલા હોવા જોઈએ.

3. જોકીની હિલચાલ નમ્ર હોવી જોઈએ અને તેને ઘસવું જોઈએ નહીં.
4. જ્યારે અવલોકનો લેવાના હોય ત્યારે જ કી K દાખલ કરવી જોઈએ.
5. નલ પોઈન્ટ 45cm અને 55cm ની વચ્ચે હોવો જોઈએ.
6. વાયરમાં કોઈ લૂપ્સ ન હોવા જોઈએ.
7. વાયરનો વ્યાસ બે લંબ દિશામાં માપવા જોઈએ જે પરસ્પર છે.

➤ ભૂલના સ્ત્રોતો:

- સાધનના સ્ક્રૂ ઢીલા હોઈ શકે છે.
- વાયર બિન-સમાન વ્યાસનો હોઈ શકે છે.
- સ્ક્રૂ ગેજમાં બેકલેશ ભૂલ હોઈ શકે છે.

1.17 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો (FAQs)

પ્રશ્ન 1. મીટર બ્રિજ કેમ કહેવાય છે?

જવાબ : તેને મીટર પુલ કહેવામાં આવે છે કારણકે પુલ 1 મીટર લાંબા વાયરનો ઉપયોગ કરે છે.

પ્રશ્ન 2. શૂન્ય બિંદુ શું છે?

જવાબ : નલ પોઈન્ટને તે બિંદુ તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરવામાં આવે છે કે જેના પર ગેલ્વેનોમીટર 0 ડિફ્લેક્શન વાંચે છે.

પ્રશ્ન 3. માપના ઓહ્મ નિયમ કરતાં પુલ પદ્ધતિ શા માટે સારી છે?

જવાબ : નલ પદ્ધતિને કારણે બ્રિજ પદ્ધતિ માપનના ઓહ્મના નિયમ કરતાં વધુ સારી છે.

પ્રશ્ન 4. વ્હીટ્સ્ટોન પુલનો ઉપયોગ કરીને પ્રતિકાર માપવાની શ્રેણી શું છે?

જવાબ : વ્હીટ્સ્ટોન પુલનો ઉપયોગ કરીને પ્રતિકાર માપન શ્રેણી 1Ω થી થોડા મેગાઓહ્મ વચ્ચે છે

પ્રશ્ન 5. ભૌતિક પરિમાણોના માપન માટે વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજનો ઉપયોગ કેવી રીતે કરી શકાય?

જવાબ : વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજનો ઉપયોગ ભૌતિક માપદંડો જેમ કે તાપમાન, પ્રકાશ વગેરે માપવા માટે થાય છે

આકૃતિમાં, પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સની યોજનાકીય રેખાકૃતિ બતાવવામાં આવી છે. આ સાધનમાં, વિવિધ તીવ્રતાના કોઇલ અવરોધના ત્રણ વિભાગો પ્લગ દ્વારા જોડાયેલા છે અને AC તરીકે ચિહ્નિત થયેલ છે. CD અને AE જે અનુક્રમે વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજના ત્રણ હાથ P, Q, અને R બનાવે છે. P અને Q આર્મ્સને રેશિયો આર્મ્સ કહેવામાં આવે છે. દરેક શ્રેણીમાં જોડાયેલા 10, 100 અને 1000 Ω મૂલ્યોના ત્રણ રેઝિસ્ટર ધરાવે છે. ત્રીજા હાથ R માં સામાન્ય રીતે શ્રેણીમાં જોડાયેલા 1 Ω થી 5000 Ω સુધીના પ્રતિકારનો સમાવેશ થાય છે. જ્યારે કોઈપણ કોઇલનો પ્લગ બહાર કાઢવામાં આવે છે, ત્યારે તેનો અવરોધ સર્કિટમાં સમાવવામાં આવશે. એક અજ્ઞાત પ્રતિકાર S એ બિંદુ D અને E વચ્ચે જોડાયેલ છે જે વ્હીટ્સ્ટોન પુલનો ચોથો હાથ બનાવે છે. A બેટરી B પોઈન્ટ A અને D વચ્ચે ટેપીંગ કી K 1 દ્વારા જોડાયેલ છે અને ગેલ્વેનોમીટર પોઈન્ટ C અને E વચ્ચે બીજી ટેપીંગ કી K 2 દ્વારા જોડાયેલ છે. ટેપીંગ કી K 1 નો નીચેનો ભાગ અને બિંદુ A આંતરિક રીતે જોડાયેલ છે. એ જ રીતે, બિંદુ C અને કી K 2 નો નીચેનો ભાગ આંતરિક રીતે જોડાયેલ છે. તેથી, મુખ્ય બિંદુમાં કી વર્તમાનનો પ્રયાસ કરો અને કી K 2 દ્વારા ગેલ્વેનોમીટરમાં ચાલુ અને બંધ કરી શકાય છે.

પ્રક્રિયા: (Procedure)

(1) કનેક્ટિંગ વાયર અને કોન્ટેક્ટ પોઈન્ટના છેડાને સારી રીતે ઘસવાથી આકૃતિ પ્રમાણે કનેક્શન ચુસ્તપણે બનાવવામાં આવે છે.

(ii) P અને Q ના દરેક હાથમાંથી, 10-ઓહ્મ અવરોધ પ્લગ માથી બહાર કાઢવામાં આવે છે. ત્રીજી આર્મ R નો અવરોધ શૂન્ય રાખીને, પ્રથમ બેટરી સર્કિટ K 1 ની કી દબાવવામાં આવે છે અને પછી ગેલ્વેનોમીટર સર્કિટની K 2 કી દબાવવામાં આવે છે અને ગેલ્વેનોમીટરનું વિચલન અવલોકન કરવામાં આવે છે. હવે ∞ (અનંત) પ્લગને પાછો ખેંચવાથી ગેલ્વેનોમીટરનું વિચલન ફરીથી જોવા મળે છે. આ કિસ્સામાં, જો ગેલ્વેનોમીટરનું ડિફ્લેક્શન પ્રથમ ડિફ્લેક્શનની વિરુદ્ધ હોય, તો એવું માનવામાં આવે છે કે સર્કિટ કનેક્શન બરાબર છે.

(iii) ગેલ્વેનોમીટરના ત્રીજા હાથના વિક્ષેપોના અવરોધના ઊંચા મૂલ્યોથી શરૂ કરીને, અવરોધના મૂલ્યમાં ઉત્તરોત્તર ઘટાડો કરીને નોંધવામાં આવે છે. જ્યારે ગેલ્વેનોમીટર $P = Q = 10$ ઓહ્મ માટે શૂન્ય વિચલન આપે છે, ત્યારે અજ્ઞાત અવરોધ $S = R$ ત્રીજા હાથના અવરોધની બરાબર હશે. જો વિચલન શૂન્ય ન બને, તો પછી બે અનુગામી અવરોધને કારણે વિચલન વિરુદ્ધ હશે. આ સ્થિતિમાં, અજ્ઞાત અવરોધ S નું મૂલ્ય આ મૂલ્યો વચ્ચે છે.

(iv) હવે 10 ઓહ્મને બદલે આર્મ P માં 100-ઓહ્મ રેઝિસ્ટન્સ નાખવામાં આવે છે. બીજા હાથના અવરોધની જેમ, Q ને 10 ઓહ્મ પર રાખવામાં આવે છે. તેથી Q/P ગુણોત્તર $1/10$ હશે, તેથી સંતુલિત સ્થિતિમાં $R = 10 S$. હવે પહેલાની જેમ ત્રીજા હાથ R ના પ્રતિકારક પ્લગ છે પાછી ખેંચી લેવામાં આવે છે જેથી ગેલ્વેનોમીટર ડિફ્લેક્શન શૂન્ય બને. આ પરિસ્થિતિમાં, અજ્ઞાત અવરોધ $S = R/10$.

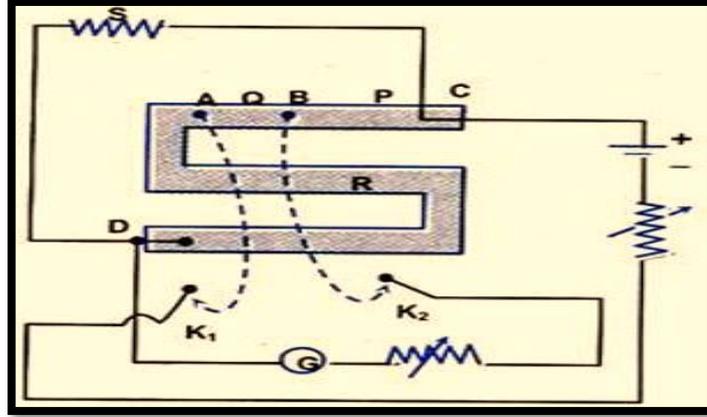
(v) એ જ રીતે, આર્મ P માં 1000 ઓહ્મ અવરોધ દાખલ કરવામાં આવે છે અને Q આર્મમાં 10-ઓહ્મ અવરોધ દાખલ કરવામાં આવે છે અને પ્રયોગ પહેલાની જેમ કરવામાં આવે છે.

2.3 પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સનો ઉપયોગ કરીને અજ્ઞાત અવરોધનું માપન: (Measurement of unknown resistance using a Post Office Box)

પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સનો ઉપયોગ અજ્ઞાત અવરોધને માપવા માટે પણ થઈ શકે છે. તે વ્હીટ્સ્ટોન પુલ છે જેમાં ત્રણ હાથ P, Q અને R છે; જ્યારે ચોથો હાથ(ઓ) અજ્ઞાત અવરોધ છે. P અને Q ને રેશિયો આર્મ્સ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે જ્યારે R ને રિઓસ્ટેટ આર્મ્સ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે.

સંતુલન પર, અજ્ઞાત અવરોધ $S = (P/Q) R$ (1)

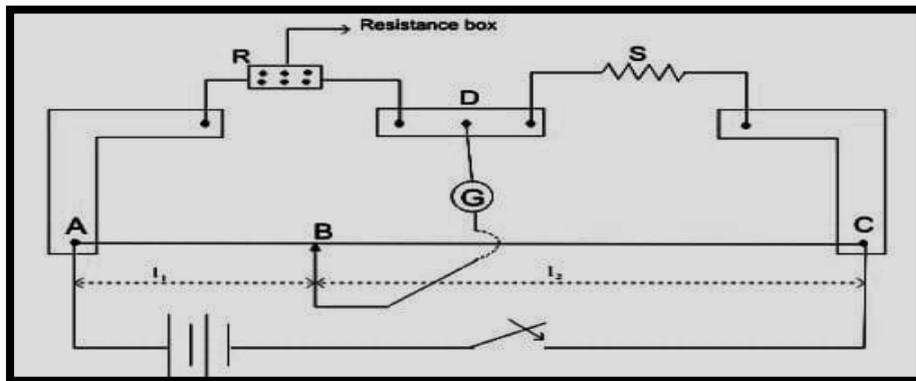
રેશિયો આર્મ્સને પહેલા એડજસ્ટ કરવામાં આવે છે જેથી તેઓ દરેક 100 W વહન કરે. રિઓસ્ટેટ આર્મમાં અવરોધ હવે એડજસ્ટ કરવામાં આવ્યો છે જેથી ગેલ્વેનોમીટર ડિફ્લેક્શન એક દિશામાં હોય. જો $R = R_0$ (ઓહ્મ) અને $R = R_0 + 1$ (ઓહ્મ) એ રિઓસ્ટેટ આર્મમાં અવરોધ છે, જેના માટે ગેલ્વેનોમીટરમાં વિચલન વિરુદ્ધ દિશામાં છે, તો તે સૂચવે છે કે અજ્ઞાત અવરોધ R_0 અને $(R_0 + 1)$ ઓહ્મની વચ્ચે આવેલો છે.



હવે, P અને Q માં અવરોધ અનુક્રમે 100 W અને 1000 W કરવામાં આવે છે, અને પ્રક્રિયા પુનરાવર્તિત થાય છે. સમીકરણ (1) નો ઉપયોગ S ની ગણતરી કરવા માટે થાય છે. P/Q ગુણોત્તર ક્રમશઃ 1:10 અને પછી 1:100 કરવામાં આવે છે. આમ, અવરોધ S ચોક્કસ માપી શકાય છે.

તેનો ઉપયોગ ચુકેના ઇજનેરો દ્વારા તે નક્કી કરવા માટે કરવામાં આવ્યો હતો કે કેબલમાં ક્યાં બ્રેક આવ્યો હતો. એક સામાન્ય પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સ લાકડાના બોક્સમાં હોય છે અને સર્કિટ કનેક્શન દર્શાવતી મેટલ અથવા બેકલાઇટ પેનલ હોય છે. વાયરની કોઇલ બિન-પ્રવાહાત્મક રીતે ઘા હોય છે, બોક્સના શરીરમાં માઉન્ટ થયેલ હોય છે, અને નગણ્ય તાપમાન ગુણાંક ધરાવે છે. ગુણોત્તર હાથની જોડી દરેક 10, 100, 1000 ઓહ્મ છે. પ્રતિકારક આર્મમાં અનંત અવરોધ માટે પ્લગ સાથે 1 થી 5000 ઓહ્મ સુધીની સંખ્યાબંધ કોઇલ હોય છે.

2.4 પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સ દ્વારા અજ્ઞાત અવરોધ નક્કી કરવાના પ્રયોગ નું વર્ણન કરો: (Determine Unknown Resistance by a Post Office Box)



પ્રયોગ (Experiment):

પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સ દ્વારા અજ્ઞાત અવરોધ નક્કી કરવા

થિયરી (Theory):

પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સમાં યોગ્ય અવરોધ દાખલ કરીને ગેલ્વેનોમીટરમાંથી પસાર થતા પ્રવાહને શૂન્ય બનાવી શકાય છે. જો પોઈન્ટ B અને D વચ્ચે પોટેન્શિયલ સમાન હોય એટલે કે, ગેલ્વેનોમીટરના બે ટર્મિનલ વચ્ચે કોઈ સંભવિત તફાવત નથી, તો આ ઘટના બને છે. આ સ્થિતિમાં, ગેલ્વેનોમીટરમાં કોઈ વિચલન જોવા મળતું નથી અને પુલ (બ્રિજ) સંતુલિત સ્થિતિમાં રહે છે. હવે વ્હીટ્સ્ટોન બ્રિજની સંતુલિત સ્થિતિ અનુસાર,

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \quad \therefore S = R \cdot \left(\frac{Q}{P}\right)$$

જો $P = 10 \Omega$ અને $Q = 10 \Omega$ લેવામાં આવે તો,

$$S = R \cdot \left(\frac{Q}{P}\right) = R \cdot \left(\frac{10}{10}\right) = R \Omega$$

ફરીથી $P = 100 \Omega$ અને $Q = 10 \Omega$ મૂકીને, જો પ્રયોગ કરવામાં આવે તો આપણને નીચે મુજબ મળે છે.

$$S = R \cdot \left(\frac{Q}{P}\right) = R \cdot \left(\frac{10}{100}\right) = \left(\frac{1}{10}\right) R \Omega \quad \therefore S = \left(\frac{1}{10}\right) R \Omega$$

એ જ રીતે $P = 1000 \Omega$ અને $Q = 100 \Omega$ ઓલ લઈને, જો પ્રયોગ કરવામાં આવે, તો આપણને નીચે મુજબ મળે છે.

$$S = R \cdot \left(\frac{Q}{P}\right) = R \cdot \left(\frac{100}{1000}\right) = \left(\frac{1}{100}\right) R \Omega \quad \therefore S = \left(\frac{1}{100}\right) R \Omega$$

આ સાધન દ્વારા, અજ્ઞાત અવરોધનું મૂલ્ય દશાંશ પછીના બીજા અંક સુધી નક્કી કરી શકાય છે.

(III) ગેલ્વેનોમીટરની રચના:

(Construction of galvanometer)

3.1 પ્રસ્તાવના: (Introduction)

ગેલ્વેનોમીટર(galvanomete):

ગેલ્વેનોમીટર એ એક ઉપકરણ છે જેનો ઉપયોગ નાના વિદ્યુત પ્રવાહને શોધવા અથવા તેની તીવ્રતા માપવા માટે થાય છે. તેની તીવ્રતા સામાન્ય રીતે ચુંબકીય સોયની હિલચાલ અથવા ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં કોઇલ દ્વારા સૂચવવામાં આવે છે. જે ગેલ્વેનોમીટરનો મહત્વપૂર્ણ ભાગ છે. 1800 ના દાયકામાં તેની શોધ થઈ ત્યારથી, ગેલ્વેનોમીટરે ઘણા પુનરાવર્તનો જોયા છે. ગેલ્વેનોમીટરના કેટલાક વિવિધ પ્રકારોમાં ટેન્જેન્ટ ગેલ્વેનોમીટર(T.G.), એસ્ટેટિક(Astatic) ગેલ્વેનોમીટર, મિરર ગેલ્વેનોમીટર અને બેલિસ્ટિક ગેલ્વેનોમીટર(B.G.)નો સમાવેશ થાય છે. જો કે, આજે જેનો વ્યાપકપણે ઉપયોગ થાય છે તે ડી'આર્સનવલ /વેસ્ટન પ્રકાર(D'Arsonval/Weston type) અથવા મૂવિંગ કોઇલ પ્રકારનું(moving coil type) ગેલ્વેનોમીટર છે. ગેલ્વેનોમીટર એ મૂળભૂત રીતે એક ઐતિહાસિક નામ છે. જે મૂવિંગ કોઇલ ઇલેક્ટ્રિક કરંટ ડિટેક્ટરને આપવામાં આવ્યું છે.

3.2 મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર શું છે? (What is a Moving Coil Galvanometer?)

મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર એ એક સાધન છે જેનો ઉપયોગ ઇલેક્ટ્રિક પ્રવાહ માપવા માટે થાય છે . તે એક સંવેદનશીલ ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ઉપકરણ છે જે થોડા માઇક્રોએમ્પીયર્સના ક્રમમાં પણ ઓછા પ્રવાહને માપી શકે છે.

મૂવિંગ-કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર મુખ્યત્વે બે પ્રકારમાં વિભાજિત થાય છે:

- સસ્પેન્ડેડ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર
- પિવોટેડ-કોઇલ અથવા વેસ્ટન ગેલ્વેનોમીટર

3.3 મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર નો સિદ્ધાંત: (Principle)

જ્યારે બાહ્ય ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે છે ત્યારે વર્તમાન વહન કરતી કોઇલ ચુંબકીય ટોર્કનો અનુભવ કરે છે. ચુંબકીય ટોર્કની અસરને લીધે કોઇલ જેના દ્વારા વિચલિત થાય છે. તે ખૂણો કોઇલમાં પ્રવાહની તીવ્રતાના પ્રમાણસર હોય છે.

3.4 મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર કન્સ્ટ્રક્શન અને ડાયાગ્રામ:

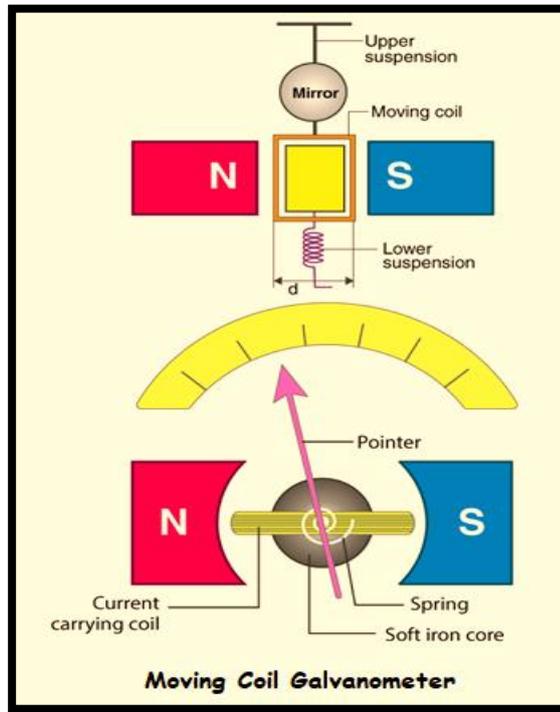
(Moving Coil Galvanometer Construction & Diagram)

મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર એક લંબચોરસ કોઇલથી બનેલું હોય છે જેમાં ઘણા વળાંક હોય છે અને તે સામાન્ય રીતે પાતળા અવાહક અથવા ઝીણા તાંબાના તારની બનેલી હોય છે જે મેટાલિક ફેમ પર ઘાયલ હોય છે. કોઇલ નિશ્ચિત ધરીની આસપાસ ફેરવવા માટે મુક્ત છે. ફોસ્ફર-બ્રોન્ઝ સ્પ્રિંગ કે જે મૂવેબલ ટોર્સિયન

હેડ સાથે જોડાયેલ હોય છે તેનો ઉપયોગ એક સમાન રેડિયલ મેગ્નેટિક ફિલ્ડમાં કોઇલને સસ્પેન્ડ કરવા માટે થાય છે.

કોઇલના સસ્પેન્શન માટે વપરાતી સામગ્રીના આવશ્યક ગુણધર્મો વાહકતા અને ટોર્સનલ કોન્સ્ટન્ટનું ઓછું મૂલ્ય છે. ચુંબકીય ક્ષેત્રની મજબૂતાઈ સુધારવા અને ક્ષેત્રને રેડિયલ બનાવવા માટે એક નળાકાર નરમ આયર્ન કોર સમપ્રમાણરીતે કોઇલની અંદર સ્થિત છે. કોઇલનો નીચેનો ભાગ ફોસ્ફર-બ્રોન્ઝ સ્પ્રિંગ સાથે જોડાયેલ છે. જેમાં થોડી સંખ્યામાં વળાંક હોય છે. વસંતનો બીજો છેડો બંધનકર્તા સ્ક્રૂ સાથે જોડાયેલ છે.

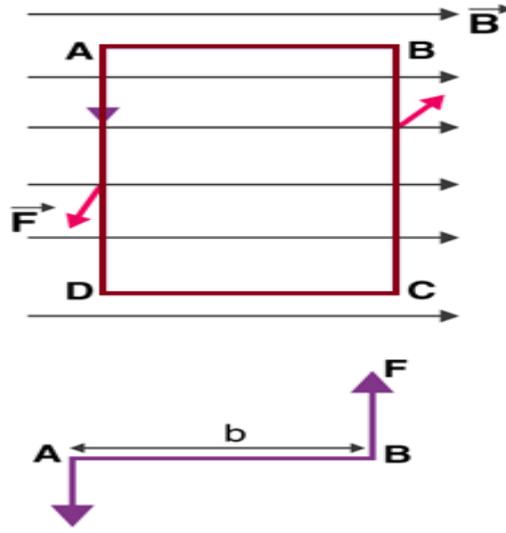
સ્પ્રિંગનો ઉપયોગ કાઉન્ટર ટોર્ક ઉત્પન્ન કરવા માટે થાય છે. જે ચુંબકીય ટોર્કને સંતુલિત કરે છે, અને તેથી સ્થિર કોણીય વિચલન ઉત્પન્ન કરવામાં મદદ કરે છે. એક પ્લેન મિરર જે સસ્પેન્શન વાયર સાથે જોડાયેલ હોય છે, જેમાં લેમ્પ અને સ્કેલની ગોઠવણ હોય છે, તેનો ઉપયોગ કોઇલના વિચલનને માપવા માટે થાય છે. સ્કેલનો શૂન્ય-બિંદુ કેન્દ્રમાં છે.



3.5 મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટરનું કાર્ય:

(Working of Moving Coil Galvanometer)

n નંબરના વળાંક અને કોસ-સેક્શનલ એરિયા A ના લંબચોરસ કોઇલમાંથી પ્રવાહ I ને વહેવા દો. જ્યારે આ કોઇલને એક સમાન રેડિયલ ચુંબકીય ક્ષેત્ર B માં મૂકવામાં આવે છે, ત્યારે કોઇલ τ ટોર્કનો અનુભવ કરે છે. ચાલો પહેલા લંબચોરસ કોઇલના એક વળાંક $ABCD$ ને ધ્યાનમાં લઈએ જેની લંબાઈ l અને પહોળાઈ b હોય છે. આને તાકાત B ના ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં સસ્પેન્ડ કરવામાં આવે છે જેમ કે કોઇલનું પ્લેન ચુંબકીય ક્ષેત્રની સમાંતર હોય. AB અને DC બાજુઓ ચુંબકીય ક્ષેત્રની દિશાની સમાંતર હોવાથી, તેઓ ચુંબકીય ક્ષેત્રને કારણે કોઈ અસરકારક બળ અનુભવતા નથી. AD અને BC બાજુઓ ક્ષેત્રની દિશાને લંબરૂપ હોવાથી $F = BI l$ દ્વારા આપવામાં આવેલ અસરકારક બળ F અનુભવે છે.



ફલેમિંગના ડાબા હાથના નિયમનો ઉપયોગ કરીને આપણે નક્કી કરી શકીએ છીએ કે AD અને BC પરના દળો એકબીજાની વિરુદ્ધ દિશામાં છે. જ્યારે સમાન અને વિરોધી દળો F કહેવાય છે, જે કોઇલ પર કાર્ય કરે છે, ત્યારે તે ટોર્ક ઉત્પન્ન કરે છે. આ ટોર્ક કોઇલને વિચલિત કરવા માટેનું કારણ બને છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે ટોર્ક $\tau = (\text{બળ}) \times (\text{દળો વચ્ચેનું લંબ અંતર})$

$$\therefore \tau = F \times b$$

આપણે પહેલાથી જ જાણીએ છીએ તે F ની કિંમતને બદલીને,

$$\text{કોઇલના સિંગલ-લૂપ ABCD પર કામ કરતું ટોર્ક} \therefore \tau = BIl \times b$$

જ્યાં $l \times b$ એ કોઇલનો વિસ્તાર A છે,

આથી કોઇલના n વળાંકો(આંટાનીસંખ્યા) પર કામ કરતું ટોર્ક દ્વારા આપવામાં આવે છે

$$\tau = nIAB$$

આમ ઉત્પન્ન થતો ચુંબકીય ટોર્ક કોઇલને ફેરવવાનું કારણ બને છે અને ફોસ્ફર બ્રોન્ઝ સ્ટ્રીપ વળી જાય છે. બદલામાં, કોઇલ સાથે જોડાયેલ સ્પ્રિંગ S કાઉન્ટર ટોર્ક અથવા પુનઃસ્થાપિત ટોર્ક $k\theta$ ઉત્પન્ન કરે છે જે સ્થિર કોણીય વિચલનમાં પરિણમે છે.

$$\text{સંતુલન સ્થિતિમાં: } k\theta = nIAB$$

અહીં k ને વસંતના ટોર્સનલ કોન્સ્ટન્ટ (એકમ ટૂવિસ્ટ ઈઠ દંપતીને પુનઃસ્થાપિત કરવું) કહેવામાં આવે છે. ડિફ્લેક્શન અથવા ટૂવિસ્ટ θ એ સસ્પેન્શન વાયર સાથે જોડાયેલ પોઇન્ટર દ્વારા સ્કેલ પર દર્શાવેલ મૂલ્ય તરીકે માપવામાં આવે છે.

$$\theta = (nAB/k)I \text{ તેથી } \therefore \theta \propto I$$

આપેલ ગેલ્વેનોમીટર માટેનો જથ્થો nAB/k એ અચળાંક છે. તેથી તે સમજી શકાય છે કે ગેલ્વેનોમીટરમાં જે વિચલન થાય છે તે તેના દ્વારા વહેતા પ્રવાહના સીધા પ્રમાણસર છે.

પ્રશ્ન : મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટરની અંદર નળાકાર સોફ્ટ આયર્ન કોર રજૂ કરવાનો હેતુ શું છે?

ઉકેલ: ગેલ્વેનોમીટરની અંદર મૂકવામાં આવેલ નળાકાર સોફ્ટ આયર્ન કોર ચુંબકીય ક્ષેત્રની શક્તિમાં વધારો કરે છે, જેનાથી સાધનની સંવેદનશીલતામાં સુધારો થાય છે. તે ચુંબકીય ક્ષેત્રને રેડિયલ પણ બનાવે છે જેથી કોઇલના પરિભ્રમણ દરમિયાન કોઇલના સમતલ અને બળની ચુંબકીય રેખાઓ વચ્ચેનો કોણ હંમેશા શૂન્ય રહે.

3.6 ગેલ્વેનોમીટર ની સંવેદનશીલતા:

(Sensitivity of Moving Coil Galvanometer)

મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર દ્વારા અનુભવાતી સંવેદનશીલતાની સામાન્ય વ્યાખ્યા ગેલ્વેનોમીટરના વિચલન અને કોઇલમાં પ્રવાહમાં થતા ફેરફારના ગુણોત્તર તરીકે આપવામાં આવે છે.

$$S = \frac{d\theta}{dI}$$

ગેલ્વેનોમીટરની સંવેદનશીલતા વધારે હોય છે જો સાધન વર્તમાનના નાના મૂલ્ય માટે મોટું વિચલન દર્શાવે છે. સંવેદનશીલતા બે પ્રકારની હોય છે, એટલે કે પ્રવાહ સંવેદનશીલ અને વોલ્ટેજ સંવેદનશીલતા.

• પ્રવાહ સંવેદનશીલતા: (Current Sensitivity)

વિચલન θ પ્રતિ એકમ પ્રવાહ I ને પ્રવાહ સંવેદનશીલતા θ/I તરીકે ઓળખાય છે.

$$\frac{\theta}{I} = nAB/k$$

• વોલ્ટેજ સંવેદનશીલતા: (Voltage Sensitivity)

એકમ વોલ્ટેજ(V) દીઠ વિચલન θ ને વોલ્ટેજ સંવેદનશીલતા $\frac{\theta}{V}$ તરીકે ઓળખાય છે. સમીકરણ

$\theta = (nAB/k) \cdot I$ માં બંને બાજુઓને V વડે ભાગતા,

$$\theta/V = (nAB/Vk) \cdot I = (nAB/k) \cdot (I/V) = (nAB/k) \cdot (1/R)$$

અહીં R એ સર્કિટનો અસરકારક અવરોધ છે.

તે નોંધવું જરૂરી છે કે વોલ્ટેજ સંવેદનશીલતા = પ્રવાહ સંવેદનશીલતા/ કોઇલ નો અવરોધ . તેથી, શરત હેઠળ કે R સતત(constant) રહે છે;

જ્યારે વોલ્ટેજ સંવેદનશીલતા \propto પ્રવાહ સંવેદનશીલતા.

ગેલ્વેનોમીટરની યોગ્યતાની આકૃતિ:

તે સાધનના સ્કેલ પર પૂર્ણ-સ્કેલ ડિફ્લેક્શન પ્રવાહ અને ગ્રેજ્યુએશનની સંખ્યાનો ગુણોત્તર છે. તે ગેલ્વેનોમીટરની પ્રવાહ સંવેદનશીલતાના પારસ્પરિક પણ છે.

ગેલ્વેનોમીટરની સંવેદનશીલતાને અસર કરતા પરિબળો

- કોઇલમાં વળાંકની સંખ્યા
- કોઇલનો વિસ્તાર
- ચુંબકીય ક્ષેત્રની તાકાત B
- એકમ દ્વિવિસ્ત k/nAB દીઠ કપલની તીવ્રતા

પ્રશ્ન : પ્રવાહ સંવેદનશીલતામાં વધારો થવાથી મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટરની વોલ્ટેજની સંવેદનશીલતામાં વધારો થાય છે. હા કે ના? તમારા જવાબને યોગ્ય ઠેરવો.

ઉકેલ: ના. મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટરની પ્રવાહ સંવેદનશીલતામાં વધારો વોલ્ટેજની સંવેદનશીલતામાં વધારામાં પરિણમી શકે તે જરૂરી નથી. ઉપકરણની પ્રવાહ સંવેદનશીલતા વધારવા માટે વળાંકની સંખ્યા (કોઇલની લંબાઈ) વધારવામાં આવે છે, કોઇલનો અવરોધ બદલાય છે. આ કારણ છે કે કોઇલનો અવરોધ કોઇલની લંબાઈ અને વિસ્તાર જેવા પરિબલો પર આધારિત છે.

જેમ આપણે જાણીએ છીએ કે વોલ્ટેજની સંવેદનશીલતા

$$\theta/V = (nAB/k) \cdot (1/R)$$

વોલ્ટેજ સંવેદનશીલતાનું એકંદર મૂલ્ય અપરિવર્તિત રહે છે.

3.7 ગેલ્વેનોમીટરની એપ્લિકેશનો: (Applications of Galvanometer)

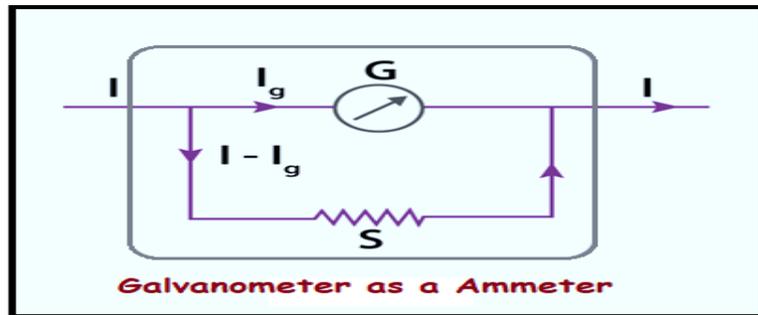
મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર એક અત્યંત સંવેદનશીલ સાધન છે જેના કારણે તેનો ઉપયોગ કોઈપણ આપેલ સર્કિટમાં પ્રવાહની હાજરીને શોધવા માટે કરી શકાય છે. જો ગેલ્વેનોમીટર વ્હીટ્સ્ટોનના બ્રિજ સર્કિટમાં જોડાયેલ હોય, તો ગેલ્વેનોમીટરમાં પોઈન્ટર નલ ડિફ્લેક્શન દર્શાવે છે, એટલે કે ઉપકરણમાંથી કોઈ પ્રવાહ વહેતો નથી. નિર્દેશક પ્રવાહની દિશાના આધારે ડાબી કે જમણી તરફ વળે છે.નીચેની બાબતો માપવા માટે ગેલ્વેનોમીટરનો ઉપયોગ કરી શકાય છે:

- સર્કિટમાં તેને નીચા અવરોધ સાથે સમાંતરમાં જોડીને પ્રવાહનું મૂલ્ય.
- વોલ્ટેજને ઉચ્ચ અવરોધ સાથે શ્રેણીમાં જોડીને.

3.8 ગેલ્વેનોમીટરનું એમીટરમાં રૂપાંતર:

(Conversion of Galvanometer to Ammeter)

ગેલ્વેનોમીટરને શન્ટ રેઝિસ્ટન્સ નામના ઓછા અવરોધ(low resistance) સાથે સમાંતરમાં જોડીને એમીટરમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે. એમીટરની શ્રેણીના આધારે યોગ્ય શન્ટ અવરોધ પસંદ કરવામાં આવે છે.



આપેલ સર્કિટમાં

R_G = ગેલ્વેનોમીટરનો અવરોધ

G = ગેલ્વેનોમીટર કોઇલ

I = સર્કિટમાંથી પસાર થતો કુલ પ્રવાહ

I_G = ગેલ્વેનોમીટરમાંથી પસાર થતો કુલ પ્રવાહ જે પૂર્ણ-સ્કેલ રીડિંગને અનુરૂપ છે

R_S = શંટ અવરોધનું મૂલ્ય

જ્યારે ગેલ્વેનોમીટરમાંથી પ્રવાહ I_G પસાર થાય છે, ત્યારે શંટ અવરોધ દ્વારા પ્રવાહ $I_S = I - I_G$ વહે છે.

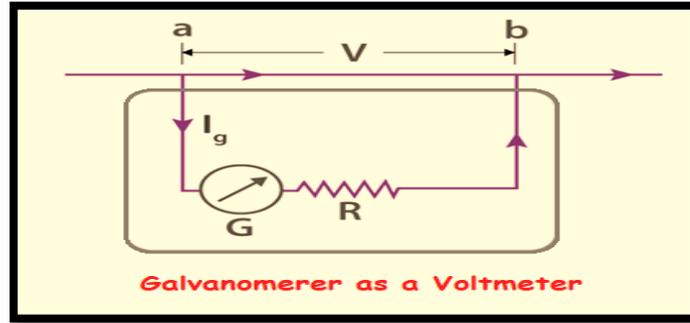
અહીં ગેલ્વેનોમીટર અને શંટ અવરોધ વચ્ચે સમાંતર જોડાણ માં હોવાથી બંને માં સમાન પ્રવાહ વહે છે.

તેથી $R_G \cdot I_G = (I - I_G) \cdot R_S$

S ની કિંમત ઉપરના સમીકરણનો ઉપયોગ કરીને મેળવી શકાય છે.

3.9 ગેલ્વેનોમીટરનું વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતર: (Conversion of Galvanometer to Voltmeter)

ગેલ્વેનોમીટરને ઉચ્ચ અવરોધ સાથે શ્રેણીમાં જોડીને તેને વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતરિત કરવામાં આવે છે. વોલ્ટમીટરની શ્રેણીના આધારે યોગ્ય ઉચ્ચ અવરોધ પસંદ કરવામાં આવે છે.



આપેલ સર્કિટમાં

R_G = ગેલ્વેનોમીટરનો અવરોધ, R = ઉચ્ચ અવરોધ (high resistance) નું મૂલ્ય

G = ગેલ્વેનોમીટર કોઇલ, I = સર્કિટમાંથી પસાર થતો કુલ પ્રવાહ

I_G = ગેલ્વેનોમીટરમાંથી પસાર થતો કુલ પ્રવાહ જે પૂર્ણ-સ્કેલ ડિફ્લેક્શનને અનુરૂપ છે.

V = ગેલ્વેનોમીટર અને ઉચ્ચ પ્રતિકારના શ્રેણીના જોડાણમાં વોલ્ટેજ ડ્રોપ.

જ્યારે પ્રવાહ I_G ગેલ્વેનોમીટર અને ઉચ્ચ અવરોધ R ના શ્રેણી સંયોજનમાંથી પસાર થાય છે; સમગ્ર શાખા ab માં વોલ્ટેજ ડ્રોપ દ્વારા આપવામાં આવે છે.

$$V = R_G I_G + R I_G$$

ઉપરના સમીકરણનો ઉપયોગ કરીને R ની કિંમત મેળવી શકાય છે.

પ્રશ્ન : અવરોધ 100Ω ની મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટર 0.1Ω ના અવરોધ નો ઉપયોગ કરીને એમીટર તરીકે વપરાય છે. ગેલ્વેનોમીટરમાં મહત્તમ વિચલન પ્રવાહ $100\mu A$ છે. સર્કિટમાં પ્રવાહ શોધો, જેથી એમીટર મહત્તમ વિચલન બતાવે. (IIT-JEE|2005)

ઉકેલ: અહીં આપેલ છે કે $R_G = 100\Omega$, $R_S = 0.1\Omega$, $I_G = 100\mu A$

આપણે જાણીએ છીએ કે $R_G \cdot I_G = (I - I_G) \cdot R_S$

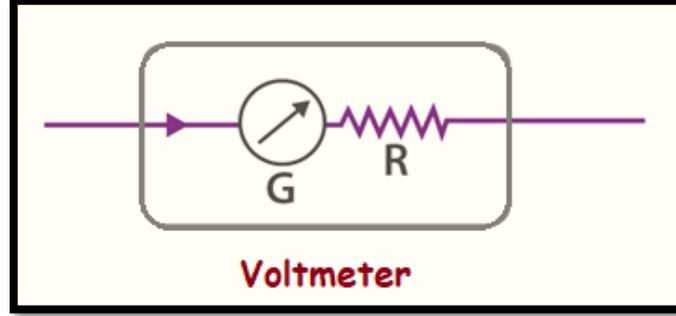
$$\text{તેથી } I = (R_G \cdot I_G + I_G \cdot R_s) / R_s$$

$$I = (1 + R_G / R_s) \cdot I_G$$

આપેલ મૂલ્યોને બદલીને, આપણને $I = 100.1 \text{mA}$ મળે છે

પ્રશ્ન : 40Ω અવરોધનો ગેલ્વેનોમીટર કોઈલ 4mA ના પ્રવાહ માટે સંપૂર્ણ શ્રેણીનું વિચલન દર્શાવે છે. આ ગેલ્વેનોમીટરને $0-12 \text{V}$ શ્રેણીના વોલ્ટમીટરમાં કેવી રીતે રૂપાંતરિત કરી શકાય?

ઉકેલ:



જેમ આપણે જાણીએ છીએ કે $V = I_G (R_G + R)$

$$R = V / I_G - R_G$$

$$= (12 / (4 \times 10^{-3})) - 40$$

$$R = 2960 \Omega$$

3.10 ફાયદા અને ગેરફાયદા:

(Advantages and Disadvantages of a Moving Coil Galvanometer)

ફાયદા:

- ઉચ્ચ સંવેદનશીલતા.
- છૂટાછવાયા ચુંબકીય ક્ષેત્રોથી સરળતાથી પ્રભાવિત થતા નથી.
- ટોર્કથી વજનનો ગુણોત્તર વધારે છે.
- ઉચ્ચ ચોકસાઈ અને વિશ્વસનીયતા.

ગેરફાયદા:

- તેનો ઉપયોગ ફક્ત સીધા પ્રવાહોને માપવા માટે થઈ શકે છે.
- સાધનની વૃદ્ધિ, કાયમી ચુંબક અને યાંત્રિક તાણને કારણે વસંતને નુકસાન જેવા પરિબલોને કારણે ભૂલો વિકસે છે.

3.11 ગેલ્વેનોમીટર પર વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો: (FAQs)

ગેલ્વેનોમીટરનો ઉપયોગ શું છે?

ગેલ્વેનોમીટરનો ઉપયોગ પ્રવાહ માપવા અને પ્રવાહની દિશા શોધવા માટે થાય છે. તે વોલ્ટેજ પણ માપી શકે છે.

મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટરના કાર્ય સિદ્ધાંતનો ઉલ્લેખ કરો.

મૂવિંગ કોઇલ ગેલ્વેનોમીટરનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત એ છે કે જ્યારે પ્રવાહ વહન કરતી કોઇલને ચુંબકીય ક્ષેત્રમાં મૂકવામાં આવે છે, ત્યારે તે ટોર્કનો અનુભવ કરશે.

ગેલ્વેનોમીટરની રચના કરનાર વૈજ્ઞાનિકનું નામ જણાવો.

જોહાન શ્વેગરે ઇલેક્ટ્રોમેગ્નેટિક ગેલ્વેનોમીટરનું સૌથી પહેલું સ્વરૂપ ઘડી કાઢ્યું હતું.

ગેલ્વેનોમીટર સર્કિટ સાથે કેવી રીતે જોડાયેલું છે?

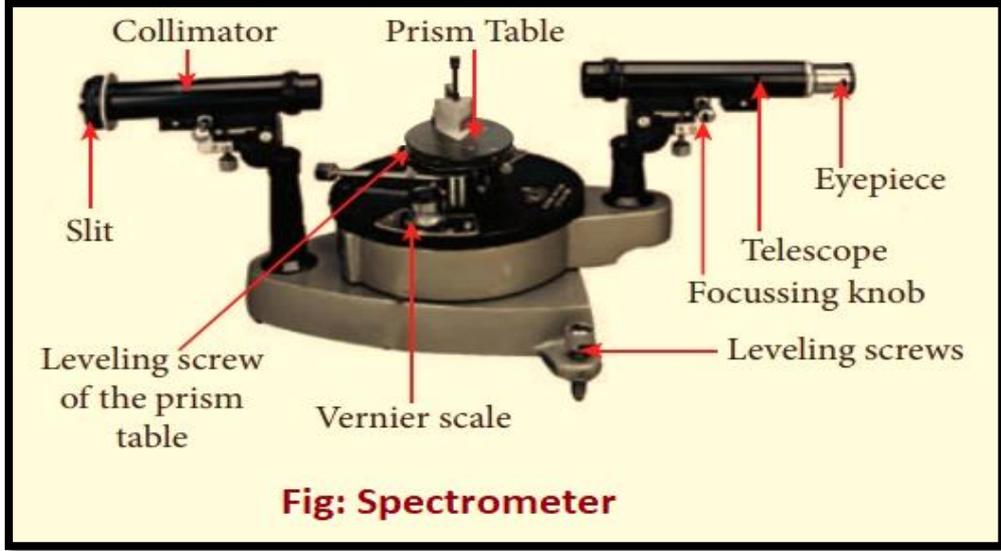
ગેલ્વેનોમીટરનો ઉપયોગ એમીટર અથવા વોલ્ટમીટર તરીકે થઈ શકે છે, તેથી તેને શ્રેણીમાં અથવા સમાંતરમાં જોડી શકાય છે.

(IV) સ્પેક્ટ્રોમીટર:

સ્પેક્ટ્રોમીટરના ત્રણ મુખ્ય ભાગોનો પરિચય, બાંધકામ અને સમજૂતી, મર્ક્યુરી ડિસ્ચાર્જ લેમ્પ, સોડિયમ ડિસ્ચાર્જ લેમ્પ, ગોઠવણ, છોડવું અને સ્પેક્ટ્રોમીટરના અવલોકનને રેકોર્ડ કરવાની પદ્ધતિ.

4.1 સ્પેક્ટ્રોમીટરની રચના અને ગોઠવણો સમજાવો:

(Explain Construction & Adjustments of the Spectrometer :)



સ્પેક્ટ્રોમીટરની પ્રારંભિક ગોઠવણમાં ટેલિસ્કોપ અને કોલિમેટરના ગોઠવણોનો સમાવેશ થાય છે. પ્રથમ, ટેલિસ્કોપના આઈપીસને સમાયોજિત(adjust) કરો જેથી કોસવાયર તીવ્રપણે કેન્દ્રિત(sharply focused) હોય. હવે, ટેલિસ્કોપને એક બાજુ ફેરવો અને તેને કોઈ દૂરના પદાર્થ તરફ નિર્દેશ કરો. ત્યારબાદ, કોલિમેટરના પ્રવેશદ્વારની સામે એક પ્રકાશ(light/Source) મૂકો. ટેલિસ્કોપ દ્વારા સ્લિટ જુઓ. જ્યાં સુધી સ્લિટની છબી કોસવાયરના પ્લેનમાં ન આવે ત્યાં સુધી કોલિમેટર લેન્સને સમાયોજિત કરો. આ પરિપૂર્ણ કરવા માટે તમારે લંબન(parallax) ફોકસિંગનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

સ્પેક્ટ્રોમીટર સાથે પ્રયોગ કરતા પહેલા નીચેની ગોઠવણો કરવી આવશ્યક છે :

(The following adjustments must be made before doing the experiment with spectrometer:)

(i) આઈપીસનું એડજસ્ટમેન્ટ: (Adjustment of the eyepiece)

ટેલિસ્કોપ એક પ્રકાશિત સપાટી તરફ વળેલું છે અને જ્યાં સુધી કોસ વાયર સ્પષ્ટ રીતે ન દેખાય ત્યાં સુધી આઈપીસને ત્યાં સુધી ખસેડવામાં આવે છે. તે પછી ટેલિસ્કોપના ઉદ્દેશ્ય લેન્સ દ્વારા ટેલિસ્કોપના કોસહેયર પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવામાં આવશે. સ્લિટની આ છબી પછી આઈપીસ દ્વારા જોઈ શકાય છે.

(ii) ટેલિસ્કોપનું એડજસ્ટમેન્ટ: (Adjustment of the telescope:)

ટેલિસ્કોપને સમાંતર કિરણો મેળવવા માટે તેને દૂરના પદાર્થ તરફ ફેરવીને ગોઠવવામાં આવે છે અને ક્રોસ વાયર પર સ્પષ્ટ છબી મેળવવા માટે ઉદ્દેશ્ય લેન્સ અને આઈપીસ વચ્ચેના અંતરને સમાયોજિત કરવામાં આવે છે .

પહેલા બે બેઝ લેવલિંગ સ્ક્રૂને ફેરવીને અને પછી ટેલિસ્કોપ લેવલિંગ સ્ક્રૂને ફેરવીને સ્પિરિટ લેવલના હવાના પરપોટાને અડધા રસ્તે કેન્દ્ર તરફ લાવો . હવે ટેલિસ્કોપને 180° દ્વારા ફેરવો અને બેઝ અને ટેલિસ્કોપ લેવલિંગ સ્ક્રૂને સમાયોજિત કરો. ઓપરેશનને ઘણી વખત પુનરાવર્તિત કરો જેથી કરીને ટેલિસ્કોપની બંને સ્થિતિ માટે બબલ કેન્દ્રમાં રહે.

(iii) કોલિમેટરનું એડજસ્ટમેન્ટ: (Adjustment of the collimator)

ટેલિસ્કોપને કોલિમેટર સાથે અક્ષીય રેખા સાથે લાવવામાં આવે છે. કોલિમેટરની સ્લિટ પ્રકાશના સ્ત્રોત દ્વારા પ્રકાશિત થાય છે. ટેલિસ્કોપના ક્રોસ વાયર પર સ્લિટની સ્પષ્ટ છબી ન દેખાય ત્યાં સુધી કોલિમેટરના સ્લિટ અને લેન્સ વચ્ચેનું અંતર એડજસ્ટ કરવામાં આવે છે. ટેલિસ્કોપ પહેલેથી જ સમાંતર કિરણો માટે ગોઠવાયેલ હોવાથી. સ્લિટની સારી રીતે વ્યાખ્યાયિત છબી ત્યારે જ રચી શકાય છે જ્યારે કોલિમેટરમાંથી નીકળતા પ્રકાશ કિરણો સમાંતર હોય.

ટેલિસ્કોપમાંથી સ્પિરિટ લેવલ દૂર કરો. તેને તેની લંબાઈ સાથે કોલિમેટર પર મૂકો. કોલિમેટરની નીચે આપેલા કોલિમેટર લેવલિંગ સ્ક્રૂને સમાયોજિત કરીને સ્પિરિટ લેવલના એર બબલને કેન્દ્રમાં લાવો . આ કોલિમેટરની ધરીને આડી બનાવે છે.

(iv) પ્રિઝમ ટેબલનું સ્તરીકરણ: (Leveling the prism table)

પ્રિઝમ ટેબલને લેવલિંગ સ્ક્રૂ અને સ્પિરિટ લેવલ દ્વારા આડી સ્થિતિમાં ગોઠવવામાં આવે છે અથવા સમતળ કરવામાં આવે છે . આ બે સ્ક્રૂને વિરુદ્ધ દિશામાં ફેરવીને સ્પિરિટ લેવલના એર બબલને કેન્દ્રમાં લાવો . હવે સ્પિરિટ લેવલને બે સ્ક્રૂને જોડતી રેખા પર લંબરૂપ રાખો અને ત્રીજા સ્ક્રૂને એડજસ્ટ કરીને બબલને કેન્દ્રમાં લાવો. આ પ્રિઝમ ટેબલની ટોચને આડી બનાવે છે.

(v) ક્રોસ વાયર અને ફોકસિંગ ઇમેજને સમાયોજિત કરવી:

(Adjusting cross wires and focusing image)

ટેલિસ્કોપને પ્રકાશિત પૃષ્ઠભૂમિ તરફ ફેરવો. આંખના ટુકડાને જોતા, તમને કદાચ ક્રોસ-વાયર અસ્પષ્ટ દેખાશે. જ્યાં સુધી ક્રોસ-વાયર અલગ ન દેખાય ત્યાં સુધી આંખના ટુકડાને અંદર અથવા બહારની તરફ ખસેડો. જો ઇમેજ ઊભી દેખાતી નથી, તો સ્લિટને તેના પોતાના પ્લેનમાં ફેરવીને તેને ઊભી બનાવો. ઇચ્છિત તીવ્રતાની છબી મેળવવા માટે સ્લિટની પહોળાઈને સમાયોજિત કરો.

4.2 શુસ્ટરની પદ્ધતિ દ્વારા સમાંતર કિરણો માટે ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવું:

(Focusing for Parallel rays by Schuster's method)

ડાર્કરૂમમાં ઉપલબ્ધ જગ્યામાં સમાંતર કિરણો માટે ટેલિસ્કોપ અને કોલિમેટર પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવાની આ શ્રેષ્ઠ પદ્ધતિ છે. ટેલિસ્કોપ પર ધ્યાન કેન્દ્રિત કરવા માટે સમાંતર પ્રકાશ કિરણો જરૂરી છે અને આ બદલામાં યોગ્ય રીતે ગોઠવાયેલા કોલિમેટરની જરૂર છે.

સમાંતર કિરણો માટે શુસ્ટરની પદ્ધતિ:

ટેલિસ્કોપના આઈપીસને કોસ વાયર પર ફોકસ કરો અને પછી આ ગોઠવણને અહીં ખલેલ પહોંચાડશો નહીં . કોલિમેટરના સ્લિટને સોડિયમ લાઇટથી પ્રકાશિત કરો. સ્લિટની પહોળાઈને સમાયોજિત કરો, જેથી તે શક્ય તેટલું સાંકડું હોય . પ્રિઝમ ટેબલ પર પ્રિઝમ મૂકો. તેની વક્રીવર્તન ધાર ઊભી અને ગ્રાઉન્ડેડ ફેસ સાથે તેની મધ્યમાં કોલિમેટરની લંબાઈ સાથે લગભગ સમાંતર છે. પ્રિઝમ ટેબલને ધીમે ધીમે ફેરવવામાં આવે છે જ્યાં સુધી સ્લિટની રીફ્રેક્ટેડ ઈમેજ ન્યૂનતમ વિચલન સ્થિતિમાં ન હોય. પ્રિઝમ ટેબલને ધીમેથી ફેરવો જેથી પ્રિઝમની રીફ્રેક્ટીંગ એજ ઓફ રીફ્રેક્ટીંગ એન્ગલ "A" ટેલીસ્કોપ તરફ ખસે જેથી ટેલીસ્કોપ કિરણ માટેના ન્યૂનતમ વિચલનના કોણ કરતા વધારે ખૂણા પર રીફ્રેક્ટેડ કિરણો મેળવે છે. ટેલિસ્કોપ પછી ફોકસ થાય છે. સ્લિટની છબીને તીક્ષ્ણ બનાવવા માટે. પ્રિઝમ ટેબલને હવે ફેરવવામાં આવે છે જેથી પ્રિઝમનો રિફ્રેક્ટિંગ એન્ગલ કોલિમેટર તરફ જાય . સ્લિટની ઈમેજને ખૂબ જ તીક્ષ્ણ બનાવવા માટે કોલિમેટરને હવે એડજસ્ટ કરવામાં આવ્યું છે . ઉપરોક્ત બે પગલાં ત્યાં સુધી ચાલુ રાખવામાં આવે છે જ્યાં સુધી સ્લિટની છબી તીક્ષ્ણ અને ઊભી કોસ વાયર સાથે લંબન વિના ન હોય.

4.3 સોડિયમ વેપર લેમ્પ રચના અને કાર્ય પદ્ધતિ :

(Sodium Vapour Lamp : Construction & Working)

એક દીવો જેમાં ધાતુની વરાળમાં ઇલેક્ટ્રિક ડિસ્ચાર્જ થાય છે તે વરાળ લેમ્પ તરીકે ઓળખાય છે. આ લેમ્પ બે પ્રકારમાં ઉપલબ્ધ છે જેમ કે સોડિયમ વેપર લેમ્પ અને મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ જે અનુક્રમે જાડા વાદળી અને પીળા રંગ જેવા વિવિધ રંગોનો પ્રકાશ ફેંકે છે. આ પ્રકારના લેમ્પ્સ ખૂબ જ કાર્યક્ષમ હોય છે અને ઉચ્ચ તીવ્રતા સાથે પ્રકાશ પ્રદાન કરે છે જે ખુલ્લા વિસ્તારોમાં અને મોટા અંતરને પ્રકાશિત કરવા માટે પણ લાગુ પડે છે.

વરાળ લેમ્પમાં ડબલ ટ્યુબનો સમાવેશ થાય છે જ્યાં વરાળ અંદરની નળીમાં બંધ હોય છે જ્યારે બાહ્ય નળી હવાથી ખાલી હોય છે, તેથી તે જોખમી ઉચ્ચ-ઊર્જા યુવી કિરણોત્સર્ગને શોષી લે છે. આ લેમ્પ સોડિયમ વેપર લેમ્પની ઝાંખીની ચર્ચા કરે છે અને તે એપ્લિકેશન્સ સાથે કામ કરે છે.

સોડિયમ વેપર લેમ્પ શું છે? (What is a Sodium Vapour Lamp?)

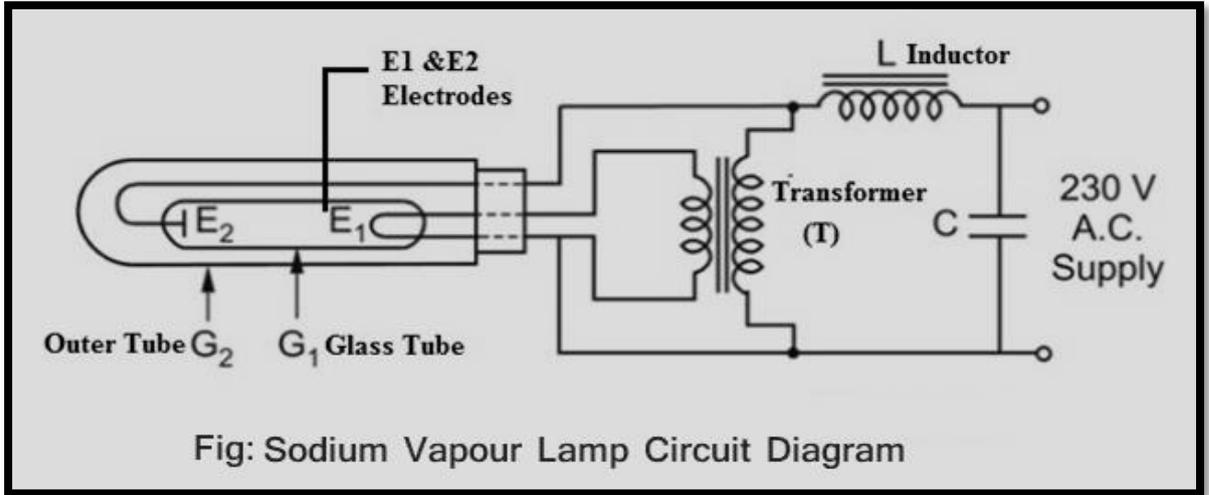
ગેસ-ડિસ્ચાર્જ લેમ્પ કે જે 589 nm લાક્ષણિક તરંગલંબાઈ પર પ્રકાશ પેદા કરવા માટે આકર્ષક સ્થિતિમાં સોડિયમ (Na) નો ઉપયોગ કરે છે તેને સોડિયમ વેપર લેમ્પ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. આ લેમ્પ્સ 1932, હોલેન્ડમાં ફિલિપ્સ દ્વારા પ્રથમ સોડિયમ લેમ્પ્સ વ્યાવસાયિક રીતે ડિઝાઇન કરવામાં આવ્યા હતા.

સોડિયમ વેપર લેમ્પનો કાર્યકારી સિદ્ધાંત એ છે કે તે મુખ્યત્વે ઇલેક્ટ્રિક આર્ક બનાવીને બાષ્પયુક્ત સોડિયમ મેટલ દ્વારા કામ કરે છે. અન્ય વાયુઓ અને સામગ્રી દીવાને સક્રિય કરવામાં અને તેના રંગને નિયંત્રિત કરવામાં પણ મદદ કરશે . આ દીવાઓ મોટાભાગે સ્ટ્રીટ લાઇટ અને ઔદ્યોગિક હેતુઓમાં વપરાય છે. સોડિયમ વેપર લેમ્પનું પ્રતીક નીચે દર્શાવેલ છે.



સોડિયમ વેપર લેમ્પ સર્કિટ: (Sodium Vapour Lamp Circuit:)

સોડિયમ વેપર લેમ્પ સર્કિટ ડાયાગ્રામ નીચે દર્શાવેલ છે. અહીં, આ સર્કિટમાં ઉપયોગમાં લેવાતા લેમ્પનો પ્રકાર લો-પાવર સોડિયમ વેપર લેમ્પ (LPSVL) છે. આ લેમ્પનું બાંધકામ પારાના વરાળના દીવા જેવું જ છે. આ લેમ્પમાં, E1 અને E2 જેવા બે ઇલેક્ટ્રોડ G1 ગ્લાસ ટ્યુબની અંદર ગોઠવવામાં આવે છે જેમાં સોડિયમનો સમાવેશ થાય છે જેમાં થોડી માત્રામાં આર્ગોન અથવા નિયોન વાયુઓ હોય છે. આ G1 ગ્લાસ ટ્યુબ G2 ખાલી કરાયેલ બાહ્ય ટ્યુબમાં મૂકવામાં આવે છે.



સોડિયમ વરાળ રાસાયણિક રીતે ખૂબ જ સક્રિય છે, તેથી ગરમ સોડિયમ વરાળની ક્રિયાનો વિરોધ કરવા માટે ગ્લાસ લેમ્પ ખૂબ જ મજબૂત રીતે ડિઝાઇન કરવામાં આવ્યો છે. અહીં, ડિસ્ચાર્જ ટ્યુબમાં આશરે 300 ડિગ્રી સેન્ટિગ્રેડનું ચોક્કસ તાપમાન જાળવી રાખીને કાર્યક્ષમતા અને શ્રેષ્ઠ-સંચાલન સ્થિતિ મેળવી શકાય છે, જેથી આપણે ટ્યુબમાંથી ગરમીનું નુકસાન ઘટાડી શકીએ.

ઉપરોક્ત સર્કિટમાં, કેપેસિટર (C), ચોક (L) અને એક નાનું સ્ટેપ-ડાઉન ટ્રાન્સફોર્મર 'T' લેમ્પ સાથે શ્રેણીમાં જોડાયેલ છે. ચોક (L) એ ઇન્ડક્ટર છે જે ઓછી શક્તિવાળા સોડિયમ વેપર લેમ્પ સાથે શ્રેણીમાં જોડાયેલ છે. તે ડિસ્ચાર્જને સ્થિર કરવા માટે ઓવરલોડ પ્રોટેક્શન જેવું કાર્ય કરે છે. ઉપરોક્ત સર્કિટમાં વપરાતું ટ્રાન્સફોર્મર વોલ્ટેજ સપ્લાય ઘટાડવા અને ચાપને સ્થિર કરવા માટે લીક થતું ટ્રાન્સફોર્મર છે. કેથોડ ઇલેક્ટ્રોડ 'E1' ને ગરમ કરવા માટે આ બધા કેપેસિટર, ચોક અને ટ્રાન્સફોર્મર વરાળ લેમ્પ સાથે શ્રેણીમાં જોડાયેલા છે.

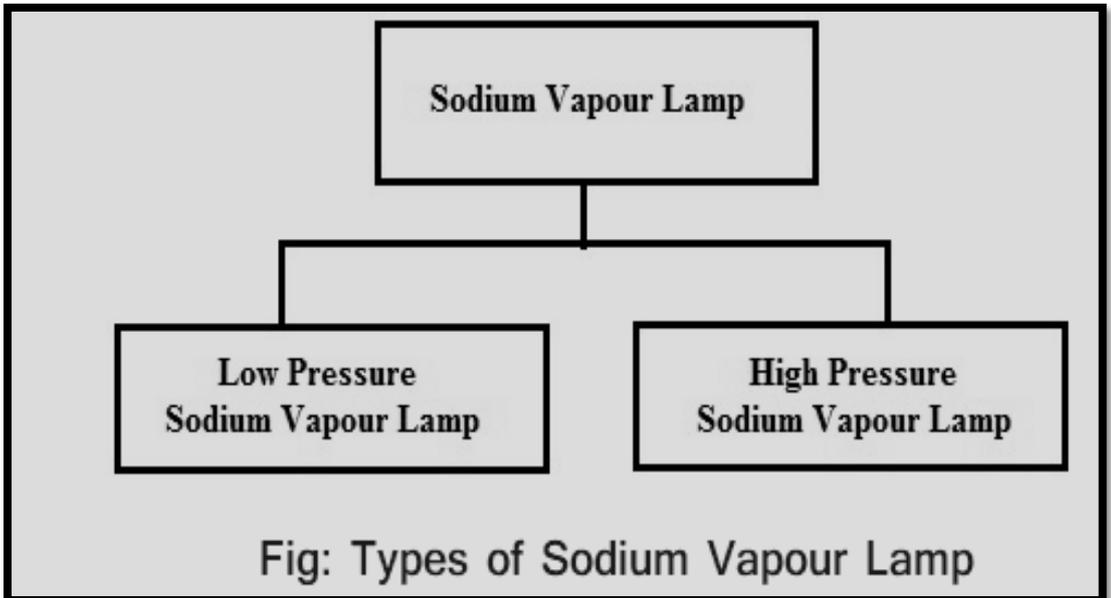
લેમ્પ વર્કિંગ: (Lamp Working)

એકવાર સોડિયમ વેપર લેમ્પ ચાલુ થઈ જાય, તે નિયોન ગેસની અંદર એક સાવ ઉત્પન્ન કરે છે, જે Na (સોડિયમ) નું બાષ્પીભવન કરવા માટે પૂરતી ગરમી ઉત્પન્ન કરે છે. ડિસ્ચાર્જ ટ્યુબની અંદર કેથોડ ફિલામેન્ટને ગરમ કરવા માટે નાના ટ્રાન્સફોર્મરનો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે જ્યારે એનોડ ટર્મિનલ સમગ્ર ચોકમાં 230V AC સપ્લાય સાથે સીધું જોડાયેલ હોય છે. ટ્રાન્સફોર્મર અને ચોક બંનેને કારણે, ઉપરોક્ત સર્કિટનું પાવર ફેક્ટર (PF) ખૂબ જ ઓછું થઈ જશે, તેથી સુધારણા હેતુઓ માટે સર્કિટમાં કેપેસિટરનો સમાવેશ કરવામાં આવ્યો છે.

જ્યારે વરાળનો દીવો ચલાવવામાં આવતો નથી, ત્યારે Na (સોડિયમ) નક્કર સ્થિતિમાં ટ્યુબની બાજુની દિવાલો પર જમા થાય છે. એકવાર વેપર લેમ્પ પાવર સપ્લાય સાથે કનેક્ટ થઈ જાય પછી, નિયોન ગેસ ડિસ્ચાર્જ થાય છે અને લાલ-નારંગી રંગનો પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરે છે. નિયોન ગેસના ઉત્સર્જનથી ઉત્પન્ન થતી ગરમી ઘન સોડિયમ વરાળમાં બદલાય છે. પંદર મિનિટ પછી, તે સંપૂર્ણ પીળો પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરવાનું શરૂ કરે છે. આ સોડિયમ વેપર લેમ્પ 50 વોટ, 100 વોટ, 200 વોટ, 500 વોટમાં ઉપલબ્ધ છે. આ લેમ્પ ફક્ત એસી સપ્લાયને લાગુ પડે છે.

4.4 સોડિયમ વેપર લેમ્પના પ્રકાર: (Sodium Vapour Lamp Types)

બજારમાં બે પ્રકારના સોડિયમ વેપર લેમ્પ ઉપલબ્ધ છે. જેમ કે LPS વેપર લેમ્પ (લો-પ્રેશર સોડિયમ વેપર લેમ્પ) અને HPS વેપર લેમ્પ (હાઈ-પ્રેશર સોડિયમ વેપર લેમ્પ).



લો-પ્રેશર સોડિયમ વેપર લેમ્પ: (Low-Pressure Sodium Vapour Lamp)

- લો-પ્રેશર સોડિયમ વેપર લેમ્પ્સ (LPSV)ની શોધ સૌપ્રથમવાર વર્ષ 1920માં વેસ્ટિંગહાઉસ ખાતે આર્થર એચ. કોમ્પટન દ્વારા કરવામાં આવી હતી. સૌપ્રથમ વિકસિત સોડિયમ લેમ્પ એ એલપીએસ લેમ્પ અથવા લો-પ્રેશર સોડિયમ લેમ્પ છે. આ દીવાને તેના સિગ્નેચર કલર દ્વારા ઓળખવામાં આવે છે જે મોનોક્રોમેટિક પીળો છે. યુરોપમાં તેનો વારંવાર ઉપયોગ થાય છે કારણ કે તેના નબળા કલર રેન્ડરિંગ ઇન્ડેક્સ (CRI) ને કારણે અન્ય બજારોમાં તેની માંગ નહોતી .
- આ પ્રકારનો સોડિયમ લેમ્પ તેના અનેક ઉપયોગોને કારણે સમગ્ર વિશ્વમાં ખૂબ જ કાર્યક્ષમ લેમ્પ છે. આ લેમ્પ દ્વારા મેળવેલ વર્તમાન માનવ આંખ માટે સૌથી વધુ પ્રતિભાવ આપતા રંગનો પ્રકાશ બનાવે છે. તેનાથી વિપરીત, અગ્નિથી પ્રકાશિત દીવો IR થી UV સુધીની તમામ ફ્રીક્વન્સીઝ પર પ્રકાશ બનાવશે. લો-પ્રેશર સોડિયમ લેમ્પને SOX લેમ્પ તરીકે પણ ઓળખવામાં આવે છે.
- LPS વેપર લેમ્પનો ઉપયોગ મોટાભાગે યુરોપમાં આઉટડોર લાઇટિંગ માટે થાય છે. જ્યારે પ્રકાશ શરૂ થાય છે, ત્યારે તે નિયોન ગેસને કારણે પ્રથમ લાલ ઝલો બનાવે છે, પરંતુ નિયોન ગેસ માત્ર ઓછા તાપમાને જ લાઇટ કરે છે. એકવાર તાપમાન વધી જાય પછી, સોડિયમ બાષ્પીભવન કરવાનું શરૂ કરે છે અને શુદ્ધ મોનોક્રોમેટિક પીળા રંગના પ્રકાશમાં ફેરવાય છે.

ઉચ્ચ દબાણ સોડિયમ વેપર લેમ્પ: (High-Pressure Sodium Vapour Lamp)

- Nela Park, Ohio માં વિકસાવવામાં આવ્યો હતો અને બજારમાં રજૂ કરવામાં આવ્યો હતો . HPSV લેમ્પ સ્ટ્રીટ લાઇટિંગમાં સૌથી વધુ ઉપયોગમાં લેવાય છે. LPS લેમ્પનો સુધારો એ HPS લેમ્પ છે પરંતુ LPS ની સરખામણીમાં તેની કાર્યક્ષમતા ઓછી છે. HPS લેમ્પમાં સાંકડી યાપ ટ્યુબનો સમાવેશ થાય છે જે બલ્બની અંદર ફ્રેમ દ્વારા સપોર્ટેડ છે.
- આર્ક ટ્યુબને એલ્યુમિનિયમ ઓક્સાઇડ સિરામિક સાથે ડિઝાઇન કરવામાં આવી છે કારણ કે તે Na (સોડિયમ) જેવા આલ્કલીની એસિડિક અસરોનો વિરોધ કરે છે. આર્ક ટ્યુબમાં ઉચ્ચ કાર્યક્ષમતા માટે ઉચ્ચ દબાણનો સમાવેશ થાય છે. આ ટ્યુબમાં સામાન્ય રીતે ઝેનોન, સોડિયમ અને પારો વપરાય છે.
- લેમ્પને સક્રિય કરવાની સૌથી સામાન્ય પદ્ધતિ પલ્સ સ્ટાર્ટ દ્વારા છે. બેલાસ્ટની અંદર એક ઇન્જીનર છે જે સમગ્ર યાપ ટ્યુબમાં ઉચ્ચ વોલ્ટેજ સિગ્નલ પ્રસારિત કરે છે. આ સિગ્નલ ઝેનોન ગેસ સાથે યાપને સક્રિય કરશે. તેથી દીવો ઝેનોન લાઇટની જેમ આકાશ વાદળી થઈ જશે.
- તે પછી, યાપ પારો (Hg) ને ગરમ કરે છે પછી તેની વરાળ દીવાને વાદળી રંગ આપે છે. દીવાને ગરમી મળે છે અને સોડિયમ એ બાષ્પીભવન માટે અંતિમ સામગ્રી છે. સોડિયમની વરાળ 240 સે. ઉપરના આર્કને અથડાવે છે.
સોડિયમ (Na) સફેદ પ્રકાશ બનાવવા માટે વિવિધ અશુદ્ધિઓ સાથે મિશ્રિત થાય છે. પારો સોડિયમના સ્વચ્છ પીળા રંગમાં વાદળી પ્રકાશ ઉમેરવામાં મદદ કરે છે .

4.5 સોડિયમ વેપર લેમ્પ અને મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ વચ્ચેનો તફાવત: (Difference between Sodium Vapour lamp & Mercury Vapour lamp)

સોડિયમ વેપર લેમ્પ અને મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ વચ્ચેના તફાવતમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે.

સોડિયમ વેપર લેમ્પ	મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ
સોડિયમ વેપર લેમ્પની શોધ વેસ્ટિંગહાઉસ ખાતે આર્થર એચ. કોમ્પટન દ્વારા વર્ષ 1920માં કરવામાં આવી હતી.	મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પની શોધ અમેરિકન એન્જિનિયર પીટર કૂપર હેવિટ દ્વારા વર્ષ 1901 માં કરવામાં આવી હતી અને 1903 માં સુધારેલ હતી.
સોડિયમ વેપર લેમ્પની કાર્યક્ષમતા લગભગ 100 લ્યુમેન્સ/વોટ છે .	તેની કાર્યક્ષમતા લગભગ 35 થી 65 લ્યુમેન્સ/વોટ છે.
સોડિયમ વરાળ એ ગેસ ડિસ્ચાર્જ લેમ્પ છે.	બુધની વરાળ પણ ગેસ ડિસ્ચાર્જ લેમ્પ છે.
આ દીવો પ્રકાશ ફેંકવા માટે ઊર્જાયુક્ત સ્થિતિમાં સોડિયમનો ઉપયોગ કરે છે.	આ દીવો પ્રકાશ ફેંકવા માટે બાષ્પયુક્ત પારો સાથે ઇલેક્ટ્રિક આર્કનો ઉપયોગ કરે છે
આ લેમ્પમાં પ્રકાશ અણુ ઉત્સર્જનની પ્રક્રિયામાંથી આવે છે.	આ લેમ્પમાં પ્રકાશ ફ્લોરોસેન્સ ઉત્સર્જનની પ્રક્રિયામાંથી છે.
તેનો ઉપયોગ સ્ટ્રીટ લાઇટિંગ અને અન્ય રોશનીમાં થાય છે.	તેનો ઉપયોગ શેરીઓ, રમતગમતના મેદાનો, જિમ, સ્ટોર્સ અથવા બેંકો જેવા મોટા વિસ્તારો માટે લાઇટિંગ પ્રદાન કરવા માટે થાય છે.
તેનું આયુષ્ય લગભગ 18,000 કલાક છે.	તેનું આયુષ્ય લગભગ 24,000 કલાક છે.
સોડિયમ વેપર લેમ્પની તરંગલંબાઇ 589 Nm છે	મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પની તરંગલંબાઇ 254 Nm છે

4.6 સોડિયમ વેપર લેમ્પના ફાયદાઓ: (Advantages of Sodium Vapour lamp)

- તેની કાર્યક્ષમતા ઉચ્ચ છે. લાંબુ આયુષ્ય છે.
- તેનો સરળતાથી નિકાલ કરી શકાય છે.
- ઓપરેટિંગ તાપમાન ઓછું છે. તથા ઊર્જા-કાર્યક્ષમ છે.
- ધુમ્મસ અને વરસાદી કારણોસર અસરકારક.
- ગરમી એકદમ ઓછી છે. ફૂલ સ્ત્રોત.
- તે ઓછા ગ્રેડથી લઈને ઉચ્ચ ગ્રેડ સુધીની છે.
- તેનું રંગ તાપમાન હંમેશા ગરમ હોય છે. આ વિવિધ કાર્યક્રમો માટે આદર્શ છે.

સોડિયમ વેપર લેમ્પના ગેરફાયદાઓ:(Disadvantages of Sodium Vapour lamp)

- રંગ અને તાપમાન.
- ઝગઝગાટને નિયંત્રિત કરવા માટે તેને નિયંત્રિત તત્વોની જરૂર છે.
- તે રંગ ઓળખના વિસ્તારોમાં લાગુ પડતું નથી.
- સોડિયમ તત્વ ખતરનાક છે કારણ કે તે હવાના સંપર્કમાં આગ પકડી શકે છે.
- તેને વધારાના ટ્રાન્સફોર્મરની જરૂર છે, પાવર ફેક્ટર નબળું છે.
- ઇન્ડોર લાઇટિંગ માટે, પીળો રંગ યોગ્ય નથી.
- પર્યાપ્ત પ્રકાશ આઉટપુટ માટે, તેને લાંબી નળીઓની જરૂર છે.
- સંપૂર્ણ આઉટપુટ આપવા માટે, તેને 5 થી 10 મિનિટની જરૂર છે.

4.7 ઉપયોગીતા: (Applications)

સોડિયમ વેપર લેમ્પના ઉપયોગોમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે.

- આ દીવાઓનો વ્યાપકપણે એરપોર્ટ, માલસામાન, રસ્તાઓની લાઇટિંગ વગેરે માટે ઉપયોગ થાય છે. કેટલીકવાર, આ દીવાઓનો ઉપયોગ જાહેરાત હેતુઓ માટે થાય છે.
- લેમ્પના સૌથી વધુ ઉપયોગમાં લેવાતા રેટિંગ 250 વોટ અને તેથી વધુ છે.
- ઉદ્યોગોમાં લાઇટિંગ પ્રદાન કરવા માટે HPS લેમ્પનો વ્યાપકપણે ઉપયોગ થાય છે
- આ લેમ્પનો ઉપયોગ આઉટડોર એરિયા લાઇટિંગ માટે થાય છે જેમ કે રોડવેઝ, સિક્યુરિટી એરિયા, પાર્કિંગ લોટ વગેરે.

4.8 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions FAQs):

સોડિયમ વરાળ શા માટે પીળો પ્રકાશ ફેંકે છે? સોડિયમ વેપર લેમ્પ પીળા રંગનું ઉત્સર્જન કરે છે કારણ કે તે 589 nm લાક્ષણિક તરંગલંબાઇની નજીક પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરવા માટે આકર્ષક સ્થિતિમાં સોડિયમ (Na) નો ઉપયોગ કરે છે.

સોડિયમ વેપર લેમ્પ બળે ત્યારે પ્રકાશ ઉત્સર્જિત થાય છે?

જ્યારે સોડિયમ વેપર લેમ્પ બળે છે ત્યારે પીળા રંગનો પ્રકાશ નીકળે છે.

સોડિયમ વેપર લેમ્પમાં કેપેસિટર શા માટે વપરાય છે?

મેટલાઇઝ્ડ પોલીપ્રોપીલિન ફિલ્મ કેપેસિટરનો ઉપયોગ ઇન્ડક્ટિવ નિષ્ક્રિય પ્રવાહની ભરપાઈ કરવા માટે થાય છે જે દીવો દ્વારા દોરવામાં આવે છે.

સોડિયમ વેપર લેમ્પમાં કયો ગેસ વપરાય છે?

સોડિયમ વેપર લેમ્પમાં નિયોન ગેસનો ઉપયોગ થાય છે કારણ કે તે નિષ્ક્રિય છે.

આમ, આ બધું સોડિયમ વેપર લેમ્પ , સર્કિટ ડાયાગ્રામ, પ્રકારો, ફાયદા, ગેરફાયદા અને તેના ઉપયોગ સાથે કામ કરવાની ઝાંખી વિશે છે. આ દીવો વિશ્વમાં વિવિધ કાર્યક્રમોમાં સૌથી વધુ કાર્યક્ષમ રીતે ઉપયોગમાં લેવાતો દીવો છે. અગ્નિથી પ્રકાશિત દીવાઓની તુલનામાં આ પ્રકારના લેમ્પમાં પ્રત્યેક વોટ માટે 190 લ્યુમેન્સ જેટલી કાર્યક્ષમતા હોય છે. અહીં તમારા માટે એક પ્રશ્ન છે, પારાના વરાળનો દીવો શું છે?

4.9 મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ ની રચના અને કાર્ય:

(Mercury Vapour Lamp: Construction and Its Working)

લેમ્પ એ એક એવું ઉપકરણ છે જે વિદ્યુત પ્રવાહ સપ્લાય કરવા પર પ્રકાશને પ્રકાશિત કરે છે . ત્યાં વિવિધ પ્રકારના વિદ્યુત લેમ્પ છે તે છે, અગ્નિથી પ્રકાશિત, પારો, સોડિયમ, CLF, LED લેમ્પ. મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પની શોધ વર્ષ 1901માં પીટર (ન્યૂયોર્ક) દ્વારા કરવામાં આવી હતી. આ એક ઉચ્ચ-તીવ્રતાનો ડિસ્ચાર્જ લેમ્પ છે જે વ્યવસાયિક રીતે ઉપલબ્ધ છે અને ફ્લોરોસન્ટ લેમ્પ્સ (જે ઠંડા-સંવેદનશીલ દીવો છે) ના ગેરલાભને દૂર કરવા માટે રચાયેલ છે. આ લેમ્પનો મુખ્ય ફાયદો એ છે કે તે 24000 કલાકના લાંબા રેટેડ જીવન સાથે તેજસ્વી સફેદ પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરે છે. આ લેમ્પનો રોજબરોજ ઉપયોગ સ્ટ્રીટ લાઇટ છે .

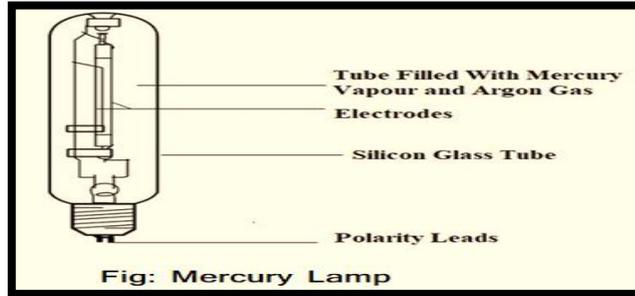
મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ શું છે? (What is Mercury Vapour Lamp)

વ્યાખ્યા:

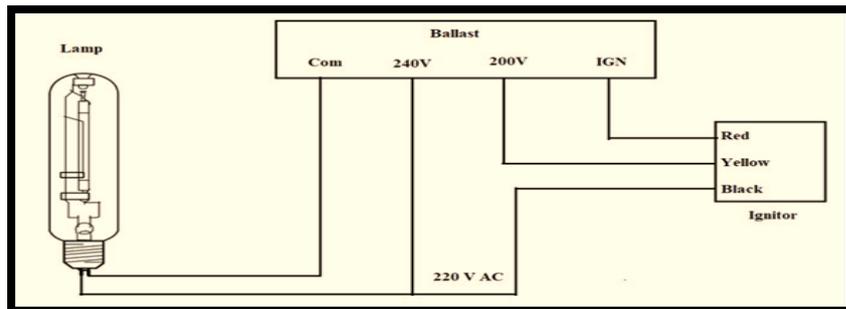
ઇલેક્ટ્રિક ચાપનો ઉપયોગ કરીને પ્રકાશ પેદા કરવા માટે બાષ્પયુક્ત પારો ધરાવતો દીવો પારો વરાળ લેમ્પ તરીકે ઓળખાય છે. મૂળભૂત રીતે, આ દીવો જ્યારે ગરમ અથવા ઠંડુ થાય ત્યારે ગેસનો નિકાલ કરે છે. ટ્યુબની અંદર રહેલો પારો પ્રવાહી સ્વરૂપે છે (ઓરડાના તાપમાને) જે પ્રકાશ ઉત્પન્ન કરતા પહેલા આયનાઇઝ્ડ થાય છે. નીચા દબાણ પર તેની તરંગલંબાઇ 184 nm અને 253 nm ની વચ્ચે હોય છે.

મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ ની રચના: (Mercury Vapour Lamp Construction)

તેમાં ટંગસ્ટનના એલોયથી બનેલા 2 ઇલેક્ટ્રોડનો સમાવેશ થાય છે જે પારાની વરાળ અને 25-50 ટોર શુદ્ધ આર્ગોન ગેસ ધરાવતા માધ્યમમાં એકસાથે મૂકવામાં આવે છે. આ ઇલેક્ટ્રોડ્સ સિલિકાની બનેલી લંબગોળ આકારની કાચની નળીમાં બંધ હોય છે.



બલ્બમાંથી બાહ્ય સર્કિટ જોડાણો નીચેના ઘટકોને આપવામાં આવે છે.



- બેલાસ્ટ ઘટક ઉચ્ચ લિકેજ પ્રતિક્રિયા સાથે ટ્રાન્સફોર્મર જેવું જ છે. તે 4 કનેક્ટિંગ પોર્ટ ધરાવે છે જેમ કે “Com, 240 V, 200 V, IGN”
- એક ઇન્ક્રીટર જેમાં લાલ, પીળો અને કાળો જેવા ત્રણ બંદરો હોય છે
- તેમાં કનેક્શન માટે 2 પોલેરિટી પિનનો સમાવેશ થાય છે
- ઇન્ક્રીટરનો મુખ્ય હેતુ વોલ્ટેજ અને વર્તમાનને નિયંત્રિત કરવાનો છે.
- બેલાસ્ટ પોર્ટ કનેક્શન નીચે પ્રમાણે કરવામાં આવે છે,
- કોમ પોર્ટ લેમ્પના એક ટર્મિનલ સાથે જોડાયેલ છે, 240V પોર્ટ સીધા 200V તબક્કા સાથે જોડાયેલ છે, 200V બલાસ્ટ ઇન્ક્રીટરના પીળા બંદર સાથે જોડાયેલ છે, અને IGN પોર્ટ ઇન્ક્રીટરના લાલ પોર્ટ સાથે જોડાયેલ છે.
- ઇન્ક્રીટરનું કાળું ટર્મિનલ તટસ્થ તબક્કા સાથે અને લેમ્પના અન્ય ટર્મિનલ સાથે પણ જોડાયેલું છે.

મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પનું કામ: (Working of Mercury vapour Lamp)

પારાની વરાળ અને નિયોન ગેસ (ગુલાબી રંગમાં) પ્રકાશને પ્રકાશિત કરવા માટે શરૂઆતમાં ઉચ્ચ વોલ્ટેજની જરૂર છે. જ્યારે ઉચ્ચ વોલ્ટેજ લાગુ કરવામાં આવે છે, ત્યારે આપણે જોઈ શકીએ છીએ કે નિયોન ગેસ જે મૂળ ગુલાબી રંગનો હતો તે ગરમ થવાથી નારંગી રંગમાં બદલાઈ જશે. તે 100-વોટના ગ્લોબંગ બલ્બ જેવું જ છે અને તેને સંપૂર્ણપણે ચાલુ થવામાં 5 થી 7 મિનિટનો સમય લાગે છે.

તેમાં બાયમેટાલિક સ્ટ્રીપ અને કેપેસિટર હોય છે, જે ઉચ્ચ પ્રારંભિક વોલ્ટેજ પ્રદાન કરે છે. જ્યારે બાઈમેટાલિક સ્ટ્રીપ ગરમ થવા પર વિસ્તરે છે, ત્યારે તે શોર્ટ-સર્કિટ થશે અને પછી દીવો ચાલુ થશે. જ્યારે આ બાયમેટાલિક સ્ટ્રીપ ઠંડુ થાય છે, ત્યારે તે કનેક્શનને ડિસ્કનેક્ટ કરે છે અને લેમ્પ બંધ કરે છે. આથી આ લેમ્પ સાથે બેલાસ્ટ અને ઇન્ક્રીટરને જોડવાથી, પારાની વરાળ અને નિયોન ગેસ ગરમ થાય છે અને પ્રકાશને પ્રકાશિત કરવા માટે અંદરના બલ્બને વિસ્તૃત કરે છે.

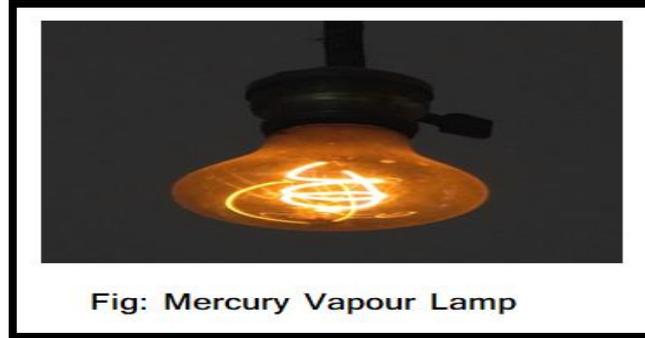


Fig: Mercury Vapour Lamp

4.10 મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પના ફાયદા: (Advantages of Mercury Vapour lamp)

મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પના ફાયદાઓમાં નીચેનાનો સમાવેશ થાય છે.

- તેઓ ઊર્જા કાર્યક્ષમ છે (35 થી 65 લ્યુમેન્સ/વોટ)
- કલાકનું રેટ કરેલ જીવન
- આઉટપુટ સ્પષ્ટ સફેદ પ્રકાશ છે
- તે ઉચ્ચ તીવ્રતા પ્રદાન કરે છે
- તે વિવિધ રંગો, આકાર, કદ અને રેટિંગમાં ઉપલબ્ધ હોઈ શકે છે.

ગેરફાયદા: (Disadvantages)

- લ્યુમેનની જાળવણી નબળી છે
- બલ્બને સંપૂર્ણપણે ઝગમગાવવામાં 5 થી 7 મિનિટનો સમય લાગે છે
- ઠંડકનો સમય 5 થી 6 મિનિટનો છે. અને તેઓ વોલ્ટેજ સંવેદનશીલ છે

4.11 મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પની ઉપયોગીતા (Application)

- ઔદ્યોગિક વિસ્તારો તથા શેરીની બત્તી
- સુરક્ષા
- દાદર
- ગેરેજ જેવા ઘરેલું ઉપકરણો.

4.12 વારંવાર પૂછાતા પ્રશ્નો : (Frequently Asked Questions-FAQs)

1) શું મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પ જોખમી છે?

હા, જ્યારે મોટી માત્રામાં લીકેજ હોય ત્યારે આ લેમ્પ માનવ જીવન માટે જોખમી છે.

2) મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પમાં કયો ગેસ વપરાય છે ?

તેઓ પારાના વરાળના એક ભાગ અને આર્ગોન ગેસના 25-50 ટોરથી ભરેલા હતા.

3) મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પના મુખ્ય ઘટકો શું છે?

3 મુખ્ય ઘટકો છે

(1) બેલાસ્ટ/ટ્રાન્સફોર્મર જે ઉચ્ચ લિકેજ રિએક્ટન્સ ટ્રાન્સફોર્મર છે. (2) ઇન્જીટર અને (3) તેમાં પારો વરાળ અને આર્ગોન ગેસનો સમાવેશ થાય છે.

4) દીવાઓમાં પારો શા માટે વપરાય છે?

ઊર્જાની વધુ કાર્યક્ષમતા અને લાંબા રેટેડ જીવન પ્રદાન કરવા માટે

5) મર્ક્યુરી-વેપર લેમ્પમાં બેલાસ્ટ અને ઇન્જીટરનો હેતુ શું છે ?

ઇન્જીટરનો મુખ્ય હેતુ નિયંત્રણ વોલ્ટેજ અને વર્તમાન છે.

6) મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પનો સ્પાન રેટ શું છે?

લેમ્પનો સ્પાન રેટ 24,000 કલાક છે.

7) MV – લેમ્પની શ્રેણી શું છે?

નીચા દબાણ પર તેની તરંગલંબાઈ 184 nm અને 253 nm ની વચ્ચે હોય છે.

આમ, આ બધું મર્ક્યુરી વેપર લેમ્પની ગ્રાંખી વિશે છે . એક દીવો વિદ્યુત પ્રવાહ પૂરો પાડવા પર તેજસ્વી પ્રકાશ ફેંકે છે. અગ્નિથી પ્રકાશિત દીવા, સોડિયમ વેપર લેમ્પ, CLF, LED લેમ્પ જેવા વિવિધ પ્રકારના લેમ્પ છે. આ વધુ ઊર્જા કાર્યક્ષમતા સાથે ઉચ્ચ-તીવ્રતાનો ડિસ્ચાર્જ લેમ્પ છે . તે એક ઝલાસથી ઢંકાયેલો છે જે લંબગોળ આકારનો હોય છે અને તે પારાના વરાળથી ભરેલો હોય છે અને શુદ્ધ નિયોન ગેસ, બેલાસ્ટ અને ઇન્જીટર જે હાજર હોય છે તેનો ઉપયોગ લેમ્પના વોલ્ટેજ અને કરંટને નિયંત્રિત કરવા માટે થાય છે. તે પ્રકાશને પ્રકાશિત કરવા માટે ઓછામાં ઓછા 5 થી 7 મિનિટ અને ઠંડુ થવા માટે 5 થી 6 મિનિટની જરૂર છે. સામાન્ય રીતે, તે 24,000 કલાક સુધી કામ કરે છે. મુખ્ય ફાયદો એ છે કે તે ઊર્જા કાર્યક્ષમ છે.

MCQ Type Question- 1 Marks (Gujarati)

Que. No.	Question	Ans
1	વર્નિયર કેલિપર્સ વડે ----- મીટર સુધી ચોકસાઈપૂર્વક માપી શકાય. (A) 10^{-1} (B) 10^{-2} (C) 10^{-3} (D) 10^{-8}	
2	પાતળા તારનો વ્યાસ માપવા કયા સાધનનો ઉપયોગ કરવો પડે ? (A) વર્નિયર કેલિપર્સ (B) માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ (C) સ્ફેરોમીટર (D) માપપટ્ટી	
3	સ્ફેરોમીટર વડે -----માપી શકાય. (A) નળાકારનો અંદરનો વ્યાસ (B) તારની લંબાઈ (C) લેન્સની વક્રતાત્રિજ્યા (D) તારની ઘનતા	
4	પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સ ----- સિધ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે. (A) પોટેન્શિયોમીટરના (B) વિસ્તન બ્રીજના (C) એન્ડરસન બ્રીજના (D) મેક્સવેલ બ્રીજના	
5	સ્પેક્ટ્રોમીટરની લઘુત્તમ માપશક્તિ -----એકમમાં હોય. (A) સેમી. (B) મીટર (C) મિનિટ (D) નેનોમીટર	
6	વર્નિયર કેલિપર્સની મુખ્ય માપપટ્ટી પર અલ્પતમ મૂલ્ય કેટલું હોય છે ? (A) 0.૧ સેમી. (B) 0.૨ સેમી. (C) 0.0૧ સેમી. (D) 0.0૨ સેમી.	
7	સ્પેક્ટ્રોમીટરની લ.મા.શ.કયા એકમમાં હોય ? (A) સેમી. (B) મીટર (C) મિનિટ (D) નેનોમીટર	
8	ગોળાનો વ્યાસ માપવા માટે કયા સાધનનો ઉપયોગ થાય ? (A) માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ (B) સ્ફેરોમીટર (C) સ્પેક્ટ્રોમીટર (D) પોસ્ટઓફિસ બોક્સ	
9	સ્ફેરોમીટરથી પૃથ્વીની વક્રતા ત્રિજ્યા માપી શકાય ? હા કે ના ?	ના
10	કંપાસ પેટીમાંની ફૂટપટ્ટીની લ. મા. શ. જણાવો. (A) ૧ સેમી. (B) ૧ મીટર (C) ૧ ઇંચ (D) ૧મી.મી.	૧ સેમી.
11	સૂર્યપ્રકાશમાં સૌથી વધુ આવૃત્તિ -----રંગના પ્રકાશની છે. (A) જાંબલી (B) પીળો (C) નારંગી (D) લાલ	
12	સ્ફેરોમીટરના ખાસ ઉપયોગ -----થાય છે. (A) પ્લેટની જાડાઈ શોધવા (B) લેન્સની વક્રતા શોધવા (C) નળાકારની અંદરની ત્રિજ્યા શોધવા (D) લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધવા	
13	પ્રકાશનું વિભાજન કરવા ----- વપરાય છે. (A) બહિર્ગોળ લેન્સ (B) અંતર્ગોળ લેન્સ (C) બાયપ્રિઝમ (D) પ્રિઝમ	
14	લેન્સની વક્રતા ત્રિજ્યા કયા સાધનથી માપી શકાય ? (A) વર્નિયર કેલિપર્સ (B) માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ (C) સ્ફેરોમીટર (D) સ્પેક્ટ્રોમીટર	
15	૧ મીલીમીટર= ----- નેનોમીટર	
16	વિસ્તન બ્રીજમાં કેટલા અવરોધ હોય છે ? (A) બે (B) ચાર (C) છ (D) આઠ	
17	વર્નિયર કેલિપર્સ દ્વારા ----- સેમી. સુધી ચોકસાઈ પૂર્વક માપી મપાય છે ? (A) 0.૧ (B) 0.0૧ (C) 0.00૧ (D) 0.000૧	
18	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની મદદથી -----સેમી. સુધીના માપની ચોકસાઈ મળે છે ? (A) 0.૧ (B) 0.0૧ (C) 0.00૧ (D) 0.000૧	
19	પોલા નળાકારમા બહારના અને અંદરના વ્યાસ કયા સાધનથી માપી શકાય ? (A) સ્ફેરોમીટર (B) માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂ (C) સ્પેક્ટ્રોમીટર (D) વર્નિયર કેલિપર્સ	
20	કંપાસ પેટીમાંની માપપટ્ટીની લ. મા. શ. ----- હોય છે.	0.૧ સેમી.
21	૧ મીટર = -----મીલીમીટર	૧૦૦૦
22	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં નેત્રિકા ----- ભાગમાં આવેલ હોય છે.	ટેલીસ્કોપ
23	સ્ક્રૂના પેચ અંતરનું મૂલ્ય= -----	
24	સ્ક્રૂ ગેજની લ.મા.શ. મીટરમાં કેટલી કેટલી હોય છે ?	
25	નળાકારની અંદરની ત્રિજ્યા કયા સાધનથી મપાય છે ?	
26	સ્પેક્ટ્રોમીટરની લ.મા.શ. કયા એકમમાં હોય ?	
27	સ્ફેરોમીટર વડે કઈ રાશિ શોધી શકાતી નથી ?	
28	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂને શૂન્ય ત્રુટીવાળું બનાવી શકાય ? (હા / ના)	
29	સૂર્ય પ્રકાશમાં કયા રંગના પ્રકાશની તરંગ લંબાઈ વધુ હોય છે ?	

30	૧ પીકા ફેરાડે = ----- ફેરાડે (A) 10^{-12} (B) 10^{-9} (C) 10^{-6} (D) આમાનું કોઈ નહીં	
31	વર્નિયર કેલિપર્સની લઘુત્તમ માપ શક્તિ ----- છે. (A) 1 સેમી. (B) 1મીમી. (C) 0.01સેમી. (D) 0.001 સેમી.	
32	1 મીટર= -----નેનોમીટર. (A) 10^{-3} (B) 10^9 (C) 10^3 (D) 10^6	
33	1 ઇંચ = ----- મીલીમીટર. (A) 5.4 (B) 10 (C) 25.4 (D) 2.54	
34	દૈશ્ય પ્રકાશમાં ક્યાં રંગની પ્રકાશની તરંગ લંબાઈ વધુ હોય છે? (A) પીળો (B) જાંબલી (C) લીલો (D) લાલ	
35	$100^{\circ}A$ થી $4000^{\circ}A$ તરંગ લંબાઈ ધરાવતો પ્રકાશ ક્યાં નામે ઓળખાય છે ? (A) પાર રક્ત (B) દૈશ્ય પ્રકાશ (C) પાર જાંબલી (D) એક પણ નહીં	
36	સ્પેક્ટ્રોમીટરની કોલીમીટર ટ્યુબમાં ક્યો લેન્સ વપરાય છે ? (A) અંતગોળ (B) બહિર્ગોળ (C) (A) અને (B) બંને (D) કહી ન શકાય.	
37	સ્કુગેજ પરના બે ક્રમિક દોરા (આંટા) વચ્ચેનાં અંતરને શું કહેવાય છે ? (A) પેચ અંતર (B) ડી-બાય લંબાઈ (C) (A) અને (B) બંને (D) કહી ન શકાય.	
38	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં અવલોકનબારીની સંખ્યા કેટલી હોય ? (A) 1 (B) 3 (C) 2 (D) 4	
39	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં આઈ પીસ ક્યાં રહેલો છે ? (A) પ્રિઝમ ટેબલમાં (B) કોલીમીટરમાં (C) ટેલિસ્કોપમાં (D) કહી ન શકાય.	
40	સ્પેક્ટ્રોમીટર વડે વર્ણપટ્ટની પીળી રેખાનું અવલોકન 105° અને $25'$ છે અને સીધું અવલોકન 60° અને $46'$ હોય તો વિચલન કોણ (Σm) નું મૂલ્ય ----- થાય (A) 44° અને $39'$ (B) 44° અને $79'$ (C) 39° અને $44'$ (D) 79° અને $44'$	
41	A° એ કઈ રાશિનો એકમ છે. (A) આવૃત્તિ (B) તરંગલંબાઈ (C) કંપવિસ્તાર (D) આવર્તકાળ	
42	----- એ સ્પેક્ટ્રોમીટરનો ભાગ નથી. (A) ટેલિસ્કોપ (B) પ્રિઝમ ટેબલ (C) પ્રિઝમ (D) કોલીમીટર	
43	$1A^{\circ}U = -----$ મીટર. (A) 10^{-8} (B) 10^{-10} (C) 10^{10} (D) 10^8	
44	વ્હીસ્ટન બ્રીજ પરિપથમાં કેટલા અવરોધોનો ઉપયોગ થાય છે ? (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 1	
45	ગેલ્વેનોમીટરમાં મળતું ગુંચળાનું કોણાવર્તન (θ) ના----- સમપ્રમાણમાં હોય. (A) વોલ્ટેજ (B) વિજભારના વર્ગ (C) વિદ્યુતપ્રવાહ (D) એકપણ નહીં.	
46	તરંગ લંબાઈના વ્યસ્તને ----- કહે છે. (A) આવર્તકાળ (B) કંપવિસ્તાર (C) આવૃત્તિ (D) તરંગ સંખ્યા	
47	સાદા કાચના બનેલ પ્રિઝમનો લઘુત્તમ વિચલન કોણ ----- ક્રમનો હોય શકે. (A) 38° થી 44° (B) 70° થી 90° (C) $\geq 100^{\circ}$ (D) કહી ન શકાય.	

MCQ Type Question- 1 Marks (English)

Que. No.	Question	Ans
1	By vernier calipers accurate measurement in meter is (A) 10^{-1} (B) 10^{-2} (C) 10^{-3} (D) 10^{-4}	
2	The diameter of thin wire is measured in which instrument. (A) Vernier calipers (B) Micrometer screw (C) Spherometer (D) Meter scale	
3	----- is measured by Spherometer. (A) Inner diameter of cylinder (B) Length of wire (C) Spherical radius of lens (D) Density of wire	
4	Post office box is working on ----- principle. (A) Potentiometer (B) Wheatstone bridge (C) Anderson bridge (D) Maxwell bridge	
5	Least count of spectrometer is in ----- unit. (A) cm (B) meter (C) minute (D) nanometer	C
6	What is the minimum value of vernier calipers on main scale? (A) 0.1 cm (B) 0.2 cm (C) 0.01 cm (D) 0.02 cm	A
7	Least count of spectrometer is in -----unit. (A) cm (B) meter (C) minute (D) nanometer	C
8	Which instrument is used to measure diameter of sphere?	A

	(A) Micrometer screw (B) Spherometer (C) Spectrometer (D) Post office box	
9	Can we measure the spherical radius of earth by spherometer? (Yes/No)	No
10	L.C. of scale used in compass box is ----- . (A) 1 cm (B) 1 meter (C) 1 inch (D) 1 mm.	1 cm
11	The maximum frequency of color of solar light is ----- . (A)violet (B)yellow (C)orange (D) red	
12	Special use of spherometer is ----- measurement. (A) thickness of plate (B) radius of curvature of lens (C) inner radius of cylinder (D) focal length of lens	B
13	-----is used for dispersion of light. (A) Convex lens (B) Concave lens (C) Biprism (D) Prism	D
14	By which instrument the radius of curvature of lens is measured? (A) Vernier Calipers (B) Micrometer screw (C)Spherometer (D) Spectrometer	C
15	1 mm= ----- n.m.	
16	How many resistances are in Whiston bridge? (A) two (B) four (C) six (D) eight	
17	The accurate measurement is measured by Vernier calipers are up to ----cm. (A) 0.1 (B) 0.01 (C) 0.001 (D) 0.0001	
18	The accuracy of measurement is ----- cm using micrometer screw. (A) 0.1 (B) 0.01 (C) 0.001 (D) 0.0001	
19	By which instrument the outer and inner diameter of hollow cylinder is measured? (A) Spherometer(B) Micrometer screw (C) Spectrometer (D) Vernier calipers	
20	L.C. of scale used in compass box is -----.	0.1 cm.
21	1 meter = -----mill meter.	1000
22	----- Section of spectrometer consists an eye-piece.	Telescope
23	Value of the pitch of the screw= -----	
24	How much L.C.M. of screw gauge is in meter?	
25	Which instrument is used to measure inner radius of cylinder ?	Vernier calipers
26	What is the unit of spectrometer L.C.M.?	minute
27	Which quantity cannot find with help of spherometer?	wavelength
28	Is it possible to make zero error in micrometer screw gauge? (yes / no)	yes
29	Which colour of light have more wavelengths in sun light?	
30	1 PF = ----- F. (A) 10^{-12} (B) 10^{-6} (C) 10^{-9} (D) none of these	
31	LCM of vernier Calipers is ----- (A)1 cm. (B) 1mm. (C)0.01cm. (D)0.001 cm.	
32	1 meter= -----nanometer. (A) 10^{-3} (B) 10^9 (C) 10^3 (D) 10^6	
33	1 inch = ----- millimeter. (A)5.4 (B) 10 (C) 25.4 (D) 2.54	
34	Which colour of visible light have more wavelength? (A)Yellow (B)Violet (C) Green (D) Red	
35	Wavelength of 100^0A to 4000^0A is known as-----. (A)Infrared (B)Visible light (C)Ultra Violet (D) None of these	
36	Which type of lens used in collimator tube of spectrometer?	

	(A)Concave (B) Convex (C) Both (A)and(B) (D) None of these.	
37	The distance between two consequently turns of micrometer screw is known as ----- (A) Patch distance (B) Debye length (C) Both (A)and(B) (D) None of these	
38	How many no. of observation windows in spectrometer? (A) 1 (B) 3 (C) 2 (D) 4	
39	In which parts of spectrometer placed an eyepiece? (A)I prism table (B) In collimator (C) In telescope (D) None of these	
40	Observation of spectrometer for yellow line is 105° and $25'$ and direct reading of slit is 60° and $46'$ so find the minimum angle of deviation(Σm) for it. (A) 44° and $39'$ (B) 44° and $79'$ (C) 39° and $44'$ (D) 79° and $44'$	
41	A° is a unit of ----- (A)Frequency (B)Wavelength (C)Amplitude (D)Periodic time	
42	----- is not a part of spectrometer. (A)Telescope (B) prism table(C)prism (D)collimator	
43	$1A^{\circ}U =$ -----meter. (A) 10^{-8} (B) 10^{-10} (C) 10^{10} (D) 10^8	
44	How many resistances are used in Whiston bridge network? (A) 2 (B) 3 (C) 4 (D) 1	
45	The deflection (θ) of moving coil galvanometer is proportional to -----. (A)Voltage (B)Square of electric charge (C)current (D) None of these	
46	The reciprocal of wavelength is called ----- (A)Periodic time (B)amplitude (C)frequency (D)wave number	
47	What is the minimum deviation angle for a prism made by plane glass? 38° to 44° (B) 70° to 90° (C) $\geq 100^{\circ}$ (D) None of these.	

Questions – 2 Marks (Gujarati)

Que. No.	Question
1	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં પ્રિઝમ ટેબલ લેવલ કરવાની રીતે વર્ણવો.
2	માઇક્રોમીટરમાં ઘન ત્રુટીની સમજ આપો.
3	વર્નિયર કેલિપર્સમાં લઘુતમ માપશક્તિની સમજ આપો.
4	પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સનો ડાયાગ્રામ દોરો.
5	સ્કેરોમીટરના મુખ્ય સ્કેલ અને વર્નિયર સ્કેલની સમજ આપો.
6	ચલિત ગૂંચળાવાળા ગેલ્વેનોમીટરની બે મર્યાદાઓ લખો.
7	ગેલ્વેનોમીટરના ઉપયોગો લખો.
8	સ્કેરોમીટરમાં $a = 0.5 \text{ cm}$. અને ઊંચાઈ $h = 0.010 \text{ cm}$ હોય તો લેન્સની વક્રતા ત્રિજ્યા R શોધો.
9	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂમાં પેચ અંતર 0.5 mm અને વર્તુળાકાર સ્કેલના 50 કાપા હોય તો લ.મા.શ. માં શોધો.
10	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં કોલીમેટરનું કાર્ય જણાવો.
11	માઇક્રોમીટરની મર્યાદાઓ લખો.
12	લ.મા.શ. નો અર્થ સમજાવો.
13	'ફિગર ઓફ મેરિટ' સમજાવો.
14	વાહકનો અવરોધ કઈ બાબતો પર આધાર રાખે છે ?
15	પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સ ના બે ઉપયોગો જણાવો.
16	ત્રુટી પર અસર કરતાં પરિબળો જણાવો.
17	ટેલિસ્કોપ એટલે શું ? તેનો ઉપયોગ જણાવો.
18	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂમાં ઘન ત્રુટી ચર્ચો.

19	વ્હિસ્ટન બ્રીજમાં તટસ્થબિંદુ 40 સેમી થી 60 સેમી. વચ્ચે રાખવું જોઈએ ? શા માટે?
20	ગેલ્વેનોમીટરમાં પ્રવાહ સંવેદિતાની સમજ આપો.
21	વર્નિયર કેલિપર્સની બે મર્યાદાઓ લખો.
22	સ્ફેરોમીટરનો હેતુ અને સિધ્ધાંત જણાવો.
23	એક માઇક્રોમીટર સ્કૂની લ.મા.શ. 5×10^{-6} મીટર છે. જો તેના ગોળાકાર સ્કેલના 100 વિભાગ હોય તો તેનો પેચ શોધો.
24	ત્રુટીઓના વિવિધ પ્રકારો જણાવો.
25	વાહકતારનો અવરોધ વધારવા શું કરવું જોઈએ ?
26	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં સમાંતર કિરણો એટલે શું ?
27	વર્નિયર કેલિપર્સમાં મુખ્ય સ્કેલ મી.મી. માં છે. જો વર્નિયર સ્કેલના 50 વિભાગોએ મુખ્ય સ્કેલની 49 વિભાગો બરાબર થાય તો લ.મા.શ. ગણો.
28	વોલ્ટ સંવેદિતા વ્યાખ્યા આપો.
29	બેલેસ્ટીક ગેલ્વેનોમીટરના ઉપયોગો લખો.
30	વ્હિસ્ટન સેતુની રચના દોરો.
31	ગેલ્વેનોમીટરનાં પ્રકાર જણાવો.
32	સેતુ સંતુલનની શરત જણાવો.
33	પ્રવાહ સંવેદિતા વ્યાખ્યાયિત કરો.
34	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં ટેલિસ્કોપનું કાર્ય જણાવો.
35	મીટરબ્રીજની રચના દોરી તેનો ઉપયોગ સમજાવો.
36	ચલીત ગૂંચળાવાળા ગેલ્વેનોમીટરની આકૃતિ દોરી તેમાં તેના ભાગોનાં નામ જણાવો.
37	પોસ્ટ ઓફેસ બોક્સનો સિધ્ધાંત લખો અને તેનું સૂત્ર લખો.
38	વોલ્ટમીટર કઈ ભૌતિક રાશીનું માપ કરે છે ? તેને પરિપથમાં કેવી રીતે જોડવામાં આવે છે ? (શ્રેણી/ સમાંતર)
39	મીટર બ્રીજમાં મીશ્ર ધાતુનો તાર વાપરવામાં આવે છે. તેનું કારણ જણાવો.
40	સ્ફેરોમીટરના પ્રયોગમાં $a = 5 \text{ cm}$ અને $h = 0.2 \text{ cm}$. હોય તો લેન્સની વક્રતા ત્રિજ્યા R શોધો.
41	વર્નિયર કેલિપર્સના સ્કેલ વિશે સમજાવો.
42	માઇક્રોમીટર સ્કૂ ગેજનું લઘુત્તમ માપ.
43	સ્ફેરોમીટર માટેનું સૂત્ર મેળવો.
44	વર્નિયર કેલિપર્સ નું લઘુત્તમ માપ.
45	માઇક્રોમીટર સ્કૂ ગેજની મદદથી તારની ત્રિજ્યાનું માપન.
46	સ્ફેરોમીટરની પીચની વ્યાખ્યા.
47	વ્હિસ્ટન બ્રીજનો સિધ્ધાંત.
48	ગેલ્વેનોમીટરનો સિધ્ધાંત.
49	સ્પેક્ટ્રોમીટરનું લઘુત્તમ માપ.
50	મીટરબ્રીજની રચના.
51	ટૂંકમાં સમજાવો. વર્નિયર કેલિપર્સ

Questions – 2 Marks (English)

Que. No.	Question
1	Discuss the method for leveling of prism table in spectrometer.
2	Explain positive error in micrometer screw.
3	Explain least count of Vernier calipers.
4	Draw the diagram of post office box.
5	Discuss main scale and Vernier scale of Spherometer.
6	Write two limitations of moving coil galvanometer.
7	Write uses galvanometer.

8	In Spherometer the pitch $a = 0.5 \text{ cm}$. and height $h = 0.010 \text{ cm}$, then calculate curvature of radius R of lens.
9	The pitch in micrometer screw is 0.5 mm and 50 divisions are in circular scale, find the L.C. of micrometer screw in cm.
10	Give function of collimator in spectrometer.
11	Give limitations of micrometer.
12	What is meant by least count (L.C.)?
13	Explain "Figure of merit".
14	On which factors depends the resistance of a conductor?
15	Give two uses of P. O. Box.
16	Give the factors affecting on "errors".
17	What is telescope? Give its uses.
18	Discuss positive error in Micrometer screw?
19	The null point should be between 40 to 60 cm in Wheatstone bridge. Why?
20	Explain current sensitivity in Galvanometer.
21	Write down two limitations of Vernier calipers.
22	Give the aim and principle of Spherometer.
23	A least count of a micrometer screw is 5×10^{-6} meter. If 100 divisions are of it vernier scale, then find out pitch of it.
24	Write various types of errors.
25	What is to be done to increase the resistance of a conducting wire?
26	What are parallel rays in spectrometer?
27	The main scale in Vernier calipers is in mm. If 50 divisions of Vernier scale is equal to 49 divisions of main scale, then calculate least count of it.
28	Define volt sensitivity.
29	Write uses of a Ballistic Galvanometer.
30	Draw a figure of Wheatstone Bridge.
31	Give the types of galvanometers.
32	Give the condition for bridge balance.
33	Define current sensitivity.
34	Explain the working of Spherometer telescope.
35	Draw figure and give uses of meter bridge.
36	Draw figure and write names of each part of moving coil galvanometer.
37	Write the aim and equation of P. O. Box.
38	Which quantity can be measured by voltmeter and how we connect this meter in circuit? (Series/Parallel)
39	Give the reason why we use alloy wire in meter bridge.
40	Calculate radius of curvature R when spherometer have $a = 5 \text{ cm}$ and $h = 0.2 \text{ cm}$.
41	Describe the Vernier calipers scale.
42	Minimum size of micrometer screw gauge.
43	Get a formula for a Spherometer.
44	Minimum size of the Vernier calipers.
45	Measurement of the radius of the wire using micrometer screw gauges.
46	Definition of Spherometer pitch.
47	The principle of Whinstone bridge.
48	The principle of galvanometer.
49	The minimum size of the spectrometer.
50	Formation of meter bridge.
51	Explain in short Vernier calipers scale.

Question – 4 Marks (Gujarati)

Que. No.	Question
1	વર્નિયર કેલિપર્સના વર્નિયર સ્કેલની સમજ આપી નળાકારની અંદરની ત્રિજ્યા માપવાની રીત વર્ણવો.
2	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂનો સિદ્ધાંત સમજાવી તેની લઘુત્તમ માપશક્તિ સમજાવો.
3	સ્કેરોમીટરની લઘુત્તમ માપશક્તિની સમજ આપી પાતળી નાની તક્તિની જાડાઇ માપવાની રીત લખો.
4	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં કોલિમેટર અને ટેલિસ્કોપની સમજ આપો.
5	વિસ્તર બ્રીજ વિષે નોંધ લખો.
6	સ્કેરોમીટરમાં બે પાયા વચ્ચેનું અંતર 4 સેમી. છે. જો સ્ક્રૂની ઊંચાઇ 5 મી.મી. હોય તો આ ઊંચાઇ માટે લેન્સની વક્રતા ત્રિજ્યા શોધો.
7	વિસ્તર બ્રીજમાં ડા.બા.માં અવરોધ છે. જો તટસ્થ બિંદુ 45 સેમી. અંતરે મળે તો જ.બા. રહેલો અજ્ઞાત અવરોધ શોધો.
8	વર્નિયર કેલિપર્સના સ્કેલ વિશે સમજાવો.

9	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં સમાંતર કિરણોની રીત ચર્ચો.
10	વર્નિયર કેલીપર્સની રચના જણાવો.
11	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની રચના જણાવો.
12	સોડીયમ ડીસ્ચાર્જ સમજાવો.
13	ગેલ્વેનોમીટરની રચના સમજાવો.
14	ગેલ્વેનોમીટરનું એમીટરમાં રૂપાંતરણ સમજાવો.
15	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં ટેલિસ્કોપનું કાર્ય ચર્ચો.
16	વિસ્તન બ્રીજનું કાર્ય ટૂંકમાં સમજાવો.
17	પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સનો અજ્ઞાત અવરોધ શોધો. ($P = 10\Omega, Q = 20\Omega, R = 40\Omega$)
18	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની રચના આકૃતિ દોરી સમજાવો.
19	વર્નિયર કેલિપર્સના વર્નિયર સ્કેલની સમજ આપો. તેની મદદથી નળાકારની જાડાઇ કેવી રીતે શોધી શકાય ?
20	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની રચના-કાર્ય જણાવી તેની ઘન અને ઋણ ત્રુટિ ચર્ચો.
21	વર્નિયર કેલિપર્સથી માપન દરમિયાન ત્રુટિઓ સમજાવો.
22	પોસ્ટ ઓફિસ બોક્સની રચના વર્ણવો.
23	સ્કેરોમીટરથી વક્રતા ત્રિજ્યાનું માપન સમજાવો.
24	પ્રિઝમ ટેબલ પર પ્રિઝમની ગોઠવણ વર્ણવો.
25	સ્પેક્ટ્રોમીટરનો સિદ્ધાંત તથા રચના સમજાવો.
26	વોલ્ટમીટર અને એમીટર વચ્ચે તફાવતના ચાર મુદ્દાઓ લખો.
27	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં પ્રિઝમનો વર્ણપટ કેવી રીતે ? તે આકૃતિસહ સમજાવો.
28	વર્નિયર કેલિપર્સની લ.મા.શ. નું સૂત્ર તારવો. તથી કેવી રીતે શોધી શકાય તે જણાવો.
29	ગેલ્વેનોમીટરની રચના તથા ઉપયોગ સમજાવો.
30	સ્પેક્ટ્રોમીટરના ભાગ સમજાવો.
31	સ્કેરોમીટરમાં $a = 5 \text{ cm}$. અને ઊંચાઇ $h = 0.2 \text{ cm}$ હોય તો લેન્સની વક્રતા ત્રિજ્યા R શોધો.

Question – 4 Marks (English)

Que. No.	Question
1	Explain vernier scale of vernier calipers and discuss method for measurement of inner radius of cylinder.
2	Explain principle and least count of micrometer screw.
3	Define least count of spherometer and discuss method for measurement of thickness of thin slide.
4	Discuss about collimator and telescope of spectrometer.
5	Write note on Wheatstone bridge.
6	In spherometer the distance between two bases is 4 cm . If the height of screw is 5 mm for such surface, then find the radius of curvature of curved surface.
7	15Ω Resistance is connected on L.H. of Wheatstone bridge. If the null point is at 40cm then find the unknown resistance at R.H.
8	Explain vernier calipers scale.
9	Discuss the method for parallel rays in spectrometer.
10	Explain the construction of vernier calipers.
11	Explain the construction of micrometer.
12	Discuss sodium discharge.
13	Explain the construction of Galvanometer.
14	Explain the conversion of galvanometer to ammeter.
15	Discuss the function of telescope in spectrometer.
16	Explain working function of Wheatstone bridge.
17	Find out unknown resistance of post office box. ($P = 10\Omega, Q = 20\Omega, R = 40\Omega$)
18	Explain construction of micrometer screw with figure.
19	Explain scale of vernier calipers. How can find width of cylinder by using it?

20	Explain construction and working function of micrometer screw. Discuss positive and negative error of it.
21	Explain errors during measurement through vernier calipers.
22	Explain post office box.
23	Explain measurement of radius of curvature using spherometer.
24	Describe arrangement of prism table and mounting of prism.
25	Explain principle and construction of spectrometer.
26	Write difference between voltmeter and ammeter(four points)
27	How we get spectrum in spherometer, explain with figure ?
28	Define the formula of vernier calipers.
29	Explain construction and uses of galvanometer.
30	Explain the portion of the spectrometer.
31	A spherometer with $r = 5 \text{ cm.}$, measures $h = 0.2 \text{ cm}$ calculate radius of curvature R of a given lens.

Questions-6 marks (Gujarati)

Que. No.	Question
1	વર્નિયર કેલિપર્સની રચના સમજાવી કોઈ એક ઉદાહરણ દ્વારા માપનની રીત સમજાવો.
2	માઇક્રોમીટર સ્ક્રૂની સવિસ્તાર સમજ આપો.
3	ચલિત ગૂંચળાવાળા ગેલ્વેનોમીટરની રચના સમજાવી તેના ફાયદા લખો.
4	સ્ફેરોમીટર વડે વક્ત્રાત્રિજ્યા માપવાનની રીતનું સૂત્ર તારવો.
5	મીટરબ્રીજની આકૃતિ દોરી અજ્ઞાત અવરોધ શોધવાની રીત સમજાવો.
6	સ્પેક્ટ્રોમીટરમાં પ્રિઝમ ટેબલનું લેવલિંગ ચર્ચો અને ટેલિસ્કોપના કાર્યની સમજૂતી આપો.
7	સ્પેક્ટ્રોમીટરથી પ્રિઝમનો વક્રીભવનાંક શોધવાનું સૂત્ર તારવો.
8	પોસ્ટ ઓફિસ બોક્ષની રચના અને કાર્ય વર્ણવો.
9	વ્હીસ્ટનબ્રીજ નો સિધ્ધાંત અને કાર્ય સમજાવો.
10	પોટેન્શિયોમીટરનો સિધ્ધાંત અને કાર્ય સમજાવો.
11	પોસ્ટ ઓફિસ બોક્ષ થી અજ્ઞાત અવરોધ શોધવાની રીતનું વર્ણન કરો.
12	સ્ફેરોમીટરની આકૃતિ દોરી, રચના અને કાર્ય સમજાવો.
13	ચલિત ગૂંચળાવાળા ગેલ્વેનોમીટરનો વાદ ચર્ચો તથા પ્રવાહ સંવેદિતા શોધવાનું સૂત્ર તારવો.
14	મીટર બ્રીજની રચના કાર્ય ઉપયોગ ચર્ચો.
15	વર્નિયર કેલિપર્સથી નળાકારની અંદરની ત્રિજ્યા અને બહારની ત્રિજ્યાનું માપન આકૃતિ સહ વર્ણવો.
16	સ્પેક્ટ્રોમીટરના વિવિધ ભાગોની રચના વર્ણવો.
17	પોસ્ટ ઓફિસ બોક્ષ વડે અવરોધ માપન સમજાવો.
18	માપન દરમિયાન ઉદભવતી ત્રુટિઓ અને કાળજી ચર્ચો.
19	ગેલ્વેનોમીટરમાંથી એમિટરમાં રૂપાંતરણ સમજાવો અને સમીકરણ મેળવો.
20	વર્નિયર કેલિપર્સ અને સ્ક્રુગેજ બંને સાધનોની સરખામણી તથી તફાવત સમજાવો.

Questions-6 marks (English)

Que. No.	Question
1	Explain mechanism of vernier calipers and discuss measurement method by any example.
2	Explain in detail micrometer screw.
3	Discuss mechanism of moving coil galvanometer and write its benefits.
4	Draw a figure of spherometer and derive the equation to measure radius of curvature.
5	Draw the figure of meter bridge, discuss method for measuring unknown resistance.

6	Discuss levelling of prism table in spectrometer and explain working function of telescope.
7	Derive formula to find refractive index of prism by spectrometer.
8	Explain construction and working procedure of post office box.
9	Explain the principle and working of Wheatstone bridge.
10	Explain the principle and working of potentiometer.
11	Explain the method of measure of unknown resistance by P. O. Box.
12	Give the figure of spherometer. Explain its construction and working.
13	Discuss theory of moving coil galvanometer. Derive formula of current sensitivity.
14	Discuss construction-working function and use of meter bridge.
15	Describe the measurement of inner radius and outer radius of a cylinder using vernier calipers with figure.
16	Describe various parts of spectrometer construction.
17	Explain measurement of resistance using a post office box.
18	Discuss the errors during measurements and precautions.
19	Derive the equation and explain how to convert ammeter from galvanometer.
20	Write difference and similarity of vernier calipers and screw gauge.