પદ્ધતિ

(1) **લોખંડના ગર્ભ રહિત ઈન્ડક્ટરના અવરોધ માટે,** સાધનોને આકૃતિ A 3.1 (a)માં દર્શાવેલ પરિપથ આકૃતિ મુજબ ગોઠવો અને કળ K ખુલ્લી રાખો.

(2) dc સ્રોત અને dc મિલિએમીટરને ઈન્ડક્ટર સાથે શ્રેણીમાં અને વોલ્ટમીટરને સમાંતરમાં જોડો.

(3) બૅટરી એલિમિનેટરને તેનાં લઘુત્તમ મૂલ્ય માટે ગોઠવી, તેની સ્વિચ 'ON' કરો. પ્લગમાં કળ ભરાવો. Rને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી અવલોકનો માપક્રમમાં રહે. ઈન્ડક્ટર માટે dc વોલ્ટેજ અને dc પ્રવાહ માપો.

(4) એલિમિનેટરના વોલ્ટેજ ક્રમશઃ વધારતાં જાવ અને ઈન્ડક્ટર માટેનાં dc પ્રવાહ તથા dc વોલ્ટેજના મૂલ્યો નોંધતાં જાવ.

(5) **નરમ લોખંડના ગર્ભ સહિત ઈન્ડક્ટરના અવરોધ માટે,** લોખંડના ગર્ભને ગૂંચળાની અંદર સંપૂર્ણપણે રહે તેમ ગોઠવો. (આકૃતિ A 3.1 (b))

(6) પદ 3 અને 4નું પુનરાવર્તન કરો અને ઈન્ડક્ટર માટે પ્રવાહ અને વોલ્ટેજ નોંધો.

(7) **લોખંડના આવરણ (ગર્ભ) રહિત ઈન્ડક્ટરના ઈમ્પિડન્સના માપન માટે,** વિવિધ ટેપિંગ સાથેના સ્ટેપ ડાઉન ટ્રાન્સફોર્મરનો ઉપયોગ કરો. (2V, 4V, 6V), ac વોલ્ટમીટર (0 – 5 V), ac એમીટર (0 – 0.3 A)ને આકૃતિ A 3.2 (a) મુજબ જોડો.

(8) પદ 3 અને 4નું પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ અને પ્રત્યાવર્તી વોલ્ટેજ માટે પુનરાવર્તન કરો. ઈન્ડક્ટર માટે વોલ્ટેજ અને પ્રવાહનાં મૂલ્યો નોંધો.

(9) **નરમ લોખંડના ગર્ભ સહિત ઈન્ડક્ટરના ઈમ્પિડન્સના માપન માટે,** નરમ લોખંડના ગર્ભને ગૂંચળાંની અંદર એવી રીતે દાખલ કરાવો કે જેથી તે સંપૂર્ણપણે ગૂંચળાની અંદર રહે. (આકૃતિ A 3.2 (b))

(10) પદ 3 અને 4નું પ્રત્યાવર્તી વોલ્ટેજ અને પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ માટે પુનરાવર્તન કરો. ઈન્ડક્ટર માટે પ્રવાહ અને વોલ્ટેજ નોંધો.

અવલોકનો

(1) dc વોલ્ટમીટરની અવધિ = 0 થી ... V

(2) dc વોલ્ટમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... V

(3) dc એમીટરની અવધિ = 0 થી ... mA

(4) dc એમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... mA

(5) ac વોલ્ટમીટરની અવધિ = 0 થી ... V

(6) ac વોલ્ટમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... V

(7) ac એમીટરની અવધિ = 0 થી ... mA

(8) ac એમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... mA

કોષ્ટક A 3.1 : ઈન્ડક્ટરનો લોખંડના ગર્ભરહિત અને ગર્ભ સહિત અવરોધ

ક્રમ	બૅટરીના એલિમિનેટરની ગોઠવણી	લોખંડના ગર્ભરહિત			લોખંડના ગર્ભ સહિત		
		વોલ્ટેજ V (V)	પ્રવાહ I (mA)	$R = \frac{V}{I}$ R (Ω)	વોલ્ટેજ V' (V)	પ્રવાહ I' (mA)	$R' = \frac{V'}{I'}$ R (Ω)
1							
2							
3							
4							
			સરેરાશ			સરેરાશ	

કોષ્ટક A 3.2 : ગૂંચળાનો ઈમ્પિડન્સ લોખંડના ગર્ભ રહિત અને ગર્ભ સહિત

ક્રમ	*ac* વોલ્ટેજના સ્ત્રોતની ગોઠવણી	લોખંડના ગર્ભ રહિત			લોખંડના ગર્ભ સહિત *ac* વોલ્ટેજ		
		વોલ્ટેજ V (V)	પ્રવાહ I (mA)	$Z = \frac{V}{I}$ Z (Ω)	વોલ્ટેજ V' (V)	પ્રવાહ I' (mA)	$Z' = \frac{V'}{I'}$ Z' (Ω)
1							
2							
3							
4							
			સરેરાશ			સરેરાશ	

ગણતરીઓ

(1) દરેક અવલોકન માટે વોલ્ટેજ અને પ્રવાહનો ગુણોત્તર ગણો અને અવરોધ તથા ઈમ્પિડન્સ મેળવો.

(2) દરેક કિસ્સામાં અવરોધ અને ઈમ્પિડન્સનાં સરેરાશ મૂલ્યો ગણો એટલે કે લોખંડના ગર્ભ રહિત અને ગર્ભ સહિત.

પરિણામ

(1) લોખંડના ગર્ભ રહિત ઈન્ડક્ટર કૉઈલનો dc અવરોધ = ... Ω.

(2) લોખંડના ગર્ભ સહિત ઈન્ડક્ટરની કૉઈલનો dc અવરોધ = ... Ω.

(3) ઈન્ડક્ટરની કૉઈલનો લોખંડના ગર્ભ રહિત ઈમ્પિડન્સ = ... Ω.

(4) ઈન્ડક્ટરની કૉઈલનો લોખંડના ગર્ભ સહિત ઈમ્પિડન્સ = ... Ω.

સાવચેતીઓ

(1) ગૂંચળા સાથે એમીટરને શ્રેણીમાં અને વોલ્ટમીટરને સમાંતરમાં જોડો.

(2) લોખંડના ગર્ભને કૉઇલની અંદર સંપૂર્ણપણે ગોઠવો.

(3) જોડાણ કરતાં પહેલાં, જોડાણના તારના છેડાઓને કાચપેપરની મદદથી સાફ કરવા જોઈએ.

ત્રુટિના સ્રોતો

ac મિલિએમીટર અને ac વોલ્ટમીટરનું લઘુત્તમ માપ એટલું નાનું પણ ના હોય કે જે લોખંડના ગર્ભ (Core)ને મૂક્યા પછી ઇમ્પિડન્સનો તફાવત સચોટતાથી નોંધી શકે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) પરિપથના ઇમ્પિડન્સનો અર્થ શું થાય ?

(2) dc અને ac એમીટર અને વોલ્ટમીટર વચ્ચે તમે કયા તફાવતોનું અવલોકન કર્યુ ?

(3) જ્યારે ઇન્ડક્ટર કૉઇલમાંથી લોખંડના ગર્ભને બહાર લઈ લેવામાં આવે ત્યારે, એમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકનો પર શું અસર થાય ? શા માટે ?

ચર્ચા

(1) ગૂંચળાના dc અવરોધની લોખંડના ગર્ભ રહિત અને લોખંડનાં ગર્ભ સહિત મૂલ્યોની સરખામણી કરો. લોખંડના ગર્ભને દાખલ કર્યા પછી ગૂંચળા (Coil)ના અવરોધમાં કોઈ ફેરફાર જોવા નહીં મળે. આ પરિણામ સમજાવો.

(2) લોખંડના ગર્ભ રહિત અને ગર્ભ સહિત ગૂંચળાના ઇમ્પિડન્સની સરખામણી કરો. લોખંડના ગર્ભને મૂક્યા પછી એ નોંધાય છે કે ઇમ્પિડન્સ વધે છે. આ પરિણામ સમજાવો.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) ac નું માપન લાકડાં, પ્લાસ્ટિક અને કૉપર ગર્ભ સાથે પુનરાવર્તિત કરો. (જેની લંબાઈ કોઈ પણ હોઈ શકે.) આવા ગર્ભ મૂક્યા પછી ઇમ્પિડન્સમાં શું તમે કોઈ ફેરફાર જુઓ છે ?

(2) જો લોખંડનો ગર્ભ સંપૂર્ણપણે અંદર ન હોય, તો શું ઇમ્પિડન્સમાં એ જ ફેરફાર થશે ?

પ્રવૃત્તિ 4

હેતુ

મલ્ટિમીટરનો ઉપયોગ કરીને આપેલા પરિપથ માટે અવરોધ, વોલ્ટેજ (dc/ac), પ્રવાહ (dc)નું માપન કરવું અને આપેલા પરિપથની સતતતા (સાતત્યતા) ચકાસવી.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

મલ્ટિમીટર તેના પરીક્ષણ છેડાઓ સહિત, અવરોધપેટી, કળ, વિદ્યુતકોષ, 6 *V* આઉટપુટ વોલ્ટેજવાળું સ્ટેપ ડાઉન ટ્રાન્સફોર્મર, રીઓસ્ટેટ, જોડાણ માટેના તાર અને કાચપેપરનો ટુકડો

(**શિક્ષકો માટે નોંધ :** સાવચેતીનાં પગલાં માટે 220 *V* ના પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ આપતા સ્રોતને વિદ્યાર્થીઓ દ્વારા સંચાલન કરવાની પરવાનગી આપશો નહિ.)

મલ્ટિમીટરનું વર્ણન : મલ્ટિમીટર એ પ્રવાહમાપક (એમીટર) અથવા વોલ્ટેજ માપક (વોલ્ટમીટર) અથવા અવરોધમાપક (ઓહ્મમીટર) તરીકે કાર્ય કરતું સાધન છે. ક્યારેક તે AVO તરીકે પણ ઓળખાય છે. (એમ્પિયર, વોલ્ટ અને ઓહ્મ) મીટર. તે અવરોધ અને dc અને ac બંને પરિપથોમાં વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત તથા dc પરિપથમાં જુદી-જુદી રેન્જનો પ્રવાહ માપી શકે છે. ભ્રમણ કરી પસંદ કરતા દટ્ટા (Knob) દ્વારા અથવા સ્વિચના અને સૉકેટના સંયોજનથી કાર્ય અને રેન્જ પસંદ કરી શકાય છે.

મલ્ટિમીટરના બે પ્રકાર છે : એનાલોગ અને ડિજિટલ.

એનાલોગ મલ્ટિમીટર : આકૃતિ A 4.1 (a)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એનાલોગ મલ્ટિમીટર એ dc ગૅલ્વેનોમીટર છે જેને જુદી-જુદી રેન્જના પ્રવાહ અથવા અવરોધ અથવા વોલ્ટેજનું માપન કરતા એમીટર અને વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતરિત કરી શકાય છે. ac માપન માટે પ્રવાહ અને વોલ્ટેજની rms કિંમતો (વર્ગના સરેરાશનું વર્ગિત મૂલ્ય) માપી શકાય છે.

આકૃતિ A 4.1 (a) એનાલોગ મલ્ટિમીટર

જ્યારે મલ્ટિમીટરનો ઉપયોગ પ્રવાહ માપવા માટે કરવામાં આવે ત્યારે તેને પરિપથમાં શ્રેણીમાં જોડવું જોઈએ. પરિપથનાં બે બિંદુઓ વચ્ચે વોલ્ટેજનો તફાવત માપવા માટે તેના બે છેડાઓ (leads)ને તેમની સાથે જોડવામાં આવે છે.

દા.ત., અવરોધના બે છેડાઓ વચ્ચેનો વોલ્ટેજ માપવા, મલ્ટિમીટરને અવરોધ સાથે સમાંતરમાં જોડવામાં આવે છે.

જ્યારે મલ્ટિમીટરને અવરોધ માપક મોડ પર રાખવામાં આવે ત્યારે આપોઆપ અંદર આપેલા વિદ્યુતકોષ સાથે જોડાય છે, આના લીધે આપણે જે અવરોધનું માપન કરવાનું હોય, તે બાહ્ય અવરોધમાંથી પ્રવાહ પસાર થાય છે. આ પ્રવાહની સંવેદના જેના ડાયલ પર અવરોધના મૂલ્યો અંકિત કરેલ હોય તેવું મલ્ટિમીટર અનુભવે છે. તે અનિવાર્યપણે અંકનમાં અરેખીય છે.

ડિજિટલ મલ્ટિમિટર : આકૃતિ A 4.1 (b) ડિજિટલ મલ્ટિમીટર દર્શાવે છે.

વોલ્ટેજ અને પ્રવાહ માપવા માટે તે ADC (analog to digital convertor) તરીકે ઓળખાતો ડિજિટલ પરિપથ વાપરે છે. જો કે ADC ખૂબ નાના ઈનપુટ વોલ્ટેજને સ્વીકારતો હોવાથી, નમૂના રૂપ ઈનપુટ વોલ્ટેજ અથવા પ્રવાહ જરૂરી છે.

વોલ્ટેજનું માપન પ્રત્યક્ષ રીતે થાય છે. જ્યાં પ્રવાહ માપક સાધનમાંના આંતરિક પ્રમાણભૂત અવરોધને લીધે પ્રવાહ સપ્રમાણ રીતે વોલ્ટેજમાં રૂપાંતરિત થાય છે.

અવરોધના માપન માટે અચળ પ્રવાહના સ્રોત વપરાય છે. તે વોલ્ટેજનાં મૂલ્યો અવરોધના પ્રમાણમાં ઉત્પન્ન કરી તેને ADCની મદદથી ડિજિટલમાં રૂપાંતર કરે છે. આ મીટરનું વિભેદન તેમની અવધિ (Range) અને ડિસ્પ્લે પૅનલ પર જોવા મળતાં આંકડાઓની સંખ્યા પર આધાર રાખે છે.

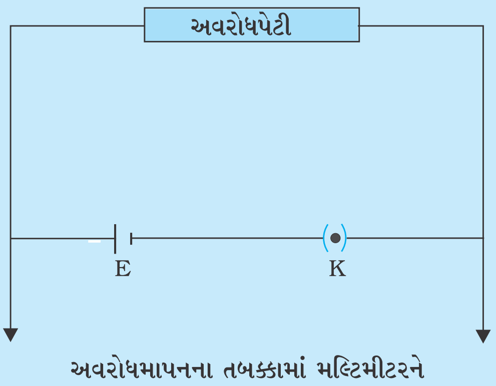
આકૃતિ A 4.1 (b) ડિજિટલ મલ્ટિમીટર

સિદ્ધાંત

જ્યારે આકૃતિ A 4.2માં દર્શાવ્યા મુજબ અવરોધ Rને પરિપથમાં જોડવામાં આવે ત્યારે અવરોધના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત, અવરોધ સાથે મલ્ટિમીટરને (વોલ્ટેજની યોગ્ય ગોઠવણી સાથે) સમાંતર જોડી માપી શકાય છે.

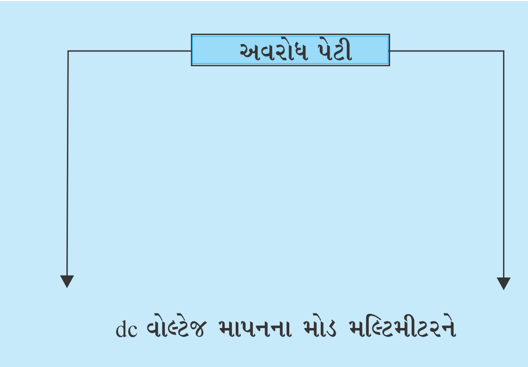
મલ્ટિમીટરની કૉઇલ dc પ્રવાહના સપ્રમાણમાં આવર્તન દર્શાવે છે. પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ ac નું માપન પ્રવાહની ઉષ્મીય અસરના સિદ્ધાંત પર આધારિત છે.

આકૃતિ A 4.5માં દર્શાવ્યા મુજબ મલ્ટિમીટરને (પ્રવાહની યોગ્ય ગોઠવણી દ્વારા) અવરોધ સાથે શ્રેણીમાં જોડી તેમાંથી પસાર થતો પ્રવાહ માપી શકાય છે.

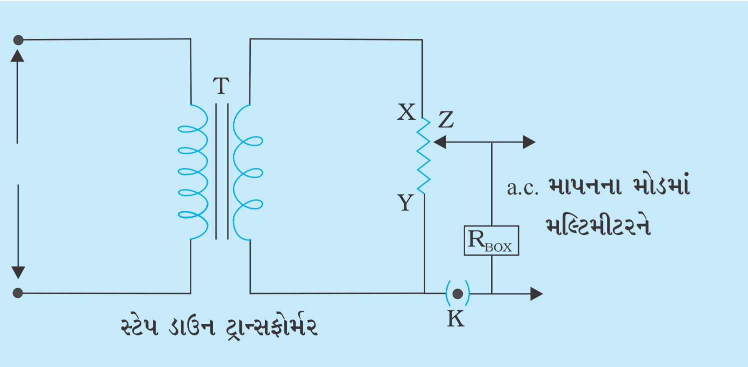


આકૃતિ A 4.2 અવરોધમીટર તરીકે મલ્ટિમીટરનો ઉપયોગ

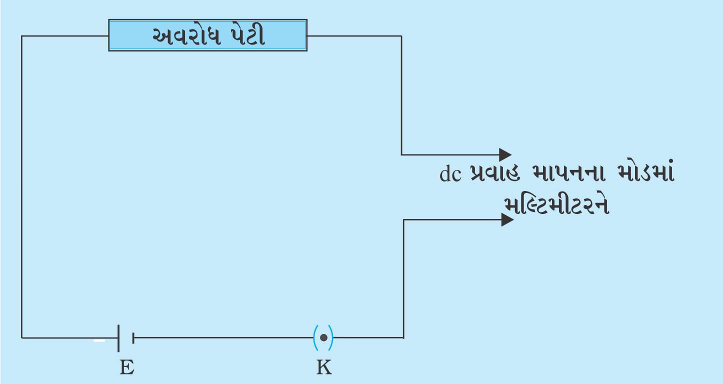
વિદ્યુતનાં ઘટકોનું સતતતા તેમના અવરોધના માપનથી ચકાસી શકાય. ઘટકના બે છેડાઓ વચ્ચેનો અનંત અવરોધ



આકૃતિ A 4.3 મલ્ટિમીટરનો dc વોલ્ટમીટર તરીકે ઉપયોગ



આકૃતિ A 4.4 મલ્ટિમીટરનો ac વોલ્ટમીટર તરીકે ઉપયોગ



આકૃતિ A 4.5 મલ્ટિમીટરનો એમીટર તરીકે ઉપયોગ

અસતતતા દર્શાવે છે. ઘટકના બે છેડાઓ વચ્ચેનો ખૂબ ઓછો અવરોધ ($\leq 0.1\Omega$) તે ઘટક-પરીક્ષણ દરમિયાન શોર્ટ-સર્કિટમાં હોવાનું દર્શાવે છે. (આકૃતિ A 4.2)

પદ્ધતિ

એનાલોગ મલ્ટિમીટર

(1) જોડાણ માટેના તારના છેડાઓને કાચપેપર વડે તેઓ ચમકે ત્યાં સુધી બરાબર સાફ કરો. શક્ય હોય તો નવા તાર જ જોડાણ માટે લો કેમ કે લાંબા સમયથી પડી રહેલા તાર પર કંઈક અવાહક આવરણ જામી ગયું હોય છે. મલ્ટિમીટરના ધાત્વિય છેડાઓ પર કાટ કે અવાહક પડ જામ્યું નથીને તે પણ ચકાસો.

(2) **અવરોધના માપન માટે :** મલ્ટિમીટરને અવરોધ માપનના મોડ પર મૂકો. લાલ અને કાળા છેડા (probes) ને મલ્ટિમીટર સાથે જોડો.

(3) લાલ છેડાના ખુલ્લા ભાગને સીધું જ બ્લૅક (કાળા) છેડા સાથે જોડી, શુન્ય એડજસ્ટમેન્ટના ડટ્ટા વડે અવરોધના માપક્રમ પર શૂન્ય ઓહ્મ ગોઠવો. (એકદમ જમણી તરફ)

(4) પરીક્ષણ માટેના ધાતુના બે સળિયા (છેડાઓને) અલગ રાખો અને અવરોધપેટીને મલ્ટિમીટર સાથે આકૃતિ A 4.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જોડો.

(5) અવરોધપેટીમાંથી અનુરૂપ અવરોધ કળ કાઢી જ્ઞાત અવરોધ R પરિપથમાં ઉમેરો અને પરિપથમાં વપરાયેલા અવરોધકના અવરોધના મુલ્ય માટે મલ્ટિમીટરનું અવલોકન R_M વાંચો. બીજા ચાર અવરોધો માટે આ પદનું પુનરાવર્તન કરો.

(6) અરેખીય માપક્રમનું અવલોકન ધ્યાનથી તપાસો અને નોંધો કે શૂન્ય માપક્રમની છેક જમણી બાજુએ છે. પસંદ કરેલી અવધિ માટે ગુણક અંકનો યોગ્ય ઉપયોગ કરો. દા.ત., $R \times 100$ના માપક્રમ (સ્કેલ) પર 4 કાપાનું આવર્તન એટલે અવરોધનું માપ $= 4 \times 100\ \Omega = 400\ \Omega$

(7) **dc વોલ્ટેજના માપન માટે :** કાર્યકારી સ્વિચ (ac/dc)ને યોગ્ય સ્થિતિમાં રાખી, ઉપલબ્ધ મહત્તમ અવધિ (રેન્જ) પસંદ કરો. એ વાતની ખાતરી કરો કે પરીક્ષણ છેડાઓને સૉકેટમાં યોગ્ય ધ્રુવો સાથે જોડેલા છે. રૈવાજિક રીતે ધન ધ્રુવ સાથે રેડ (લાલ) અને ઋણ ધ્રુવ સાથે બ્લૅક (કાળો) છેડો વપરાય છે.

(8) આકૃતિમાં (A 4.3)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મલ્ટિમીટર જોડો.

(9) dc વોલ્ટેજ માપવા માટે મલ્ટિમીટરને ગોઠવો. યોગ્ય રેન્જ પસંદ કરો. દા.ત., પરિપથમાં 1.5 V emfનો વિદ્યુતકોષ વાપર્યો હોય તો રેન્જ 2.5Vની રાખો.

(10) વિદ્યુતકોષનો emf માપવા માટે મલ્ટિમીટરના ધન છેડાને કોષના ધન સાથે અને ઋણ છેડાને કોષના ઋણ સાથે કળ K માં થઈને જોડો. અવરોધપેટીમાંથી પરિપથમાં R અવરોધવાળો કોઈપણ અવરોધ દાખલ કરશો નહિ. કળ K ભરાવી મલ્ટિમીટરનું અવલોકન વાંચો (પરિપથના સતત પ્રવાહ જોડાણના તારને ગરમ કરશે). તમારાં અવલોકનોને કોષ્ટક A 4.2માં નોંધો. પછી કળ K ખુલ્લી કરો.

(11) હવે પરિપથમાં અવરોધપેટીમાંથી અવરોધ કળ કાઢી એક જ્ઞાત અવરોધ (ધારોકે 10 Ω) દાખલ કરો. કળ K ભરાવો અને અવરોધના બે છેડાઓ વચ્ચે સ્થિતિમાનના તફાવતનું માપન કરવા મલ્ટિમીટરનું અવલોકન વાંચો. પરિપથમાં અવરોધ ન હતો (એટલે કે R=0) એટલે કે પદ 10 માં અવલોકન કર્યુ તેના કરતાં શું અવલોકનમાં કોઈ ફેરફાર મળશે ?

(12) પરિપથમાં અવરોધના જુદાં-જુદાં ત્રણ મૂલ્યો માટે પદ 11નું પુનરાવર્તન કરો તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક A 4.2માં નોંધો.

(13) **ac વોલ્ટેજના માપન માટે :** જેનો આઉટપુટ વોલ્ટેજ 6 V છે તેવા ac સ્ટેપ ડાઉન ટ્રાન્સફોર્મર, સ્થિતિમાન વિભાજક તરીકે રીઓસ્ટેટ XY, અવરોધપેટી R_{BOX}, પ્લગકળ અને મલ્ટિમીટરને આકૃતિ A 4.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે જોડો. Rનું મૂલ્ય (જેમકે 5 Ω) નિશ્ચિત કરો.

(14) મલ્ટિમીટરને 10Vની અવધિ (રેન્જ)ના ac વોલ્ટમીટર તરીકે વર્તે તેમ ગોઠવો.

(15) રીઓસ્ટેટના ચલિત છેડા Zને બિંદુ Xની નજીક લાવો. આ સ્થિતિમાં રીઓસ્ટેટની કોઈલનો અવરોધ લઘુત્તમ હશે. કળ K ભરાવી અવરોધ Rના છેડાઓ વચ્ચેના વોલ્ટેજ ડ્રોપનું મલ્ટિમીટરનું અવલોકન કોષ્ટક A 4.3માં નોંધો. રીઓસ્ટેટના ચલિત છેડાની ઓછામાં ઓછી ચાર સ્થિતિઓ માટે અવલોકનોનું પુનરાવર્તન કરો (કોષ્ટક A 4.3).

વિદ્યાર્થીઓ માટે નોંધ : સાવચેતીના ભાગ રૂપે 220 Vના AC સ્રોતના કિસ્સામાં મહેરબાની કરીને જાતે સંચાલન ન કરો.

(16) **dc પ્રવાહની યોગ્ય માપણી માટે :** કાર્યકારી સ્વિચ પસંદ કરો, યોગ્ય રેન્જ સ્વિચ / સૉકેટ પસંદ કરો. દા.ત. પરિપથમાં સ્ત્રોત તરીકે 1.5 V emf ધરાવતો એક કોષ અને પ્રયોગ દરમિયાન જેની કિંમત 2 Ω થી 10 Ω સુધી બદલાય તેવો એક અવરોધ વાપર્યો હોય તો 1A (1000 mA) વાળી અવધિ યોગ્ય ગણાય.

(17) આકૃતિ A 4.5માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મલ્ટિમીટરનો ધન છેડો વિદ્યુતકોષના ધન છેડા સાથે અને ઋણ છેડો કોષના ઋણ છેડા સાથે જોડાય તેમ મલ્ટિમીટરને શ્રેણીમાં જોડો.

(18) મલ્ટિમીટરમાંથી વહેતા dc પ્રવાહનું માપન તેનાં અવલોકનો વાંચી કરો.

(19) પરિપથમાં અવરોધને લાવીને પ્લગ *K* ને કળ લગાવી મલ્ટિમીટર વડે પરિપથમાં વહેતા પ્રવાહનું માપન કરો. આવા અવરોધ Rની બીજી ચાર કિંમત માટે તેનું પુનરાવર્તન કરો. તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક A 4.4માં નોંધો.

ડિજિટલ મલ્ટિમીટર

તેમાં વોલ્ટેજ, પ્રવાહ અને અવરોધના માપનની પદ્ધતિ એનાલોગ માપનની જેમ જ છે. નોંધનીય તફાવત એ છે કે, ડિજિટલ મલ્ટિમીટર, એનાલોગની જેમ સંવેદનશીલ નથી કે સરળતાથી નુકસાન પામે. તેઓ ઊંધા ધ્રુવત્વનો વોલ્ટેજ પણ સ્વીકારે છે (ધન કે ઋણ ચિહ્ન દર્શાવી). જ્યારે માપવાની રાશિનું મૂલ્ય રેન્જની ઉપરની સીમાને પાર થાય ત્યારે તેઓ આંકડો દર્શાવે છે.

*R*ના માપન માટે કોઈ ગોઠવણીની જરૂરિયાત નથી. (કોઈ પણ રેન્જ માટે).

અવલોકનો

(1) મલ્ટિમીટરની પૅનલ પરના અવરોધના માપક્રમની અવધિ = ... Ω

(2) માપક્રમનું લઘુત્તમ માપ = ... Ω

કોષ્ટક A 4.1 : અવરોધનું માપન

ક્રમ	અવરોધપેટીમાં દર્શાવેલ અવરોધ R (Ω)	મલ્ટિમીટરનું અવલોકન R_m (Ω)	તફાવત $[R - R_m]$ (Ω)
1			
2			
--			
5			

મલ્ટિમીટરનું લઘુત્તમ માપ પૅનલ પર પસંદ કરેલ dc વોલ્ટેજની માપક્રમની અવધિ = ...V

માપક્રમનું લઘુત્તમ માપ = ... V

કોષ્ટક A 4.2 : dc વોલ્ટેજનું માપન

ક્રમ	પરિપથમાંનો અવરોધ *R* (Ω)	વોલ્ટેજ (V) માટે મલ્ટિમીટરનું અવલોકન
1		
2		
--		
5		

મલ્ટિમીટરની પૅનલ પર પસંદ કરેલ વોલ્ટેજના માપક્રમની અવધિ = ... V

માપક્રમનું લઘુત્તમ માપ = ... V

કોષ્ટક A 4.3 : અવરોધ (*R* = ... Ω) ના છેડાઓ વચ્ચેના વોલ્ટેજ ડ્રોપનું માપન

ક્રમ	રીઓસ્ટેટના ચલિત છેડાનું ગૂંચળા XY પરનું સ્થાન	મલ્ટિમીટરનું અવલોકન (V)
1	બિંદુ Xની નજીક	
2		
--		
5	બિંદુ Yની નજીક	

મલ્ટિમીટરની પૅનલ પર પસંદ કરેલ dc પ્રવાહના માપક્રમની અવધિ = ... mA

માપક્રમનું લઘુત્તમ માપ = ... mA

કોષ્ટક A 4.4 : dc પ્રવાહનું માપન

ક્રમ	પરિપથમાંનો અવરોધ *R* (Ω)	પ્રવાહ માટે મલ્ટિમીટરનું વાચન (mA)
1		
2		
--		
5		

પરિણામ

(1) dc/ac વોલ્ટેજ, dc પ્રવાહ અને અવરોધનું માપન મલ્ટિમીટર વડે કરી શકાય છે.

(2) મલ્ટિમીટર વડે મપાયેલા અવરોધનાં મૂલ્યો એ અવરોધ પર સંકેતથી આપેલ (Decoded) મૂલ્યોની લગભગ નજીક છે.

સાવચેતીઓ

(1) આપેલ વોલ્ટેજ અથવા પ્રવાહ અને અવરોધના માપન માટે કાર્યકારી સ્વિચ અને રેન્જ સ્વિચની યોગ્ય પસંદગી કરવી જોઈએ.

(2) dc વોલ્ટેજ અને પ્રવાહના માપન માટે ધાત્વિય છેડાઓને યોગ્ય ધ્રુવો સાથે જોડવા જોઈએ.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

(1) વોલ્ટેજ/પ્રવાહના વાચન માટે વપરાતો માપક્રમ અયોગ્ય હોઈ શકે.

(2) 'R'ના માપન વખતની શૂન્ય ગોઠવણી એનાલોગ મલ્ટિમીટર વડે સચોટ ના પણ થઈ શકે છે.

ચર્ચા

(1) જો અવરોધપેટીના સ્થાને કાર્બન અવરોધ વાપરવામાં આવે, તો તે ગરમ (હીટિંગ)ના થાય તે જોવું, કેમકે તેના લીધે અવરોધના મૂલ્યમાં ફેરફાર થઈ શકે છે.

(2) માપેલ રાશિનાં નાનાં મૂલ્યો માટે માપનની પ્રતિશત ત્રુટિ વધુ હોય છે.

(3) જો મલ્ટિમીટરના બે પરીક્ષણ ધાત્વિય છેડાઓ સમાન ન હોય અને મલ્ટિમીટરના જંક્શન પાસે નોંધપાત્ર અવરોધ રહેતો હોય (પરીક્ષણ છેડાઓ અને પરીક્ષણ અવરોધ) તો, તમારાં માપનો કઈ રીતે અસર પામશે ?

સ્વ-મૂલ્યાંકન

શું dc વોલ્ટેજ / પ્રવાહ, ac વોલ્ટેજ/પ્રવાહની કાર્યકારી સ્વિચની મદદથી માપી શકાય ? તમારો જવાબ ચકાસો.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

મિશ્રિત કલર કૉડવાળા અવરોધોનો સમૂહ તમને આપેલ છે. મલ્ટિમીટરની મદદથી અવરોધ પરના કોડમાં દર્શાવેલ સહનશીલતા હદ (Tolerance limit) ની અંદર મળેલી અવરોધકની decoded કિંમતો ચકાસો.

પ્રવૃત્તિ 5

હેતુ

ત્રણ બલ્બ, ત્રણ સ્વિચ (On/Off), ફ્યુઝ અને પાવર સપ્લાયનો ઉપયોગ કરી ઘર-વપરાશ માટેનો પરિપથ બનાવવો.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

ત્રણ બલ્બ (દરેક 40 W, 220 V), ત્રણ (on/off) સ્વિચ, સૉકેટ, 1Aનો ફ્યૂઝ, પ્લગ, જોડાણનો લવચીક (flexible) તાર, મુખ્ય સ્વિચ

સિદ્ધાંત

ઘર-વપરાશના જુદા-જુદા વિદ્યુતનાં સાધનોમાં વપરાતો પાવર જો P_1, P_2, P_3, P_4, P_5, ... હોય, તો કોઈ પણ ક્ષણે વપરાતો કુલ પાવર

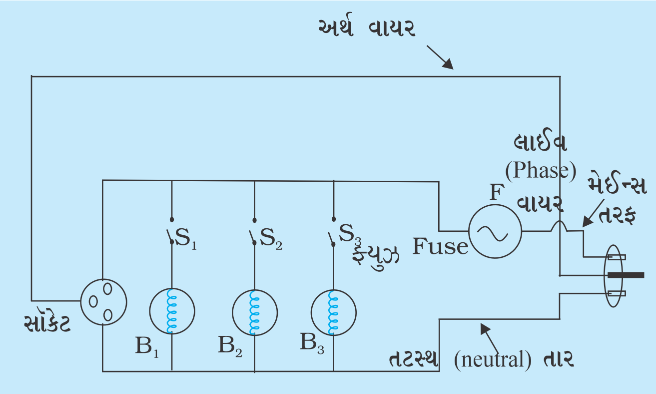
$$P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + ... \quad (A\ 5.1)$$

જો મેઈન્સ (મુખ્ય સ્રોત)માં મળતો પ્રવાહ I અને વિદ્યુતસ્થિતિમાન V હોય, તો

$$I = \frac{P}{V} \quad (A\ 5.2)$$

જ્યાં P વૉટમાં, V વોલ્ટમાં અને I ઍમ્પિયરમાં છે.

જ્યારે અકસ્માતે ઊંચો પ્રવાહ (દા.ત., જ્યારે સાધનોના છેડાઓ અકસ્માતે જોડાઈ જાય) પસાર થાય ત્યારે ઉપકરણોને નુકસાનથી બચાવવા થોડાક ઊંચા રેટિંગવાળો ફ્યૂઝ (સામાન્ય પ્રવાહથી 10 થી 20 % જેટલું ઊંચું) ઉપકરણો સાથે આકૃતિ A 5.1 દર્શાવ્યા પ્રમાણે શ્રેણીમાં જોડવામાં આવે છે.



આકૃતિ A 5.1

પદ્ધતિ

(1) બલ્બ B_1, B_2, B_3ને અનુક્રમે સ્વિચો S_1, S_2, S_3 સાથે શ્રેણીમાં જોડો. B_1, B_2, B_3ને S_1, S_2, S_3 સાથે એકબીજાને સમાંતરમાં જોડો. (આકૃતિ A 5.1 પ્રમાણે)

(2) આકૃતિ A 5.1માં દર્શાવ્યા મુજબ ગોઠવણ સાથે ફ્યૂઝ Fને શ્રેણીમાં જોડો. પ્લગ અને સૉકેટને બે છેડાઓ સાથે જોડો. પ્લગને અર્થ (earth) પિનમાંથી તાર સાથે જોડો.

(3) મુખ્ય ઇલેક્ટ્રિક બૉર્ડમાં આપેલા સૉકેટનું પ્લગ લગાવો.

(4) એક પછી એક સ્વિચો S_1, S_2, S_3 દબાવો અને અવલોકન કરો કે એક બલ્બ બીજા બલ્બથી સ્વતંત્ર રીતે on/off થઈ શકે છે.

(5) એક સાથે બધી જ સ્વિચને દબાવો અને શું થાય છે તે જુઓ. તમારાં અવલોકનો નોંધો.

પરિણામ

ઘર-વપરાશના પરિપથનું જોડાણ પૂર્ણ અને સલામત છે.

સાવચેતીઓ

(1) મેઈન્સ (મુખ્ય સ્રોત) સાથે કાર્ય કરવામાં કાળજી રાખવી જોઈએ.

(2) પરિપથમાંથી વહેતા મહત્તમ પ્રવાહની ગણતરી કરી, કાળજીપૂર્વક ફ્યૂઝનું રેટિંગ નક્કી કરવું જોઈએ.

ચર્ચા

(1) ફ્યુઝએ સલામતી માટેનું સાધન છે. નક્કી કરેલ મૂલ્ય કરતાં વધારે ઊંચા રેટિંગવાળા ફ્યુઝને ક્યારેય વાપરશો નહિ.

(2) આપણા ઘરમાં આવતા મુખ્ય વિદ્યુતનું રેટિંગ કુલ પાવરની જરૂરિયાત પરથી નક્કી થાય છે. સામાન્ય રીતે તે 220V, 30 A અને 50 Hz છે. સપ્લાયને વિતરણ બૉર્ડ સાથે જોડેલો હોય છે, જે પાવરને જુદાં-જુદાં પરિપથોમાં વહેંચે છે. કેટલાક વિદ્યુત-વપરાશનાં સાધનો જેવા કે રૂમ હીટર, એરકંડિશનર, ગીઝર, વિદ્યુત સગડી ભારે રેટિંગ 220V, 15A જેટલું અને બીજા વિદ્યુત-વપરાશનાં સાધનો જેવાં કે વીજળીના ગોળાઓ, છત પરના પંખાઓ વગેરેમાં ઓછાં રેટિંગ 220V, 5A હોય છે. 220V, 5A સપ્લાયનો એક વિદ્યુત-પરિપથ વિચારો. આવા પરિપથમાં બધાં સાધનો સ્વિચ સાથે સમાંતરમાં જોડાયેલાં હોય છે. સપ્લાયની લાઈવ લાઈનમાં આ સ્વિચ દરેક સાધનો સાથે શ્રેણીમાં હોય છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

પરિપથમાં વાપરેલા ત્રણ ગોળા(બલ્બ)ઓમાંથી વહેતો મહત્તમ પ્રવાહ ગણો.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

લાઈટના બે પૉઈન્ટ, પંખાનો એક પૉઈન્ટ અને પ્લગનો એક પૉઈન્ટ ધરાવતો પરિપથ દોરો.

પ્રવૃત્તિ 6

હેતુ

સ્થિત પ્રવાહ માટે તારની લંબાઈ સાથે પોટૅન્શિયલ (સ્થિતિમાન) ડ્રોપમાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

પોટૅન્શિયોમીટર, અચળ વોલ્ટેજવાળું બૅટરી એલિમિનેટર, dc પાવર સપ્લાય (અથવા લેડ-સંગ્રાહકકોષ), યોગ્ય રેન્જવાળા વોલ્ટમીટર અને એમીટર, પ્લગ કળ, જૉકી, રીઓસ્ટેટ, જોડાણ માટેના તાર વગેરે.

સિદ્ધાંત

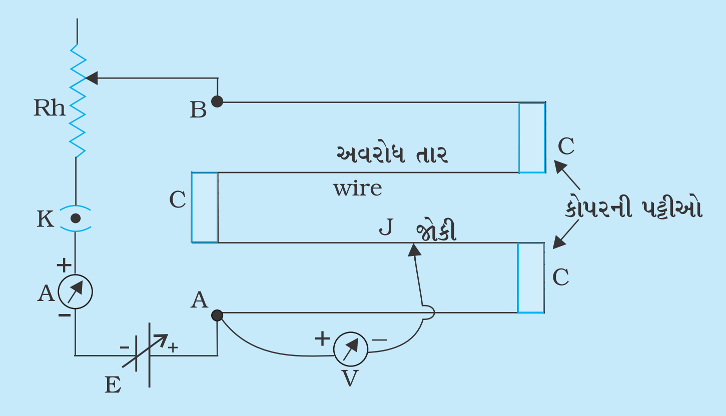
સમાન આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતા અને એકમ લંબાઈ દીઠ અચળ અવરોધ ધરાવતા તારમાંથી જ્યારે સ્થિત પ્રવાહનું વહન થાય ત્યારે તારના બે છેડાઓ વચ્ચેનો પોટૅન્શિયલ ડ્રૉપ (V) એ તાર પરના બે બિંદુઓ વચ્ચેની લંબાઈ (l)ના સમપ્રમાણમાં હોય છે. ગાણિતિક રીતે $V \propto l$

પદ્ધતિ

(1) આકૃતિમાં દર્શાવ્યા મુજબ વિદ્યુત-પરિપથ રચો. આકૃતિ A 6.1.

(2) બૅટરીના ધન છેડાને પોટૅન્શિયોમીટરના બિંદુ A (શૂન્યલંબાઈ) સાથે જોડો.

(3) પોટૅન્શિયોમીટરના તાર પરના બીજા છેડા (બિંદુ) Bને બૅટરીના ઋણ છેડા સાથે એમીટર, પ્લગ-કી (કળ) અને રીઓસ્ટેટ થકી જોડો. એમીટરને એવી



આકૃતિ A 6.1 પોટૅન્શિયલ ડ્રૉપના ફેરફારના અભ્યાસ માટેનો પરિપથ

રીતે જોડવું જોઈએ કે જેથી તેનો ઋણ છેડો, બૅટરીના ઋણ છેડા સાથે જોડાય.

(4) વોલ્ટમીટરના ધન છેડાને બિંદુ A સાથે અને બીજા છેડાને જૉકી કળ J સાથે જોડો.

(5) હવે કળ Kને બંધ કરો અને જોકીને બિંદુ B પર દબાવો. રીઓસ્ટેટને વોલ્ટમીટરના પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન માટે ગોઠવો.

(6) જ્યારે જૉકીને બિંદુ A પર દબાવો ત્યારે તે વોલ્ટમીટરમાં શૂન્ય આવર્તન દર્શાવે છે.

(7) હવે જૉકીને 40 cm પર દબાવો અને સંલગ્ન વોલ્ટમીટરનું અવલોકન વાંચો.

(8) જુદી-જુદી લંબાઈઓ 80 cm, 120 cm, ... પર જૉકીને દબાવીને તમારા અવલોકનોનું પુનરાવર્તન કરો, જે પોટૅન્શિયોમીટરની 400 cmની લંબાઈ સુધી વિસ્તૃત કરી શકાય. વોલ્ટમીટરનાં અવલોકનો દરેક કિસ્સામાં નોંધો અને કોષ્ટક A 6.1માં દર્શાવો.

અવલોકનો

વોલ્ટમીટરની અવધિ (Range) = ... V

વોલ્ટમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... V

શૂન્ય ત્રુટિ = ... V

કોષ્ટક A 6.1 : લંબાઈ સાથે પોટૅન્શિયલ ડ્રૉપનો ફેરફાર

ક્રમ	જ્યાં પોટેન્શિયલ ડ્રૉપ માપ્યો છે તે પોટૅન્શિયોમીટરના તારની લંબાઈ l (cm)	વોલ્ટમીટરનું વાચન V (V)	$\phi = \frac{V}{l}$ (V cm^{-1})
1			
2			
--			
5			
		સરેરાશ	

ગણતરીઓ

ગુણોત્તર $\left(\frac{V}{l}\right) = \phi$ ગણો. જે તાર માટે વિદ્યુતસ્થિતિમાન પ્રચલન છે, જેનું મૂલ્ય લગભગ અચળ છે.

આલેખ દોરવો

V વિરુદ્ધ I નો આલેખ દોરો. V ને Y–અક્ષ પર અને I ને X–અક્ષ પર લો. રેખાનો ઢાળ ϕ આપે છે.

પરિણામ

પ્રાયોગિક ત્રુટિની મર્યાદામાં ગુણોત્તર $\left(\frac{V}{l}\right) = \phi$ અચળ રહે છે.

તેનું સરેરાશ મૂલ્ય = ... V cm^{-1}

આલેખ V અને l વચ્ચે રેખીય સંબંધ દર્શાવે છે. આલેખ પરથી $\left(\frac{V}{l}\right) = \phi$ નું મૂલ્ય ... V cm^{-1} છે.

સાવચેતીઓ

(1) વોલ્ટમીટર અથવા એમીટરની શૂન્ય ત્રુટિને (જો હોય તો) દર્શકના પાયામાં રહેલા સ્ક્રૂની મદદથી સુધારી શકાય છે.

(2) આખા પ્રયોગ દરમિયાન તારમાં પ્રવાહ અચળ રહેવો જોઈએ. આ સુનિશ્ચિત કરવા માટે સમયના ટુંકાગાળા માટે પ્રવાહ તુટક તુટક મળવો જોઈએ. તેની એમીટર વડે દેખરેખ રાખી શકાય અને જરૂર પડે ત્યારે રીઓસ્ટેટની મદદથી ફરી ગોઠવી શકાય.

(3) અવલોકનો નોંધતી વખતે જૉકી વડે તારને વધારે સખત રીતે ન દબાવો, નહિ તો તે બિંદુ પાસે સમયના તે ગાળા માટે તાર અસમાન બનશે (વ્યાસ બદલાઇ જશે.)

(4) પ્રયોગ શરૂ કરતાં પહેલાં વિવિધ બિંદુએ તારની સમાનતા ચકાસો. જો તાર અસમાન હશે તો સ્થિતિમાન પ્રચલન અચળ રહેશે નહિ.

ત્રુટિના ઉદ્ગમો

(1) તારની સમગ્ર લંબાઈ પર તેનો આડછેદ સમાન જ હોવો જોઈએ. તેને ચકાસવા પ્રયોગ શરૂ કરતાં પહેલાં તેનાં જુદાં-જુદાં બિંદુઓએ વ્યાસ માપો.

(2) વોલ્ટમીટર સચોટ રીડિંગ ન પણ આપી શકે.

ચર્ચા

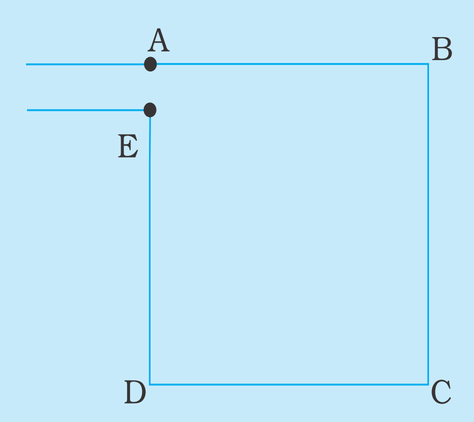
(1) 400 cm અથવા 1000 cmના પોટૅન્શિયોમીટર તારના દરેક 100 cmને અંતે કૉપરની જાડી પટ્ટી સાથે દૃઢતાથી જોડ્યો છે. જોકે તારનો આ નાનો ભાગ, પોટૅન્શિયોમીટરના તારની કુલ લંબાઈના ભાગરૂપે નથી કારણ કે વિદ્યુતપ્રવાહ આ ભાગોમાંથી નહિં, પરંતુ કૉપરની પટ્ટીઓમાંથી વહે છે.

(2) પોટૅન્શિયોમીટરનો ફાયદો એ છે કે, જે સ્રોતનો વોલ્ટેજ માપવાનો છે, તેમાંથી કોઈ પ્રવાહ ખેંચતો નથી તથા સ્રોતના આંતરિક અવરોધની તેની પર અસર થતી નથી.

(3) જો આલેખ અરેખીય હોય તો તમે શું નિષ્કર્ષ તારવશો ?

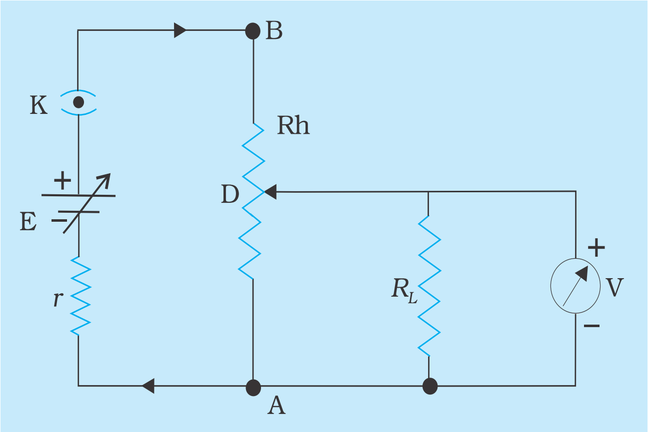
સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) સમાંગ દ્રવ્ય અને સમાન આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતા 100 cmના તાર વડે આકૃતિ A 6.2માં દર્શાવ્યા મુજબ ચોરસ બનાવ્યો છે. આ પ્રકારની ગોઠવણી AE વચ્ચે 1/4, 1/2, 3/4 વોલ્ટેજને પસંદ કરવા કેવી રીતે ઉપયોગમાં લઈ શકાય ?



આકૃતિ A 6.2

(2) E emf અને r આંતરિક અવરોધ ધરાવતી બૅટરી, પ્રયોગશાળામાં રીઓસ્ટેટ Rh ને કળ સહિત આકૃતિ A 6.3માં દર્શાવેલ છે. R_L એ લોડ (ભાર) અવરોધ છે, જે વાસ્તવમાં એક સહાયક પરિપથનું પ્રતિનિધિત્વ કરે છે. જો D એ ABનું મધ્યબિંદુ હોય તો, વોલ્ટમીટરનું વાચન શું હશે ? શું તે R_L કે R_V પર આધાર રાખશે ? (R_V એ વોલ્ટમીટરનો અવરોધ છે.) શું તે r પર આધાર રાખશે ?



આકૃતિ A 6.3

(3) ઉપરના પ્રશ્નમાં જ્યારે તારના છેડાઓ A અને B વચ્ચે સ્થિતિમાનનો તફાવત 3V હોય તેવો કિસ્સો વિચારો. એક પ્રયોગમાં શક્ય હોય તેટલી ચોકસાઈથી 1.7 Vના સ્થિતિમાનના તફાવતની જરૂરિયાત છે. સ્રોતના emfને ઘટાડવાની શક્યતાઓ વિચારો. તેના માટે શ્રેણીમાં અન્ય અવરોધ અથવા તે જ અવરોધના પણ મોટી લંબાઈના રીઓસ્ટેટને વાપરો.

શું આ જ પરિપથના ઉપયોગ વડે ઋણ સ્થિતિમાન મેળવવું શક્ય છે ? જો હા હોય તો કેવી રીતે ?

સુચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) આકૃતિ A 6.3માં દર્શાવ્યા મુજબ પરિપથ જોડો. બિંદુ A થી જુદી-જુદી લંબાઈઓ l માટે સ્થિતિમાનનો તફાવત નોંધો. V વિરુદ્ધ l નો આલેખ દોરો. આલેખ પરથી 1.3 Vને સંલગ્ન લંબાઈ મેળવો. તમે 1.3 V પર કાર્ય કરતાં સહાયક પરિપથને 1.3 V કેવી રીતે આપી શકાય તે દર્શાવતો પરિપથ દોરો.

(2) મનોરંજન માટેના ઈલેક્ટ્રૉનિક માર્કેટમાં એક નાનો પરિપથ મળે છે. જેને 'લેવલ ઈન્ડિકેટર' કહે છે. (લોકપ્રિય રીતે તેને 'dancing LED's કહે છે.) તે સામાન્ય રીતે 'ગ્રાફિક ઈક્વિલાઇઝર' (Graphic equaliser) અથવા 'સ્ટીરિયોફોનિક ટુ-ઇન-વન રેર્કોડર'માં વપરાય છે. આ પ્રવૃત્તિમાં વોલ્ટમીટરના સ્થાને આવો પરિપથ જોડો અને હારમાં ગોઠવેલી LED વારાફરતી ચાલુ થાય (glow થાય) તે માટે જરૂરી વોલ્ટેજના લેવલ નો અંદાજ કાઢો.

પ્રવૃત્તિ 7

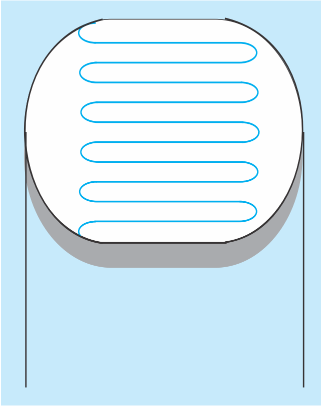
હેતુ

LDR (Light Dependent Resistor - પ્રકાશ આધારિત અવરોધ) પર પ્રકાશની તીવ્રતાની અસરનો અભ્યાસ ઉદ્ગમનાં અંતરો બદલીને કરવો.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

LDR, બે પાવર સપ્લાય (દરેક 12 Vના), કળ, મિલિએમીટર (0–500 mA), વોલ્ટમીટર (0–10V), 47 Ωનો અવરોધ, 12 Vનો લૅમ્પ, જોડાણ માટેના તાર

સિદ્ધાંત



આકૃતિ A 7.1 અંતર સાથે LDRના અવરોધમાં થતા ફેરફાર

પ્રકાશ આધારિત અવરોધ અથવા ફોટો અવરોધ એ પ્રકાશ પ્રત્યે સંવેદનશીલ સાધન છે. તેનો અવરોધ તેના પર આપાત પ્રકાશની તીવ્રતા પ્રમાણે બદલાય છે. પ્રકાશ માટે સંવેદનશીલ હોય તેવો ગુણધર્મ ધરાવતા અર્ધવાહકોની મદદથી પ્રકાશીય અવરોધ બનાવાય છે, આવું એક દ્રવ્ય કેડમિયમ સલ્ફાઈડ છે. ધાતુની પાતળી પટ્ટી (thin film) પર કેડમિયમ સલ્ફાઈડનો સર્પાકાર ટ્રેક બનાવવામાં આવે છે (આકૃતિ A 7.1). મોટા ભાગના ઈલેક્ટ્રૉન ક્રિસ્ટલ લેટિસ (સ્ફટીકમય જાળી)માં બંધિત હોય છે અને તે ગતિ કરવા માટે મુક્ત હોતા નથી તેના કારણે LDR ઊંચો અવરોધ ધરાવે છે. જેવો પ્રકાશ લેટિસ પર પડે કે તરત જ કેટલાક ઈલેક્ટ્રૉનને સ્ફટીકમય જાળીમાંથી મુક્ત થવાની પૂરતી ઊર્જા પ્રાપ્ત થાય છે અને તે વિદ્યુતનું વહન કરે છે. લાક્ષણિક LDRનો સંપૂર્ણ અંધારામાં અવરોધ 1 MΩ છે, જ્યારે તીવ્ર (તેજસ્વી) પ્રકાશમાં તેનો અવરોધ 10^2 Ωના ક્રમમાં છે.

પદ્ધતિ

(1) આકૃતિ A 7.2માં દર્શાવ્યા મુજબ પરિપથને જોડો.

(2) શરૂઆતમાં લૅમ્પને બંધ રાખો. કળ Kમાં પ્લગ લગાવો.

(3) વોલ્ટમીટર અને મિલિએમીટરનાં અવલોકનો વાંચો.

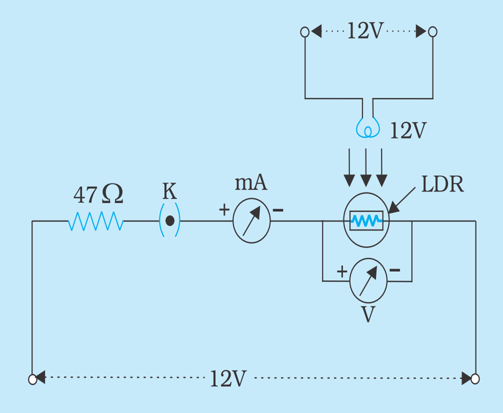
(4) LDR અવરોધ R' નું સંદર્ભ માપન કરો.

(5) આ અવરોધના મૂલ્યને ત્યારબાદના દરેક માપનમાં ઉમેરો. જે દર્શાવે છે કે, પૃષ્ઠભૂમિમાં રહેલા પ્રકાશ તીવ્રતાને પણ ગણતરીમાં લીધેલ છે.

(6) LDRની સામે રહે તેમ શિરોલંબ સ્થિતિમાં 12 Vના લૅમ્પ (બલ્બ)ને જડિત સ્ટૅન્ડમાં ગોઠવો. LDRને લૅમ્પની નીચે લગભગ 10 cm અંતરે લંબરૂપે રાખો.

(7) મિલિએમીટર અને વોલ્ટમીટરનાં અવલોકનો નોંધો.

(8) લૅમ્પ અને LDR વચ્ચેનું અંતર બદલીને 15 cm જેટલું (લગભગ) કરો. પદ 7નું પુનરાવર્તન કરી, અવલોકનો નોંધો અને LDRના લૅમ્પથી (ગોળાથી) જુદા-જુદા અંતરે અવરોધ ગણો.



આકૃતિ A 7.2 *LDR પર પ્રકાશની તીવ્રતાની અસરનો અભ્યાસ કરવાનો પરિપથ*

અવલોકનો અને ગણતરીઓ

વોલ્ટમીટરની અવધિ (Range) = 0 V to ... V

વોલ્ટમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... V

મિલિએમીટરની અવધિ = ... 0 mA to ... mA

મિલિએમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... mA

કોષ્ટક A 7.1 : અંતર સાથે LDRના અવરોધમાં થતા ફેરફાર

ક્રમ	LDR અને પ્રકાશ ઉદ્‌ગમ વચ્ચેનું અંતર d cm	વોલ્ટમીટરનું અવલોકન V (V)	મિલિએમીટરનું અવલોકન I (mA)	$R = \frac{V}{I}$ (Ω)	અવરોધનાં વાસ્તવિક મૂલ્ય $(R + R')$Ω
1					
2					
--					
5					

પરિણામ

જેમ અંતર વધે, આપાત પ્રકાશની તીવ્રતા ઘટે છે અને LDRનો અવરોધ વધે છે.

સાવચેતીઓ

(1) LDR પ્રકાશના ઉદ્‌ગમને લંબરૂપે એવી રીતે મૂકેલ છે કે જેથી સમગ્ર પ્રયોગ દરમિયાન પ્રકાશના કિરણ માટેનો આપાતકોણ લંબ રૂપે અચળ રહે છે.

(2) બધાં જ જોડાણો ચુસ્ત હોવાં જોઈએ.

ત્રુટિના ઉદ્‌ગમો

પૃષ્ઠભૂમિમાં રહેલા પ્રકાશની તીવ્રતા એ આ પ્રવૃત્તિમાં ત્રુટિનો ઉદ્‌ગમ (સ્રોત) છે.

ચર્ચા

(1) દરેક કિસ્સામાં $R.d^2$ ગણો. તમે શું અનુમાન બાંધો છો ?

(2) LDRનો ઉપયોગ ખાસ કરીને પ્રકાશ અથવા તો અંધારાના સેન્સર (સંવેદક) પરિપથ તરીકે થાય છે. તે ઑટોમેટિક લાઇટિંગ, રસ્તા કે શેરીઓની લાઇટમાં, ધુમાડાથી વાગતાં ઍલાર્મ વગેરેમાં થાય છે.

(3) શ્રેણીમાં યોગ્ય અવરોધ જોડીને LDRને નુકસાનથી બચાવી શકાય.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

LDR નો અવરોધ શામાટે અચળ રહેતો નથી ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ :

(1) ઉપરની પ્રવૃત્તિને સંપૂર્ણ અંધારિયા ઓરડા (Dark Room)માં કરો. લેબોરેટરીમાં સામાન્ય પ્રકાશમાં મેળવેલાં પરિણામો સાથે તેનાં પરિણામોને સરખાવો અને ચર્ચા કરો.

(2) સમાન અંતર રાખી, LDR પર જુદા-જુદા પાવરના બલ્બના ઉપયોગથી આપાત પ્રકાશની તીવ્રતાની અસરનો અભ્યાસ કરો.

(3) LDR અને બલ્બ વચ્ચેનું અંતર સમાન રાખીને પ્રકાશના બલ્બના પાવરને વધારવા ચલિત વોલ્ટેજનાં મૂલ્યો આપીને LDR ના અવરોધમાં થતા ફેરફારનું અવલોકન કરો.

(4) જુદી-જુદી લાક્ષણિકતાવાળા LDR પર પ્રકાશની તીવ્રતાની અસરનો અભ્યાસ કરો.

પ્રવૃત્તિ 8

હેતુ

ડાયોડ, LED, ટ્રાન્ઝિસ્ટર, IC, અવરોધ અને કેપેસીટરને આ પ્રકારની વસ્તુઓના ભેગા કરેલા સમૂહમાંથી ઓળખવા.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

મલ્ટિમીટર, ડાયોડ, LED, ટ્રાન્ઝિસ્ટર, IC, અવરોધ અને કેપેસીટરનો ભેગો કરેલો સમૂહ

સિદ્ધાંત

(1) ડાયોડ બે જોડાણઅગ્રો વાળું સાધન છે. તે જ્યારે ફોરવર્ડ બાયસમાં હોય ત્યારે વહન કરે છે અને જ્યારે રિવર્સ બાયસમાં હોય ત્યારે વહન કરતો નથી. વહન દરમિયાન તે પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરતો નથી.

(2) LED (Light Emitting Diode) પણ બે જોડાણઅગ્રો વાળું સાધન છે. તે ફોરવર્ડ બાયસમાં વહન કરે છે અને રિવર્સ બાયસમાં વહન કરતું નથી. વહન દરમિયાન તે પ્રકાશનું ઉત્સર્જન કરે છે.

(3) ટ્રાન્ઝિસ્ટર ત્રણ જોડાણઅગ્ર ધરાવતું સાધન છે. આ જોડાણઅગ્રો ઍમિટર (E), બેઝ (B) અને કલેક્ટર (C) છે.

(4) IC (Integrated circuit) એ ચિપ (Chip)ના સ્વરૂપમાં ઘણા બધા જોડાણઅગ્રો ધરાવતું સાધન છે. પરંતુ કેટલાકને માત્ર ત્રણ જોડાણઅગ્રો હોય છે. દા.ત., 7805, 7806, 7809, 7912

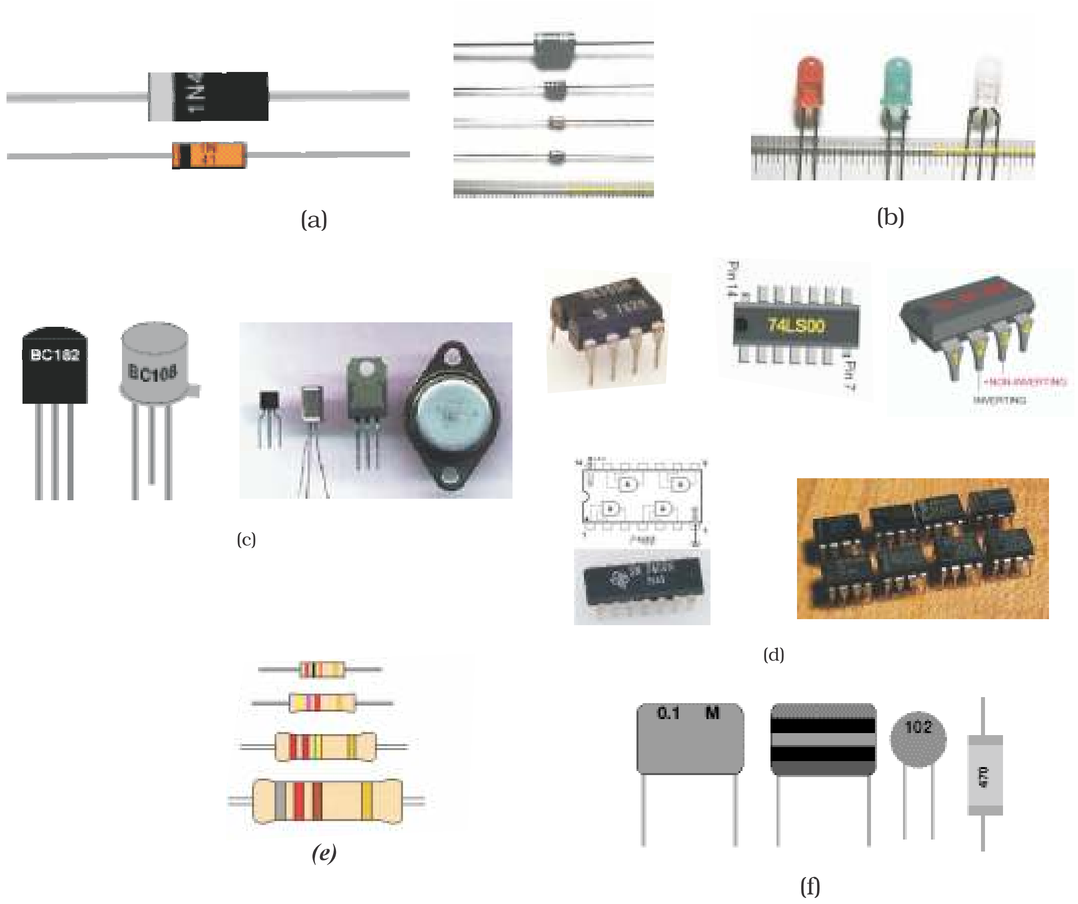
(5) અવરોધ એ બે જોડાણઅગ્રો ધરાવતું સાધન છે, તેમાંથી બંને દિશામાં સરખી રીતે વહન થઈ શકે છે.

(6) કેપેસીટર બે જોડાણઅગ્રો ધરાવતું સાધન છે. તે વહન થતું નથી પરંતુ તેને dc વોલ્ટેજ આપતાં તે થોડાક વિદ્યુતભારનો સંગ્રહ કરે છે.

પદ્ધતિ

(1) દરેક ઘટકોનો ભૌતિક (બાહ્ય) દેખાવ ચકાસો.

 (a) જો તેને ચાર કે તેથી વધારે જોડાણઅગ્રો હોય અને તેનો દેખાવ- ચિપ (કાળા લંબચોરસ બ્લૉક) જેવો હોય તો તે IC છે.



આકૃતિ A 8.1 *(a) ડાયોડ (b) LED (c) ટ્રાન્ઝિસ્ટર (d) IC (e) અવરોધ (f) કેપેસીટર*

(b) જો તેને ત્રણ જોડાણઅગ્રો હોય તો તે ઘટક ટ્રાન્ઝિસ્ટર હોઈ શકે છે. ચોકસાઈ પૂર્વક માપન નક્કી કરવા મલ્ટિમીટરને (મહત્તમ રેન્જના) અવરોધ મોડ પર ગોઠવો. તેનો બ્લૅક અથવા કૉમન જોડાણઅગ્ર ઘટકના કોઈ એક તરફના જોડાણઅગ્ર સાથે અને બીજો જોડાણઅગ્ર (લાલ અથવા ધન) ઘટકના મધ્ય જોડાણઅગ્ર સાથે જોડો. મલ્ટિમીટરનું આવર્તન તપાસો. જો આવર્તન નોંધાય તો મલ્ટિમીટરના જોડાણઅગ્રોની ફેરબદલી કરો. હવે જો આવર્તન ના જણાય તો આપેલ ઘટક ટ્રાન્ઝિસ્ટર જ છે. આ ટેસ્ટને મલ્ટિમીટરના જોડાણઅગ્રોને ઘટકના મધ્ય જોડાણ અગ્ર અને અન્ય તરફના જોડાણઅગ્ર સાથે જોડી પુનરાવર્તન કરો. જો અગાઉ પ્રમાણેની વર્તણૂક જણાય તો આપેલ ઘટક ટ્રાન્ઝિસ્ટર છે.

(2) જો ઘટકને બે જોડાણઅગ્રો હોય તો તે અવરોધ, કેપેસીટર, ડાયોડ અથવા LED હોઈ શકે છે.

(a) કલરના પટ્ટાઓ જુઓ. જો તેમાં કલરના ત્રણ લાક્ષણિક પટ્ટાઓનો સમૂહ હોય અને અંતે સિલ્વર કે ગોલ્ડન પટ્ટો હોય, તો આપેલ ઘટક અવરોધ છે.

(b) મલ્ટિમીટરના જોડાણઅગ્રો (અવરોધના તબક્કા (mode)ની મહત્તમ રેન્જમાં) ઘટકના જોડાણઅગ્રો સાથે જોડો અને મલ્ટિમીટરનું આવર્તન જુઓ. જોડાણઅગ્રો ઊલટાવીને આવર્તન જુઓ.

(c) જો બંને કિસ્સામાં મલ્ટિમીટરનું આવર્તન સમાન હોય તો (બંને દિશામાં) આપેલ ઘટક અવરોધ છે.

(d) જો એક દિશામાં આવર્તન દરમિયાન પ્રકાશનું ઉત્સર્જન થતું હોય અને બીજી દિશામાં ખૂબ ઓછું અથવા શૂન્ય આવર્તન મળતું હોય તો ઘટક LED છે.

(e) જો મલ્ટિમીટર એક દિશામાં આવર્તન ન દર્શાવતું હોય અને બીજી દિશામાં આવર્તન પ્રકાશના ઉત્સર્જન વગર દર્શાવતું હોય, તો આપેલ ઘટક ડાયોડ છે.

(f) કોઈ પણ રીતે જોડાયેલા છેડાઓમાં, જો મલ્ટિમીટર આવર્તન દર્શાવતું ન હોય તો ઘટક કેપેસીટર છે. પરંતુ જો કેપેસીટરના કેપેસીટન્સનું મૂલ્ય મોટું હોય, તો મલ્ટિમીટર ક્ષણિક આવર્તન દર્શાવી શકે છે.

(g) તમારા અવલોકનો કોષ્ટક A 8.1 અને A 8.2માં નોંધો.

શિક્ષકો માટેની નોંધ :

(i) ત્રણ છેડાઓવાળી IC આપવાનું ટાળો.

(ii) ડિજિટલ મલ્ટિમીટરના સ્થાને એનાલોગ મલ્ટિમીટરનો ઉપયોગ યોગ્ય છે.

(iii) જો ડિજિટલ મલ્ટિમીટર વાપરો તો સૂચનાઓમાં આવર્તન શબ્દને સ્થાને વાંચન શબ્દ જોઈએ.

(iv) દરેક ઘટકને જુદા-જુદા મૂળાક્ષર (Alphabet) વડે નામકરણ (Labeling) કરો. દા.ત., A, B, C, D, E, ...

અવલોકન

કોષ્ટક A 8.1 : જોડાણઅગ્રોની સંખ્યાની ચકાસણી

ક્રમ	જોડાણઅગ્રોની સંખ્યા	સાધન પર અંકિત કરેલ મૂળાક્ષર	સાધનનું નામ
(1)	બે (Two)		
(2)	ત્રણ (Three)		
(3)	ત્રણ કરતાં વધારે		

કોષ્ટક A 8.2 વહનની અવસ્થાઓની ચકાસણી

ક્રમ	વહનની અવસ્થા	સાધનનો કોડ	સાધનનું નામ
(1)	પ્રકાશના ઉત્સર્જન વગર માત્ર એક જ દિશામાં વહન થાય છે.		
(2)	પ્રકાશના ઉત્સર્જન સાથે માત્ર એક જ દિશામાં વહન થાય છે.		
(3)	ત્રણ જોડાણઅગ્રોવાળું સાધનઃ એક દિશામાં વહન થાય છે. મધ્ય જોડાણઅગ્ર અને બાકીના બેમાંથી ગમે તે એક જોડાણઅગ્રની વચ્ચે.		
(4)	બંને દિશામાં વહન થાય છે.		
(5)	વહન થતું નથી, પરંતુ પ્રારંભિક આવર્તન દેખાડે છે જે ક્ષય પામી શૂન્ય બને છે.		

પરિણામ

ડાયોડ, LED, ટ્રાન્ઝિસ્ટર, IC, અવરોધ અને કેપેસીટરને અનુક્રમે ભેગા કરેલા સમૂહમાંથી ઓળખ્યા.

સાવચેતીઓ

કોઈ પણ ઘટકનો અવરોધ મેળવતી વખતે તેના ધાત્વીય જોડાણઅગ્રોને યોગ્ય રીતે સાફ કરવા જોઈએ.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

(1) મલ્ટિમિટરના ધાત્વીય જોડાણઅગ્રોને સ્પર્શ કરાવવામાં આવે ત્યારે મલ્ટિમીટર શૂન્ય અવરોધ દર્શાવવું જોઈએ. જો તેમ ના દર્શાવે તો પૉઈન્ટરને શૂન્ય પર લાવો. તે માટે 'Zero Adj knob' વાપરો. જો તેમ કરવામાં નહિ આવે, તો અવરોધનું માપન વિશ્વસનીય નહિ ગણાય.

(2) ઘટકના અવરોધની ચકાસણી વખતે મલ્ટિમીટરના ધાત્વીય જોડાણઅગ્રોને સ્પર્શ કરવાનું ટાળવું જોઈએ, નહિતર શરીરનો અવરોધ, ઘટકના અવરોધ સાથે સમાંતરમાં જોડાય છે જે અવરોધના માપન પર અસર કરી શકે.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

પરિપથના મૂળભુત ઘટકો જેવાકે એવરોધ, કેપેસીટરના અભ્યાસ માટે નીચે મુદ્દાઓ દર્શાવેલ છે.

(1) અવરોધ

અવરોધના પ્રકારો :

(a) *વીંટાળેલા તારનો (wire wound) અવરોધ :* ચોક્કસ લંબાઈના વાહક દ્રવ્યના તારને વીંટાળીને બનાવવામાં આવે છે. દ્રવ્ય તરીકે મિશ્ર ધાતુ પણ હોઈ શકે, જેવી કે મેંગેનીન, કોન્સ્ટનટન, નિક્રોમ વગેરે.*

(b) *કાર્બન અવરોધ :* તેઓ ગ્રેફાઇટ (કાર્બન સ્વરૂપ) અને સારા અવાહક લાખના યોગ્ય પ્રમાણમાં મિશ્રણથી બનાવવામાં આવે છે. મિશ્રણને દબાવીને ગરમ કરીને સળિયા જેવો આકાર આપવામાં આવે છે. આ માત્રામાં ફેરફાર કરી ખૂબ મોટી અવધિ ધરાવતાં કાર્બન અવરોધ બનાવી શકાય છે. આવા અવરોધની સ્થિરતા બહુ નબળી છે, પરંતુ તેઓ નાના અને સસ્તા છે.

(c) *કાર્બન ફિલ્મ અવરોધ** :* કાર્બન અવરોધ સસ્તા અને સરળતાથી પ્રાપ્ય છે. નાના સિરામિકના સળિયા પર કાર્બનની પાતળી પટ્ટી (Film)નો ઢોળ ચઢાવવામાં આવે છે. ઇચ્છિત મૂલ્યનો અવરોધ મેળવવા અવરોધીય આવરણ સર્પાકારે રાખવામાં આવે છે. (વિગતે જાણવા એપેન્ડિક્ષ 3 માં જુઓ.)

(d) *પાતળા ફિલ્મ અવરોધ :* કોઈ અવાહક આધાર પર ખૂબ પાતળી ફિલ્મ જેવું વાહક દ્રવ્ય જમા કરી (લગાવી) બનાવવામાં આવે છે. પાતળી ફિલ્મ ખૂબ નાનો આડછેદ આપે છે, આથી અવરોધ મોટો થાય છે. આવી ફિલ્મો ધાતુ કે મિશ્ર ધાતુમાંથી બને છે.

અવરોધની સહનશીલતા

કેટલાક ચોક્કસ અવરોધ માટે ઉલ્લેખ કરાયેલા મૂલ્ય કરતાં વાસ્તવિક અવરોધનું મૂલ્ય જુદું હોય છે. તેના માટે તાપમાનનો ફેરફાર, ભેજ વગેરે જેવા બાહ્ય પરિબળોની અસર અથવા ચોક્કસ મૂલ્યનો અવરોધ બનાવવામાં રહી ગયેલી કોઈ અંતર્ગત (સહજ) મર્યાદા કારણભૂત હોઈ શકે. ઉપરોક્ત કારણોને લીધે અવરોધના મૂલ્યમાં થતા ફેરફારને સહનશીલતા (tolerance) કહે છે.

અવરોધનો વૉટેજ (પાવર)

દરેક અવરોધ માટે સલામત રીતે વહન કરાતો મહત્તમ પ્રવાહ હોય છે. તેના કરતાં વધારે પ્રવાહ, વધારાની ઉષ્મા ઉત્પન્ન કરે છે, જે તેને નુકસાન કરી શકે છે. જે સામાન્ય રીતે પ્રવાહના પદમાં નહિ, પણ અવરોધને નુકસાન કર્યા વગર તેના વડે વ્યય થતા પાવરના મહત્તમ વૉટના પદમાં હોય છે. જેને વૉટેજ (wattage) કહે છે. કાર્બન અવરોધોના સામાન્ય રીતે વૉટેજ 1/8, 1/2, 1 અને 2 વૉટ છે. તેના વધારે વૉટેજ પણ ઉપલબ્ધ છે.

અવરોધનો વર્ણસંકેત (Colour Code)

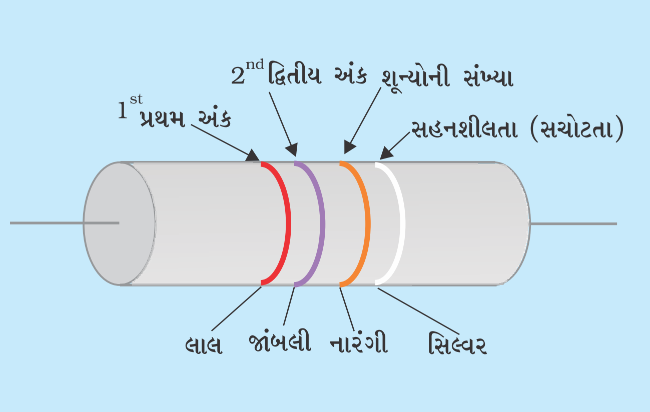
સામાન્યતઃ અવરોધ માટે સૌથી વધારે વપરાતા વર્ણસંકેતમાં તેના એક છેડે કલરના ત્રણ પટ્ટા હોય છે.

* તાર વીંટાળેલ અવરોધમાં, ઈચ્છિત ન હોય એવું (વણજોઈતું) ઇન્ડક્ટન્સ બીજા પ્રકારના અવરોધ કરતાં વધારે હોય છે.

** વિગતે જાણવા પરિશિષ્ટ 3 જુઓ.

કલર અને તેના સંલગ્ન આંકડાકીય અર્થ (નામ) :

કાળો (Black) – 0	નારંગી (Orange) – 3	વાદળી (Blue) – 6	સફેદ (White) – 9
કથ્થાઈ (Brown) – 1	પીળો (Yellow) – 4	જાંબલી (Violet) – 7	
લાલ (Red) – 2	લીલો (Green) –5	રાખોડી (Grey) – 8	



આકૃતિ A 8.2 કલરકોડના નિશાન સહિત કાર્બન અવરોધ

આ કલર કોડને સરળતાથી BB ROY GB VGW (BB ROY Great Britain Very Good Wife)ના પદથી સરળતાથી યાદ રાખી શકાય. કલર કોડવાળા અવરોધના મૂલ્યને વાંચવા, નજીકના છેડા પરના પટ્ટા (strip)થી ચાલુ કરો. પ્રથમ પટ્ટાનો કલરનો અંક અવરોધના મૂલ્યનો પ્રથમ અંક છે. બીજા પટ્ટાનો કલર બીજો અંક છે. ત્રીજા પટ્ટાનો કલર ગુણાંક દર્શાવે અથવા બીજા અંકના છેડે લાગતાં શૂન્યો દર્શાવે છે.

માત્ર ત્રણ પટ્ટા ધરાવતા અવરોધની સહનશીલતા 20 % હોય છે. તેનું વાસ્તવિક મૂલ્ય નક્કી કરેલી કિંમતથી 20 % બદલાય છે. ચોથા પટ્ટાને, પ્રથમ ત્રણથી અલગ રીતે દોરવામાં આવે છે, તેમાં સહનશીલતા ચોથા પટ્ટાના કલરથી જાણી શકાય છે. જો ચોથો પટ્ટો સિલ્વરનો હોય તો તેની સહનશીલતા 10 %, સોનેરી (Gold) કલરનો હોય, તો સહનશીલતા 5 % અને લાલ કલર (red)નો હોય તો 2 %, બ્રાઉન કલરનો હોય તો 1 % છે. 2 % અને 1% ના અવરોધના ઓહ્મિક મૂલ્ય મોટા ભાગે છાપેલા હોય છે.

(2) કેપેસીટર

કેપેસીટર એ વિદ્યુતભારનો સંગ્રહ કરતું સાધન છે. જે dc ના ભાગને બ્લૉક કરે છે અને ac ને વહન પામવા દે છે.

વ્યવહારમાં વપરાતાં જુદા-જુદા ડાઇઇલેક્ટ્રીકવાળા કેપેસીટરના ઘણા પ્રકાર છે.

(1) હવાના માધ્યમવાળા કેપેસીટર (ચલિત ગેન્ગ કેપેસીટર)

(ii) માઇકા કેપેસીટર(નાના કેપેસીટન્સવાળા)

(iii) સિરામિક કેપેસીટર (ખૂબ નાનું કેપેસીટન્સ)

(iv) પેપર (કાગળ) કેપેસીટર (નાનું કેપેસીટન્સ)

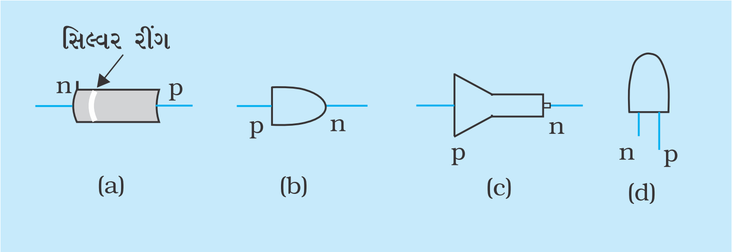
(v) પ્લાસ્ટિક કેપેસીટર

(vi) વિદ્યુતવિભાજ્ય (Electrolytic) કેપેસીટર (મધ્યમ કેપેસીટન્સ)

(vii) તેલ (oil) ભરેલા કેપેસીટર (ઊંચું કેપેસીટન્સ)

(3) ડાયોડ

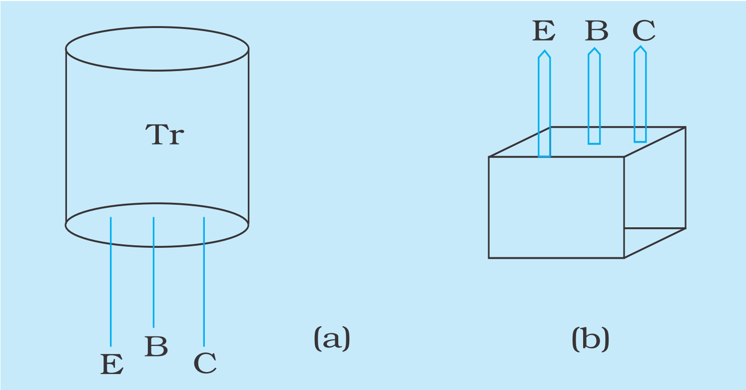
કેટલાક સેમિકન્ડક્ટર (અર્ધવાહક) જંકશન ડાયોડમાં તેના એક છેડે સિલ્વર રિંગ હોય છે. ડાયોડની આ બાજુ n–વિભાગ અને બીજી બાજુ p–વિભાગ છે. (આકૃતિ A 8.3 (a)). કેટલાક ડાયોડમાં, ડાયોડની સંજ્ઞા ડાયોડની સપાટી ઉપર દોરેલ હોય છે. તીરની નિશાની પ્રવાહના વહનની દિશા દર્શાવે છે. જે બાજુએથી તીર ચાલુ થાય છે તે p–વિભાગ અને જ્યાં તીર પૂર્ણ થાય છે તે n–વિભાગ છે. (આકૃતિ A 8.3 (b)). કેટલાક ડાયોડ ગોળી આકારના હોય છે, જેમાં સપાટ બાજુ p-વિભાગ અને નળાકાર બાજુ n–વિભાગ છે. (આકૃતિ A 8.3 (c)) LED (Light Eitting Diode) ના કિસ્સામાં નાની પિન n-વિભાગ જ્યારે લાંબી પિન p–વિભાગ છે. (આકૃતિ A 8.3 (d))



આકૃતિ A 8.3 : કેટલાક ડાયોડના આકારો

(4) ટ્રાન્ઝિસ્ટરો

આ પ્રવૃત્તિમાં n–p–n અને p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટરને અલગ કરવાની પદ્ધતિ આપી છે. ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો આપેલ પિન ડાયાગ્રામ જાણીતો છે. જો પિન ડાયાગ્રામ જ્ઞાત ન હોય તોપણ ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો પ્રકાર (n–p–n અથવા p–n–p) નક્કી કરી શકાય છે. આપેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટરના જુદા-જુદા છેડાઓ વચ્ચેના અવરોધનાં મૂલ્યો માપીને તે કરી શકાય છે. (આકૃતિ A 8.4 (a) અને (b)). કોષ્ટક A 9.5 (p – 181) n–p–n અને p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટરના અવરોધોનાં મૂલ્યોની પ્રકૃતિનો સારાંશ દર્શાવે છે.



આકૃતિ A 8.3 : જુદા-જુદા ટ્રાન્ઝિસ્ટર છેડાઓ

પ્રવૃત્તિ 9

હેતુ

મલ્ટિમીટરની મદદથી-

(A) ડાયોડ કાર્યરત અવસ્થામાં છે કે નહિ તે ચકાસવું અને ડાયોડના એકદિશ પ્રવાહના વહનને ચકાસવું. (B) ટ્રાન્ઝિસ્ટરના ઍમિટર, બેઝ અને કલેક્ટરને ઓળખવા. (C) p - n - p અને n - p - n ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ભેદ પારખવો અને ટ્રાન્ઝિસ્ટર કાર્યરત છે કે નહિ તે ચકાસવું.

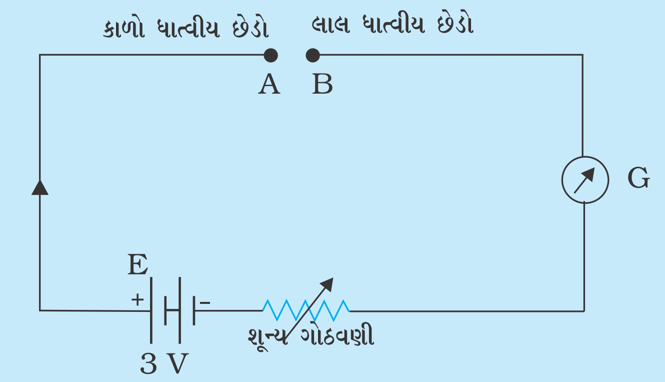
જરૂરી સાધન-સામગ્રી

મલ્ટિમીટર, ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર (જેનો બેઝ ડાયાગ્રામ જ્ઞાત હોય), પ્લગ કળ, બૅટરી, અવરોધપેટી, જોડાણ માટેના તાર, કાચપેપર

સિદ્ધાંત

અવરોધના મૉડમાં વાપરેલું એનાલોગ મલ્ટિમીટર

આ પસંદગીમાં પરિપથમાં બૅટરી અને અવરોધ આવે છે. નીચે આપેલા પરિપથની આકૃતિ (આકૃતિ A 9.1) મુખ્ય પરિપથના ઘટકો દર્શાવે છે. 3Vની બૅટરી (જે મલ્ટિમીટરમાં આપેલ છે.), એક નિશ્ચિત અવરોધ, રીઓસ્ટેટ અને ગૅલ્વેનોમીટર G. લાલ અને કાળા ધાત્વીય છેડાઓ નિશ્ચિત અવરોધના છેડાઓ B અને A સાથે અનુક્રમે જોડેલા છે.



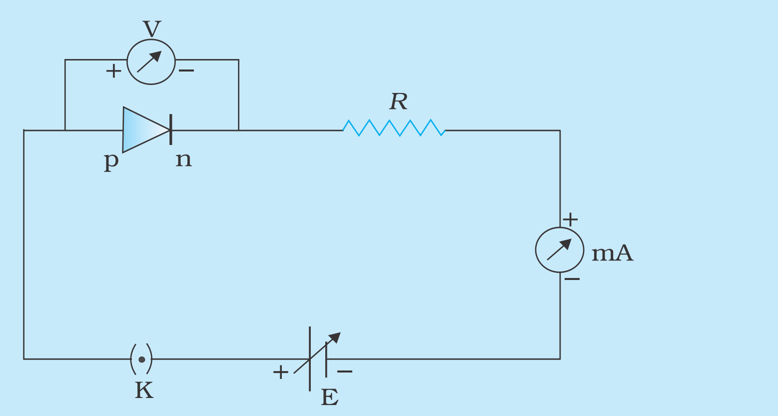
આકૃતિ A 9.1 **અવરોધના તબક્કામાં મલ્ટિમીટર**

આવર્તનને પૂર્ણ આવર્તન મૉડ પર ગોઠવેલ છે. રીઓસ્ટેટની મદદથી (શૂન્ય ગોઠવણી) લાલ અને કાળા ધાત્વીય છેડાઓને જોડો. કોઈ અવરોધ કે જેનું પરીક્ષણ/માપન કરવાનું છે અથવા માપવાનો છે તેને A અને Bની વચ્ચે મૂકવામાં આવે છે. પ્રવાહના લીધે મળતું આવર્તન અવરોધનું વાચન થઈ શક તે રીતે અંકિત હોય છે. તમે જોશો કે કાળો ધાત્વીય છેડો ધન સાથે અને લાલને આંતરિક 3Vની બૅટરીના ઋણ છેડા સાથે જોડવામાં આવેલ છે. અવરોધનાં મૂલ્યો માપતી વખતે તેઓ A

અને B સાથે કેવી રીતે જોડયા છે તે વાતનું મહત્ત્વ નથી. હા, આનું મહત્ત્વ ત્યારે છે જ્યારે બૅટરી ડાયોડ અથવા ટ્રાન્ઝિસ્ટરના જંક્શનને બાયસ પૂરું પાડતી હોય.

(A) ડાયોડ કાર્યરત અવસ્થામાં છે કે નહિ તે ચકાસવું અને તેમાંથી વહેતા એકદિશ વિદ્યુતપ્રવાહના વહનને ચકાસવું.

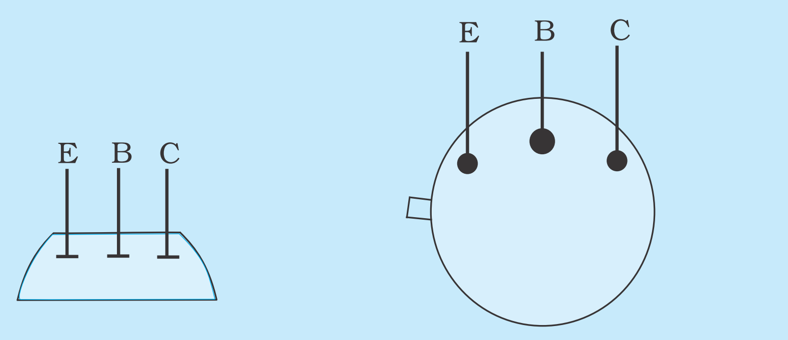
સેમિકન્ડક્ટર જંક્શન ડાયોડ જ્યારે ફોરવર્ડ બાયસમાં જોડાય છે, ત્યારે અવરોધ ઓછો હોય છે. જ્યારે તે રિવર્સ બાયસમાં જોડાય છે ત્યારે અવરોધ વધારે હોય છે. આથી, ફોરવર્ડ અને રિવર્સ બાયસનાં અવરોધોના માપનથી જંક્શન ડાયોડનું કાર્ય, તપાસી શકાય છે. જંક્શન ડાયોડનું કાર્ય આકૃતિ A 9.2માં દર્શાવેલા પરિપથમાં પ્રવાહના એકદિશ વહનને ચકાસીને પણ તપાસી શકાય છે. ડાયોડની યોગ્ય કાર્યરત અવસ્થામાં, ફૉરવર્ડ બાયસ સ્થિતિમાં નોંધપાત્ર વિદ્યુતપ્રવાહ (થોડાક mAના ક્રમનો) વહન પામશે. જો બાયસના ધ્રુવત્વને ઊલટાવીએ (એટલે કે ડાયોડને રિવર્સ બાયસ સ્થિતિમાં લાવીએ), તો અવગણ્ય પ્રવાહ (થોડાક mAના ક્રમનો) વહન પામશે.



આકૃતિ A 9.2 સેમિકન્ડક્ટર જંક્શન ડાયોડ ફોરવર્ડ બાયસમાં

(B) ટ્રાન્ઝિસ્ટરના ઍમિટર, બેઝ અને કલેક્ટરની ઓળખ

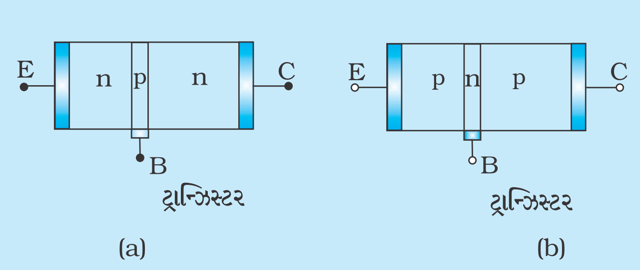
સામાન્ય રીતે, દરેક ટ્રાન્ઝિસ્ટરને સરખા પરિમાણની ત્રણ પિનો હોય છે. કેટલાક ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં ટપકું (dot) અથવા નિશાન, કોઈ એક પિનની નજીક કરેલ હોય છે. આ પિન ઍમિટર છે. પિન ડાયાગ્રામની મદદથી ટ્રાન્ઝિસ્ટરના ઍમિટર (E), બેઝ (B) અને કલેક્ટર (C)ને ઓળખી શકાય છે. આકૃતિ A 9.3 લાક્ષણિક ધાતુની ટોપવાળા (Metal Capped) નળાકારીય ટ્રાન્ઝિસ્ટર દર્શાવે છે. જે ઉપર તરફ પિનો દર્શાવીને દોરી શકાય. વાસ્તવમાં ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો કોઈ સાર્વત્રિક પિન ડાયાગ્રામ નથી.



આકૃતિ A 9.3 લાક્ષણિક ધાતુની કેપ (ટોપ) વાળા નળાકારીય ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો બેઝ ડાયાગ્રામ. નોંધો કે પિનના જોડાણો જુદા-જુદા ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે જુદા-જુદા હોઈ શકે છે. ઉત્પાદક દ્વારા આપવામાં આવેલ ડેટાપત્રક જોવું વધારે સલાહનીય છે

આપેલાં ટ્રાન્ઝિસ્ટર (જેના કોડ નંબરો AC 127, BC 548, 2N 3055 HL, 100 વગેરે)ના પિન ડાયાગ્રામ ટ્રાન્ઝિસ્ટરના મેન્યુઅલ (વિગત-પત્રક)માંથી શોધી શકાય છે.

(C) n–p–n અને p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટરને અલગ તારવવા અને આપેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટર (n–p–n કે p–n–p) કાર્યરત સ્થિતિમાં છે કે નહિ તે ચકાસવું



આકૃતિ A 9.4 (a) n–p–n અને (b) p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટરોનું રેખાકૃતિ નિરૂપણ

n–p–n ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં બેઝ B p–પ્રકારના દ્રવ્યનો જ્યારે ઍમિટર E અને કલેક્ટર C n–પ્રકારનાં દ્રવ્યોનો હોય છે. (આકૃતિ A 9.4 a) આમ, બેઝ B અને ઍમિટર E (અથવા કલેક્ટર C) વચ્ચે ફોરવર્ડમાં અવરોધ ઓછા મૂલ્યનો છે. p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટર (આકૃતિ A 9.4 b)ના કિસ્સામાં (જેના ઍમિટર E, બેઝ B અને કલેક્ટર C અનુક્રમે p–, n–, અને p– પ્રકારનાં દ્રવ્યોના છે.) ઍમિટર અને બેઝ વચ્ચેમાં ફોરવર્ડ અવરોધ ઓછો હોય છે.

ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કાર્યરત અવસ્થામાં બેઝ - ઍમિટર અને બેઝ - કલેક્ટર વચ્ચેના અવરોધ માપવામાં આવે છે. પરિણામનાં અવરોધ-મૂલ્યો કોષ્ટક A 9.1માં દર્શાવ્યાં છે.

કોષ્ટક A 9.1 n-p-n અને p-n-p ટ્રાન્ઝિસ્ટરના જુદા-જુદા છેડાઓ વચ્ચેનાં અવરોધ-મૂલ્યો

ક્રમ	ટ્રાન્ઝિસ્ટરના કોઈ પણ એક છેડાને (B, C કે E) મલ્ટિમીટરના ઋણ (કાળા) ધાત્વીય છેડા સાથે જોડ્યોછે	ટ્રાન્ઝિસ્ટરના (અન્ય) છેડાને મલ્ટિમીટરના ધન (લાલ) ધાત્વીય છેડા સાથે જોડ્યો છે	બાયસ	અવરોધ
A. n–p–n ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે				
(1)	E	B	ફોરવર્ડ	નાનો
(2)	C	B	ફોરવર્ડ	નાનો
(3)	B	C	રિવર્સ	ખૂબ મોટો
(4)	B	E	રિવર્સ	ખૂબ મોટો
B. p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે				
(1)	B	E	ફોરવર્ડ	નાનો
(2)	B	C	ફોરવર્ડ	નાનો
(3)	E	B	રિવર્સ	ખૂબ મોટો
(4)	C	B	રિવર્સ	ખૂબ મોટો

કોષ્ટક A 9.1માં દર્શાવેલાં પરિણામોમાં કોઈ પણ પ્રકારનું વિચલન દર્શાવે છે કે, ટ્રાન્ઝિસ્ટર કાર્યરત અવસ્થામાં નથી. દા.ત., p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં ટર્મિનલ E (જ્યારે મલ્ટિમીટરના ઋણ ધાત્વીય છેડા સાથે જોડેલ હોય.) અને ટર્મિનલ B (જ્યારે મલ્ટિમીટરના ધન ધાત્વીય છેડા સાથે જોડેલ હોય) વચ્ચેના અવરોધનું નાનું મૂલ્ય દર્શાવે છે કે ડાયોડનાં ટર્મિનલ E અને B શોર્ટ-સર્કિટ થયેલા છે. કાર્યકારી ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે રિવર્સ બાયસમાં ઘણો મોટો અવરોધ હોવો જોઈએ.

પદ્ધતિ

(1) જો ડાયોડ, ટ્રાન્ઝિસ્ટર અને જોડાણ માટેના તાર લાંબા સમયથી વપરાયા ન હોય, તો તેમની સપાટી પર અવાહક સ્તર લાગી ગયા હોય છે. તેથી તેના છેડાઓને કાચ પેપર વડે ચળકે નહિ ત્યાં સુધી સાફ કરવા.

(A) ડાયોડની કાર્યરત અવસ્થા અને ડાયોડમાંથી વહેતો એકદિશ પ્રવાહ.

(2) મલ્ટિમીટરને અવરોધ માપક મોડમાં ગોઠવો.

(3) ડાયોડના ટર્મિનલ-1ને મલ્ટિમીટરના ધન ધાત્વીય છેડા સાથે ટર્મિનલ-2 ને મલ્ટિમીટરના ઋણ ધાત્વીય છેડા સાથે જોડો. ડાયોડનો અવરોધ માપો. ડાયોડનાં જોડાણોને ઊંધા (રિવર્સ) કરી ફરીથી ડાયોડનો અવરોધ માપો. તમારાં અવલોકનો કોષ્ટક A 9.2માં નોંધો તથા આપેલ ડાયોડ કાર્યરત છે કે નહિ તે પણ ચકાસો.

નોંધ : ડાયોડનાં અવરોધનું ઓછું મૂલ્ય (કેટલાક Ω થી kΩની અવધિમાં) દર્શાવે છે કે ડાયોડ ફોરવર્ડ બાયસ જોડાણમાં છે. જ્યારે અવરોધનું ખૂબ ઊંચું મૂલ્ય (MΩના ક્રમનું) દર્શાવે છે કે ડાયોડ રિવર્સ બાયસ જોડાણમાં છે.

જો બંને અવરોધોનાં મૂલ્યો, એટલે કે રિવર્સ અને ફોરવર્ડ દિશાના જો ઓછાં મૂલ્યોના હોય તો તેનો મતલબ ડાયોડ શોર્ટ-સર્કિટમાં છે. બીજી તરફ, જો બંને અવરોધોનાં મૂલ્યો ખૂબ ઊંચાં હોય તો ડાયોડ જંક્શન અસતત અને ખુલ્લાં હોઈ શકે તેમ વિચારી શકાય. આમ, બંને પરિસ્થિતિમાં કહી શકાય કે ડાયોડ કાર્યરત અવસ્થામાં નથી.

(4) અવલોકનો પરથી આપેલ ડાયોડના p અને n છેડાઓને ઓળખો.

(5) આકૃતિ A 9.2માં દર્શાવ્યા મુજબ, ડાયોડને વિદ્યુતકોષ અને અવરોધપેટી સાથે શ્રેણી-પરિપથમાં (કળ ON કર્યા વગર) જોડો. મલ્ટિમીટરને પ્રવાહ માપક મોડમાં યોગ્ય અવધિ સાથે ગોઠવો. (mA- ઊંચા પ્રવાહની અવધિ (રેન્જ)થી શરૂ કરો.)

(6) પસંદ કરેલી પ્રવાહની રેન્જમાં (મલ્ટિમીટરમાં) યોગ્ય અવરોધ R અવરોધપેટીમાંથી કાઢો. કળને ON કરો અને પરિપથમાંથી વહેતો પ્રવાહ માપો. તમારાં અવલોકનોને કોષ્ટક A 9.3માં નોંધો.

(7) પદ 6ને પરિપથમાં અવરોધ R ના બીજા જુદાં જુદાં મૂલ્યો માટે પુનરાવર્તન કરો.

(8) ડાયોડનું ધ્રુવત્વ બદલો. (હવે ડાયોડ રિવર્સ બાયસમાં છે) અને પદ 6 અને 7ને પુનરાવર્તિત કરો.

(B) અને (C) n–p–n અને p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટરને ઓળખવા અને આપેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટર (p–n–p અથવા n–p–n) કાર્યરત અવસ્થામાં છે કે નહિ તે ચકાસવું

(9) ટ્રાન્ઝિસ્ટરની કોઈ એક પિન પાસે કરેલાં ટપકાં અથવા નિશાનના અવલોકન પરથી ઍમિટર E, બેઝ B અને કલેક્ટર C ઓળખવા. ટ્રાન્ઝિસ્ટરની રેખાકૃતિ (Schematic diagram) અને બેઝ ડાયાગ્રામ તમારી નોટબુકમાં દોરો.

(10) અવરોધ માપક મોડમાં મલ્ટિમીટરને ગોઠવો.

(11) મલ્ટિમીટરનાં ધન (લાલ) ધાત્વીય છેડાને બેઝ સાથે અને ઋણ (કાળા) ધાત્વીય છેડાને ઍમિટર સાથે જોડો અને અવરોધ માપો. કોષ્ટક A 9.4માં અવલોકન નોંધો.

(12) મલ્ટિમીટરનાં જોડાણોને ઊલટાવી અને ફરીથી ટ્રાન્ઝિસ્ટરના બેઝ B અને ઍમિટર E (અથવા કલેક્ટર C) વચ્ચેનો અવરોધ માપો.

(13) કોષ્ટક A 9.4 પરથી તપાસો કે ટ્રાન્ઝિસ્ટર કાર્યરત અવસ્થામાં છે કે નહિ.

(14) કાર્યરત અવસ્થામાં રહેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે કોષ્ટક A 9.1માં આપેલી માહિતીઓનો ઉપયોગ કરી, આપેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટરની પ્રકૃતિ જણાવો. (n–p–n કે p–n–p)

અવલોકનો

કોષ્ટક A 9.2 : ડાયોડના અવરોધનું માપન

ક્રમ	મલ્ટિમીટરના ધન ધાત્વીય છેડા સાથે જોડેલા ડાયોડના છેડાઓ	મલ્ટિમીટરના ઋણ ધાત્વીય છેડા સાથે જોડેલા ડાયોડના છેડાઓ	અવરોધ (Ω)
1	1	2	
2	2	1	

કોષ્ટક A 9.3 : ડાયોડમાંથી વહેતો એકદિશ પ્રવાહ

(a) જ્યારે ડાયોડ ફોરવર્ડ બાયસ જોડાણમાં હોય

ક્રમ	અવરોધ (Ω)	પ્રવાહ (mA)
1		
2		

(b) જ્યારે ડાયોડ રિવર્સ બાયસ જોડાણમાં હોય

ક્રમ	અવરોધ (Ω)	પ્રવાહ (mA)
1		
2		
3		

3. કોષ્ટક A 9.4 : ટ્રાન્ઝિસ્ટરના જુદા-જુદા છેડાઓ વચ્ચેના અવરોધનાં મૂલ્યો

ક્રમ	મલ્ટિમીટરના ધન ધાત્વીય છેડા સાથે જોડેલા ડાયોડના છેડાઓ	મલ્ટિમીટરના ઋણ ધાત્વીય છેડા સાથે જોડેલા ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ટર્મિનલ છેડો	અવરોધ (Ω)
1	B	E	
2	B	C	
3	E	B	
4	C	B	

પરિણામ

(1) આપેલ ડાયોડના p– અને n– બાજુઓ (વિભાગો)ને કોષ્ટક A 9.2 પરથી ઓળખી શકાય.

(2) આપેલ ડાયોડ કાર્યરત અવસ્થામાં છે / નથી. (કોષ્ટક A 9.2 અને A 9.3 પરથી)

(3) ડાયોડમાંથી વહેતો એકદિશ પ્રવાહ જણાય / ના જણાય. (કોષ્ટક A 9.3 પરથી)

(4) ટ્રાન્ઝિસ્ટરના ત્રણેય છેડાઓની ઓળખ અને પિન ડાયાગ્રામ આકૃતિ A 9.3માં દર્શાવ્યો છે.

(5) આપેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટર n–p–n / p–n–p છે. (કોષ્ટક A 9.4 પરથી)

(6) આપેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટર કાર્યરત અવસ્થામાં છે / નથી. (કોષ્ટક A 9.4 પરથી)

સાવચેતીઓ

(1) કોઈ પણ ઘટકનો અવરોધ મેળવતી વખતે તેના છેડાઓને યોગ્ય રીતે સાફ કરવા જોઈએ.

(2) માપનના જુદાં-જુદાં મોડમાં મલ્ટિમીટરની સિલેક્ટર સ્વિચ (પસંદગી કળ) કાળજીપૂર્વક વાપરવી જોઈએ.

ત્રુટિનાં ઉદ્ગમો

(1) જ્યારે મલ્ટિમીટરના ધાત્વીય છેડાઓને સ્પર્શ કરાવવામાં આવે ત્યારે, મલ્ટિમીટર શૂન્ય અવરોધ દર્શાવવુ જોઈએ. જો તેમ ના થાય તો પૉઇન્ટરને શૂન્ય પર (Zero Adj knobની મદદથી) લાવો. જો આમ નહિ કરો તો માપેલા અવરોધનાં મૂલ્યો વિશ્વસનીય નહિ હોય.

(2) ઘટકના અવરોધની ચકાસણીમાં, મલ્ટિમીટરના ધાત્વીય છેડાઓને સ્પર્શ થાય નહિ તે ધ્યાન રાખો. શરીરનો અવરોધ, ઘટકના અવરોધ સાથે સમાંતરમાં જોડાય તો અવરોધના માપન પર તેની અસર થઈ શકે.

ચર્ચા

(1) ટ્રાન્ઝિસ્ટરમાં, બેઝ વિભાગ અને ઍમિટર વિભાગને જોડતા જંક્શનને બેઝ-ઍમિટર જંક્શન કહે છે. બેઝ વિભાગ અને કલેક્ટર વિભાગને જોડતા જંક્શનને બેઝ-કલેક્ટર જંક્શન કહે છે.

(2) જ્યારે મલ્ટિમીટર પ્રવાહ માપક મોડમાં હોય, ત્યારે જુદાં-જુદાં મૂલ્યના શંટ અવરોધ કૉઇલ સાથે સમાંતરમાં મૂકવામાં આવે છે. વોલ્ટેજ માપક મોડમાં જુદાં-જુદાં મૂલ્યના અવરોધ પરિપથમાં કૉઇલ સાથે શ્રેણી જોડાણમાં આવે છે. જ્યારે તમે મલ્ટિમીટરની સ્વિચને અવરોધ માપન માટે પસંદ કરો છો ત્યારે પરિપથમાં, જુદાં-જુદાં અવરોધ મલ્ટિમીટરના વિદ્યુતકોષ સાથે શ્રેણીમાં જોડાય છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) જ્યારે પિન ડાયાગ્રામ ઉપલબ્ધ ના હોય ત્યારે ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો બેઝ શોધવો. તમે આ માટે કોષ્ટક A 9.5નો ઉપયોગ કરી શકો છો. કોષ્ટક A 9.5માં આપેલાં પરિણામોનો ઉપયોગ કરી આપેલ ટ્રાન્ઝિસ્ટર n–p–n કે p–n–p પ્રકારનો છે તે નક્કી કરવું.

કોષ્ટક A 9.5 :જુદાં-જુદાં ટ્રાન્ઝિસ્ટરના છેડા વચ્ચે અવરોધની કિંમત
(જ્યારે પિન આકૃતિ અજ્ઞાત હોય ત્યારે.)

(નોંધ : અહિં ટ્રાન્ઝીસ્ટરના છેડા 2 ને બેઝપિન ધારીએ છીએ)

અનુક્રમ	મલ્ટિમીટરના ધન છેડા સાથે જોડેલો ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો છેડો	મલ્ટિમીટરના ઋણ છેડા સાથે જોડલો ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો છેડો	અવરોધની પ્રકૃતિ
[A]	**n–p–n ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે**		
1	1	2	ખૂબ જ વધુ
2	1	3	ખૂબ જ વધુ
3	2	1	ઓછો
4	2	3	ઓછો
5	3	1	ખૂબ જ વધુ
6	3	2	ખૂબ જ વધુ
[B]	**p–n–p ટ્રાન્ઝિસ્ટર માટે**		
1	1	2	ઓછો
2	2	1	ખૂબ જ વધુ
3	1	3	ખૂબ જ વધુ
4	3	1	ખૂબ જ વધુ
5	2	3	ખૂબ જ વધુ
6	3	2	ઓછો

પ્રવૃત્તિ 10

હેતુ

કાચના સ્લેબ પર ત્રાંસા આપાત થતા પ્રકાશના કિરણપુંજનું વક્રીભવન અને પાર્શ્વિક (રેખીય, Lateral) વિચલનનું અવલોકન કરવું.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

ચિત્રકામનું પાટિયું, કાચનું લંબઘન ચોસલું, સફેદ કાગળ, સેલોટેપ, ડ્રૉઇંગપિન, મીટરપટ્ટી, ટાંકણી, કોણમાપક, અણી કાઢેલી પેન્સિલ અને ભૂંસવા માટેનું રબર

સિદ્ધાંત

જ્યારે કાચના લંબઘન ચોસલા પર પ્રકાશકિરણ આપાત થાય, તે કિરણ વક્રીભૂત થઈ ચોસલામાંથી, આપાત કિરણને સમાંતર નિર્ગમન પામે છે. નિર્ગમન પામતું કિરણ ફક્ત પાર્શ્વિક સ્થાનાંતર પામે છે. આપેલ આપાતકોણ અને માધ્યમની જોડી માટે, આ સ્થાનાંતર ચોસલાની જાડાઈના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

પદ્ધતિ

(1) સેલોટેપ અથવા ડ્રૉઇંગપિનની મદદથી ચિત્રકામના પાટિયા પર સફેદ કાગળ ચોંટાડો.

(2) લંબાઈમાં સંમિતતા જળવાય તે રીતે કાચના ચોસલાને કાગળની મધ્યમાં મૂકો. તેની સીમાઓ ABCD અણીદાર પેન્સિલ વડે દોરો. (આકૃતિ A 10.1).

(3) બિંદુ F પર સપાટી ABને લંબ દોરો. લંબ સાથે આપાતકોણ i બનાવતી આપાત કિરણ દર્શાવતી રેખા EF દોરો.

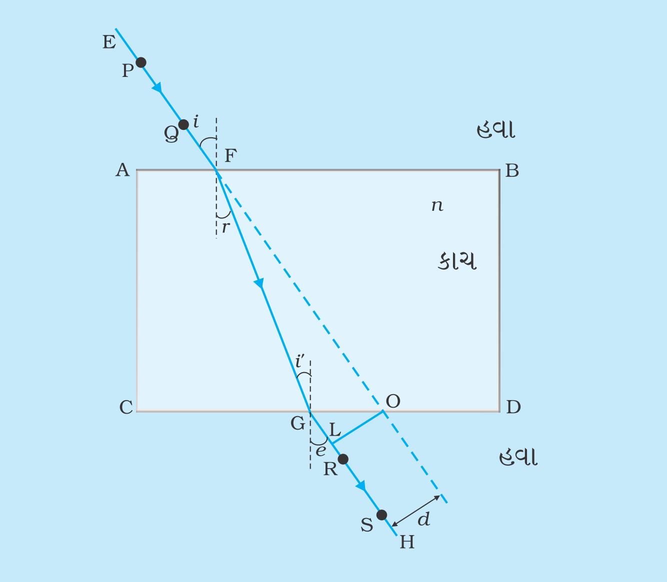
(4) એકબીજાથી 8 cm થી 10 cm દૂર બે ટાંકણીઓ P અને Q રેખા EF પર ઊર્ધ્વ રહે તે રીતે લગાડો.

(5) કાચના ચોસલાની બીજી બાજુએ ટાંકણી P અને Qના પ્રતિબિંબને જુઓ. તેમની લાઇનમાં ટાંકણીઓ R અને S એ રીતે લગાવો જેથી R અને S ની ટોચ P અને Q ના પ્રતિબિંબની

ટોચ સાથે એક રેખસ્થ રહે. ધ્યાન રહે કે ચારેય પિનની ટોચ એક જ રેખામાં દેખાય.

(6) હવે ચોસલું હટાવી પિન વડે પડેલા કાણાં જોડી પેન્સિલથી સુરેખ રેખા GH દોરો. આ રેખા નિર્ગમન કિરણ દર્શાવે છે. તે R અને S વડે માર્ક કરેલાં બિંદુઓમાંથી પસાર થઈ, ચોસલાની CD બાજુ પર બિંદુ G પર મળે છે.

(7) રેખા FG દોરી વક્રીભૂત કિરણ દર્શાવો. CD બાજુ પર G બિંદુએ CDને લંબ દોરો. GH રેખા લંબ સાથે નિર્ગમનકોણ e બનાવે છે. હવે કોણમાપકની મદદથી આપાતકોણ i અને નિર્ગમનકોણ e નું મૂલ્ય માપો. તેમની કિંમતો સફેદ કાગળ પર લખો. $\angle i$ અને $\angle e$ વચ્ચે તમને કોઈ સંબંધ મળે છે ?



આકૃતિ A 10.1 કાચના લંબચોરસ ચોસલામાં વક્રીભવન

(8) રેખા EFને આગળ લંબાવો કે જેથી તે ચોસલાની CD બાજુને બિંદુ O પર મળે. GH રેખા પર લંબ OL દોરો.

(9) નિર્ગમન કિરણ GH એ રેખા EF ની મૂળ દિશાને સમાંતર છે કે નહિ તે ચકાસો. તે લંબ અંતર OL જેટલું પાર્શ્વિક (લેટરલ) વિચલન પામેલી છે. પાર્શ્વિક વિચલન OL=d અને કાચના ચોસલાની જાડાઈ માપો.

(10) આપાતકોણ બદલીને આગળના પદ 2 થી 9નું પુનરાવર્તન કરો.

(11) જુદી-જુદી જાડાઈવાળા કાચના ચોસલા વાપરી પદ 2 થી 10 નું પુનરાવર્તન કરો. દરેક વખતે પાર્શ્વિક વિચલન અને ચોસલાની જાડાઈનું માપ લો. દરેક વખતે $\angle$i અને $\angle$e નું માપ પણ સફેદ કાગળ પર લખો.

(12) અવલોકનોને યોગ્ય એકમો સાથે કોષ્ટકમાં નોંધો. આ અવલોકનો પરથી તમે શું તારણ કાઢશો?

અવલોકનો

કોણમાપકનું લઘુત્તમ માપ = ... (અંશ)

મીટર પટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ = ... mm = ... cm

કોષ્ટક A 10.1: આપાતકોણ *i* નિર્ગમનકોણ *e* અને પાર્શ્વિક વિચલન *d*ની માપણી

અનુક્રમ	કાચના ચોસલાની જાડાઈ *t* 10^{-2} m	આપાતકોણ *(i)*		નિર્ગમનકોણ *(e)*		પાર્શ્વિક વિચલન *d* 10^{-2} m
		અંશ	રેડિયન	અંશ	રેડિયન	
1	t_1					
2	t_1					
--	--					
5	t_1					
6	t_2					
--	--					
10	t_2					
11	t_3					
--	--					

પરિણામ

(1) કાચના ચોસલામાંથી નિર્ગમન પામતું કિરણ આપાત કિરણની દિશાને સમાંતર હોય છે પણ પાર્શ્વિક રીતે વિચલિત હોય છે.

(2) આપાત કિરણની સાપેક્ષમાં નિર્ગમન કિરણનું પાર્શ્વિક વિચલન કાચના ચોસલાની જાડાઈના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

ચર્ચા

(1) આપાતકોણ *i*, નિર્ગમનકોણ *e* અને પાર્શ્વિક વિચલન *d*ની માપણીમાં ચોકસાઈ વાપરેલી પિન કેટલી અણીદાર છે અને કેટલા ધ્યાનથી તમે પિનની ટોચને એક જ સીધી રેખામાં અવલોકન કરો છો તેની પર આધારિત છે. પિનની ટોચનાં અવલોકનમાં, પિન વડે કાણાને માર્ક કરવામાં, અણીદાર પેન્સિલ વડે આપાત, વક્રીભૂત અને નિર્ગમન કિરણને દોરવામાં તથા કોણમાપક વડે આપાતકોણ *i* અને નિર્ગમનકોણ *e* ચોકસાઈથી માપવામાં વિશેષ ધ્યાન રાખવું.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) કોષ્ટક 10.1નું પરીક્ષણ કરો. $\angle i$ અને $\angle e$ વચ્ચે અને t અને d વચ્ચેના સંબંધનું અર્થઘટન કરો.

(2) કોષ્ટક 10.1માંથી મૂલ્યો લઈ અચળ આપાતકોણ માટે લેટરલ સ્થાનાંતર d ને Y-અક્ષ પર અને કાચના ચોસલાની જાડાઈ t ને X-અક્ષ પર લઈ આલેખ દોરો. તમે મેળવેલા આલેખનો આકાર ઓળખો અને તેનું અર્થઘટન કરો.

સુચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) કાચના ચોસલાને લંબાઈને અનુરૂપ, પહોળાઈને અનુરૂપ અને જાડાઈને અનુરૂપ મુકીને મેળવેલા અવલોકનો પરથી ચોસલાના પદાર્થ (કાચ)નો વક્રીભવનાંક (refractive index) શોધો. તમને મળેલાં પરિણામની ચર્ચા કરો.

Hint : $\left(\dfrac{\sin i}{\sin r}\right) = n$ (પદાર્થનો વક્રીભવનાંક) સુત્રનો ઉપયોગ કરો.

(2) ઉપરના અવલોકનોના દરેક કિસ્સામાં કોણ i' માપો. ગુણોત્તર $\left(\dfrac{\sin i'}{\sin e}\right) = n'$ ની ગણતરી કરો. $\angle r$ અને $\angle i'$ વચ્ચે અને $\angle i$ અને $\angle e$ વચ્ચે શું સંબંધ છે ? ગુણોત્તર n' ને $\left(\dfrac{\sin i}{\sin r}\right) = n$ સાથે સરખાવો.

યાદ રહે કે FG એ CD બાજુ પર આપાત કિરણ અને GH એ વક્રીભૂત કિરણ છે. n અને n' વચ્ચેના સંબંધની ચર્ચા કરો.

પ્રવૃત્તિ 11

હેતુ

બે પોલરોઇડની મદદથી પ્રકાશના ધ્રુવીભવન (Polarisation)નું અવલોકન કરવું.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

બે પોલરોઇડ તકતીઓ, પ્રકાશનું ઉદ્‌ગમ સ્થાન / સૂર્યપ્રકાશ, પૂઠું, કાતર, સફેદ કાગળ, ગુંદર

પદો અને વ્યાખ્યાઓ

પ્રકાશના તરંગમાં પરસ્પર લંબ એવા ચલ વિદ્યુતક્ષેત્ર સદિશ **E** અને ચુંબકીયક્ષેત્ર સદિશ **B** હોય છે. આ બંને સદિશ પ્રસરણની દિશાને પણ લંબ હોય છે.

(i) *અધ્રુવીભુત પ્રકાશ :* સદિશો કોઈ એક જ દિશા પૂરતા મર્યાદિત નથી પણ તેઓ પ્રસરણની દિશાને લંબ બધી દિશામાં અસ્તવ્યસ્ત રીતે ગોઠવાયેલા હોય છે.

(ii) *તલ અથવા રેખીય ધ્રુવીભુત પ્રકાશ :* જો **E** ક્ષેત્ર સદિશ પ્રસરણ દિશાને લંબ સમતલમાં એક જ દિશામાં આવેલા હોય, તો તે પ્રકાશતરંગને તલ / રેખીય ધ્રુવીભુત કહી શકાય.

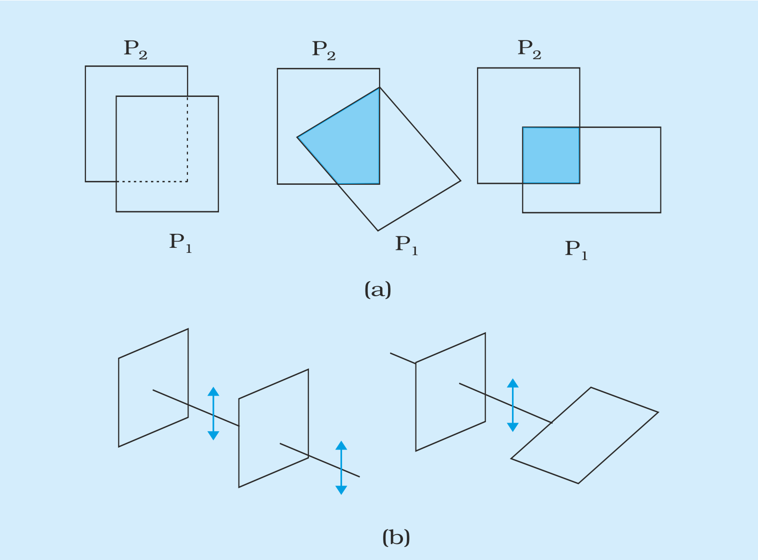
(iii) *પોલરોઇડ :* પોલરોઇડમાં કોઈ એક ચોક્કસ દિશામાં ગોઠવાયેલા અણુઓની લાંબી સાંકળ હોય છે. ગોઠવાયેલ અણુઓની દિશામાં આવેલા **E** સદિશો, (પ્રકાશ તરંગો સાથે સંકળાયેલા) શોષાઈ જાય છે એટલે કે જો કોઈ અધ્રુવીભુત પ્રકાશ આ પોલરોઇડ પર આપાત થાય, તો પ્રકાશનું રેખીય ધ્રુવીભવન થાય કે જેમાં **E** સદિશો ગોઠવાયેલા અણુઓની દિશાને લંબદિશામાં હોય. આ દિશાને પોલરોઇડની દગ્‌-અક્ષ (pass-axis) કહે છે.

સન ગ્લાસીસ, કેલક્યુલેટર અને ડિજિટલ ઘડીયાળમાં કૃત્રિમ પદાર્થોની બનેલી પ્લાસ્ટીકની તકતીઓ વપરાય છે.

(iv) *ધ્રુવક (polariser) અને વિશ્લેષક (Analyzer) :* જ્યારે બે પોલરોઇડમાંથી પસાર થતા પ્રકાશનો અભ્યાસ કરીએ, જેમ તેમના નિર્ગમનની અક્ષો વચ્ચેનો ખુણો 0° થી 90° બદલાય, તેમ નિર્ગમનની તીવ્રતા 1 થી 0 વચ્ચે બદલાય છે. આમાં ઉદ્‌ગમ પાસેના પહેલા પોલરોઇડને *ધ્રુવક* કહે છે અને બીજા પોલરોઈડને વિશ્લેષક કહે છે.

સિદ્ધાંત

કુદરતી પ્રકાશ એ પ્રસરણ દિશાને લંબ એવા કિરણપુંજ માંથી પસાર થતા બધા જ સંભવિત સમતલોમાં સ્થિત **E** સદિશો સાથે સંકળાયેલો છે. જો કે આ બધા સદિશોને પરસ્પર લંબ ઘટકોમાં વિભાજિત કરી શકાય. દરેક પોલરોઇડને એક એવી દગ્ અક્ષ હોય છે કે જ્યારે આ પોલરોઇડને કોઈ અધ્રુવીભુત પ્રકાશના માર્ગમાં લંબરૂપે મૂક્યો હોય તો **E** સદિશનો આ અક્ષને સમાંતર ઘટક તેમાંથી પસાર થાય છે અને નિર્ગમન પામેલો પ્રકાશતલ ધ્રુવીભુત પ્રકાશ હોય છે. આ બાબત બીજા પોલરોઇડની મદદથી ચકાસી શકાય છે. બીજો પોલરોઇડ પ્રથમ પોલરોઇડ પાસે અને કિરણપુંજના માર્ગમાં મૂકવામાં આવે છે. [આકૃતિ A 11.1] બીજા પોલરોઇડને પરિભ્રમણ આપતાં એક સ્થિતિ એવી આવે કે જ્યારે નિર્ગમન પ્રકાશ સંપૂર્ણપણે અદશ્ય થાય છે. જ્યારે બંને પોલરોઇડના અક્ષ પરસ્પર લંબ હોય ત્યારે જ આવી ઘટના બને છે. જ્યારે બંને પોલરોઇડના અક્ષ સમાંતર હોય ત્યારે નિર્ગમન પ્રકાશની તીવ્રતા મહત્તમ હોય છે. એટલે જ જ્યારે બંને પોલરોઇડને કિરણપુંજના માર્ગમાં પરિભ્રમણ કરાવવામાં આવે ત્યારે નિર્ગમિત પ્રકાશની આંશિક તીવ્રતા 0 થી 1 વચ્ચે મળે છે.



આકૃતિ A 11.1 : *(a) બે પોલરોઈડ P_1 અને P_2 માંથી પ્રકાશનું પસાર થવું.જ્યારે તેમના વચ્ચેનો ખૂણો 0° થી 90° બદલાય ત્યારે નિર્ગમન પ્રકાશની તીવ્રતા 1 થી 0 વચ્ચે બદલાય છે. નોંધનીય છે કે એક જ પોલરોઈડ P_1માં પસાર થતો પ્રકાશ ખૂણાના ફેરફાર સાથે બદલાતો નથી. (b) જ્યારે બે પોલરોઈડમાંથી પ્રકાશ પસાર થાય ત્યારે **E** સદિશોનું વર્તન નિર્ગમન પામતા ધ્રુવીભૂત પ્રકાશમાં પોલરોઈડના અક્ષને સમાંતર ઘટક છે.ડબલ બાજુના તીર એ **E** સદિશનાં દોલનો દર્શાવે છે.*

કાર્યપદ્ધતિ

(a) ખૂણાના માપન માટે વર્તુળાકાર માપપટ્ટી બનાવવી

(1) એક પૂઠું લો. તેના પર સફેદ કાગળ ચોંટાડો. તે સફેદ કાગળ પર 10 cm ત્રિજ્યા ધરાવતું વર્તુળ દોરો.

(2) આ વર્તુળને કાતર વડે કાપો.

(3) [આકૃતિ A 11.2]માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ વર્તુળ પર કોણીય વિભાગો દોરો.

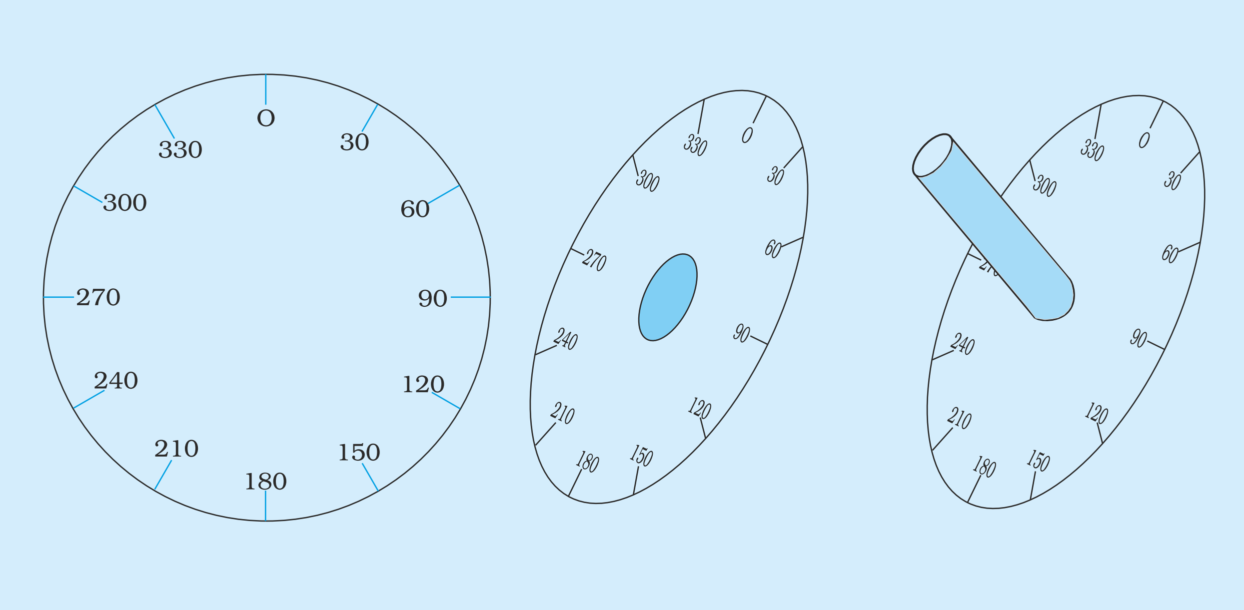
(4) વર્તુળના કેન્દ્ર પર એવી રીતે કાણું પાડો કે જેથી આપનો પોલરાઇઝર તેમાં બેસી જાય. આ કાણામાં પોલરોઇડ ગોઠવી દો. [આકૃતિ A 11.3]

(5) આવી જ માપપટ્ટી એનાલાઇઝર માટે પણ બનાવો.

(b) ધ્રુવીભવનનું અવલોકન કરવું

(1) પોલરોઇડ P_1 (જેને પોલરાઇઝર કહીશું) લો અને તેને તમારી આંખ સામે પકડી રાખો તથા કોઈ પણ ઉદ્‌ગમમાંથી આવતા પ્રકાશનું અવલોકન કરો.

(2) બીજો પોલરોઇડ P_2 (જેને એનાલાઇઝર કહીશું). લો અને તેને P_1 ઉપર મૂકો તથા આ સંયુક્ત તંત્રમાંથી આવતા પ્રકાશનું અવલોકન કરો.



આકૃતિ A 11.2 કોણીય વિભાગવાળું વર્તુળ

આકૃતિ A 11.3 કોણમાપન માટેની વર્તુળાકાર માપપટ્ટી

(3) એનાલાઇઝરને ગોળ ફેરવો કે જેથી નિર્ગમન પામતાં પ્રકાશની તીવ્રતા મહત્તમ મળે. માપપટ્ટી પરનાં અવલોકનો વચ્ચેનો તફાવત શોધો.

(4) હવે એનાલાઇઝરને પરિભ્રમણ કરાવો કે જેથી નિર્ગમિત પ્રકાશની તીવ્રતા શૂન્ય મળે. માપપટ્ટી પરનાં અવલોકનો વચ્ચેનો તફાવત નોંધો.

અવલોકનો

(1) મહત્તમ તીવ્રતા માટેના માપપટ્ટીનાં અવલોકનોનો તફાવત $a = \ldots^{0}$.

(2) લઘુત્તમ તીવ્રતા માટેના માપપટ્ટીનાં અવલોકનોનો તફાવત $b = \ldots^{0}$.

(3) મહત્તમ તીવ્રતાથી લઘુત્તમ તીવ્રતા સુધી એનાલાઇઝરનું પરિભ્રમણ $a - b$ = ... ^{0}.

પરિણામ

તીવ્રતાના મહત્તમથી લઘુત્તમના ફેરફારમાં આંતરેલો ખૂણો = ... ^{0}.

સાવધાનીઓ

પોલરોઇડ વાપરતી વખતે ધ્યાન રાખવું કે તેના પર આંગળીની છાપ રહી ન જાય.

ચર્ચા

કોઈ એક ઉદ્‌ગમમાંથી નીકળી, પોલરોઇડમાંથી પસાર થયા પછીના પ્રકાશનું અવલોકન કરતા તેની તીવ્રતામાં કોઈ ફેર જણાતો નથી. ધ્રુવીભવનની આ સ્થિતિ બાબતે તમે શું કહેશો ? ધ્રુવીભવનની સ્થિતિ શોધવાનું કામ એનાલાઈઝર કઈ રીતે સંભવ કરે છે?

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) પ્રકાશનું ધ્રુવીભવન એટલે શું ?

(2) શું ધ્વનિના તરંગોનું ધ્રુવીભવન થઈ શકે ?

(3) પ્રકાશનું ધ્રુવીભવન કરવા માટે સામાન્ય રીતે વપરાતા સ્ફટિકોના નામ આપો.

(4) પ્રકાશના એવા ઉદ્‌ગમસ્થાનનું નામ આપો જે સીધો તલધ્રુવીભુત પ્રકાશ જ આપે છે.

(5) સૂર્યપ્રકાશના ધ્રુવીભવનની વિવિધ રીતોનો અભ્યાસ કરો. (પ્રકીર્ણન દ્વારા ધ્રુવીભવન, પરાવર્તન દ્વારા ધ્રુવીભવન)

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) પ્રકાશની તીવ્રતા માપવા માટે એક ફોટો ડાયોડ લો. તેને એક મલ્ટિમીટર સાથે વ્યવસ્થિત રીતે જોડો કે જેથી તે પ્રકાશિત થાય. એનાલાઇઝરને જુદા-જુદા ખૂણે ફેરવવાથી નિર્ગમિત પ્રકાશની તીવ્રતામાં થતા ફેરફારો નોંધો. માલસના નિયમ $I = I_0 cos^2\theta$ ને ચકાસવા આલેખ દોરો. અહીં I_0 એ $\theta = 0°$ ખૂણે મળતી તીવ્રતા છે અને I એ θ ખૂણે મળતી તીવ્રતા છે.

(2) પ્રકાશની લંબગત પ્રકૃતિનું નિદર્શન આપવા માટે આ પ્રવૃત્તિનો કેવી રીતે ઉપયોગ થાય તેના પર નોંધ લખો.

પ્રવૃત્તિ 12

હેતુ

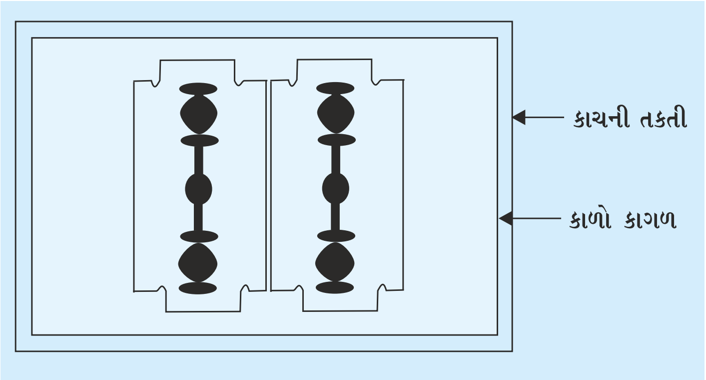
પાતળી સ્લિટ વડે પ્રકાશના વિવર્તનનું અવલોકન કરવું.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

અસ્ત્રાની બે બ્લેડ, એક સેલોટેપ, પ્રકાશનું ઉદ્‌ગમ (વીજળીનો બલ્બ / લેસર પેન્સિલ), કાળા કાગળનો ટુકડો, કાચની બે સ્લાઈડો

સિદ્ધાંત

જ્યારે કોઈ કિરણપુંજ પાતળી તિરાડ (aperture) અથવા કોઈ તીક્ષ્ણ અડચણ પરથી પસાર થાય, ત્યારે તિરાડ/અડચણની ધાર પાસેથી વાંકુ વળે છે. આ કિરણપુંજ ફેલાય છે અને ભૌમિતિક પડછાયાના વિસ્તારમાં ઘૂસી જાય છે. અડચણ અથવા સુક્ષ્મ કાણા પાસેથી પ્રકાશની વાંકા વળવાની આ ઘટનાને વિવર્તન કહે છે. આ ઘટના પ્રકાશના તરંગ સ્વરૂપના પુરાવાને સમર્થન આપે છે. એક જ તરંગઅગ્ર પરના જુદાં-જુદાં બિંદુઓ પરથી પ્રકાશના વ્યતિકરણના કારણે આ ઘટના ઉદ્‌ભવે છે. રેઝરની બે બ્લેડની તીક્ષ્ણ ધાર પાસે-પાસે પરસ્પર સમાંતર મૂકતા એક બહુ જ પાતળી સ્લિટ ઉદ્‌ભવે છે. (જેનું અંતર A^0 માં હોય છે.) [આકૃતિ A 12.1]



આકૃતિ A 12.1 બે રેઝર બ્લેડ, એક કાચની સ્લાઈડ અને એક કાળા કાગળના ઉપયોગથી બનાવેલી પાતળી સ્લિટ

એક જ સ્લિટ વડે મળતા વિવર્તન ભાતમાં મધ્યસ્થ અધિકતમ, તેની બંને બાજુએ ઘટતી તીવ્રતા અને ઘટતી જાડાઈવાળી રંગીન શલાકાઓ (વીજળીના બલ્બના કિસ્સામાં) અને પ્રકાશિત-અપ્રકાશિત શલાકાઓ (લેસર પેન્સિલના કિસ્સામાં) મળે છે.

પદ્ધતિ

(1) રેઝરની બે બ્લેડના ઉપયોગથી એક બહુ જ પાતળી સ્લિટ બનાવો. આના માટે, કાચની પ્લેટ લો અને તેના પર કાળો કાગળ ચોંટાડો. કાળા કાગળના મધ્ય ભાગમાંથી એક પાતળી સ્લિટ કાપો. [આકૃતિ A 12.1] માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ સ્લિટ પર બંને બ્લેડ એકબીજાની પાસે બહુ જ નજીક મૂકો.

(2) રેઝરની બંને બ્લેડની તીક્ષ્ણ ધાર વડે બનાવેલી એકદમ પાતળી સ્લિટની પાછળ સુરેખ ફિલામેન્ટવાળો વીજળીનો ગોળો (અથવા લેસર પેન્સિલ) પૂરતાં અંતરે (આશરે 4 થી 8 m દૂર) મૂકો. સ્લિટમાંથી ગોળાનું અવલોકન કરો. આપને શું મળે છે ?

(3) આના બદલે, સ્લિટને દીવાલથી 0.5 m દૂર રાખી પ્રકાશનું એક ઉદ્‌ગમ સ્લિટથી 15 - 20 cm અંતરે મુકી દીવાલ પર પડતા પ્રકાશનું અવલોકન કરો.

(4) ઉપરનાં પદ 2 અને 3 નું લેસર પેન્સિલનો ઉપયોગ કરી પુનરાવર્તન કરો. અવલોકનોના ફેરફાર નોંધો.

પરિણામ

એકદમ પાતળી તિરાડ (અડચણ) પર આપાત થતો પ્રકાશ ધાર પાસેથી વાંકો વળે છે અને વિવર્તનની ઘટના દર્શાવે છે.

ચર્ચા

(1) વિવર્તન ભાતની શલાકાઓની તીક્ષ્ણતા, મુખ્યત્વે, એકદમ પાસે પાસે મુકેલી બે ધારદાર બ્લેડથી બનતી સ્લિટના અત્યંત પાતળાપણા પર આધાર રાખે છે.

(2) સામાન્ય વીજળીના ગોળાની સરખામણીમાં એકરંગી પ્રકાશ આપતી લેસર પેન્સિલ વધુ હિતાવહ છે.

સાદા ગોળાના પ્રકાશથી બહુ ઓછી શલાકાઓ સ્પષ્ટ દેખાય છે. જ્યારે આપેલ સ્લિટની માપસરની જાડાઈમાં એકરંગી પ્રકાશવાળી લેસર પેન્સિલ વડે ઘણીબધી પ્રકાશિત અને અપ્રકાશિત શલાકાઓ એકદમ સ્પષ્ટ (ભિન્ન) જોવા મળે છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) રેઝરની બે બ્લેડ પાસે-પાસે સમાંતર રહે તે રીતે પકડો. પણ આવી રીતે પકડતાં મોટેભાગે તે બંને પરસ્પર સમાંતર હોતી નથી. જ્યાં ધાર વચ્ચેનું અંતર ઓછું છે, શું સ્લિટના તે બિંદુ / ભાગ પર શલાકાઓ વધુ પહોળી અને / અથવા એકદમ નજીક મેળવવાની અપેક્ષા રાખો છો? શું તમને શલાકાઓ રંગીન મળે છે? તમારા અવલોકનોનું અર્થઘટન કરો.

[Hint : મધ્યસ્થ શલાકા સિવાય બાકી બધી શલાકાઓનું સ્થાન આપાત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ પર આધારિત છે અને જુદા-જુદા રંગની હોય છે. લાલ અથવા વાદળી રંગનું ફિલ્ટર વાપરતા આ શલાકાઓ વધુ સ્પષ્ટ જોવા મળશે. વાદળી ફિલ્ટરની સરખામણીમાં લાલ ફિલ્ટર વાપરતા તમને શલાકાઓ સહેલાઈથી વધુ પહોળી જોવા મળશે.]

(2) સ્લિટની પહોળાઈ, આપાત પ્રકાશની તરંગલંબાઈ λના ક્રમમાં હોય તો વિવર્તન ભાત મળે છે. તો જો સ્લિટની પહોળાઈ λના અમુક ગુણાંકમાં હોય, તો શું થશે તેનું અવલોકન કરો. કારણનું અર્થઘટન કરો.

પ્રવૃત્તિ 13

હેતુ

મીણબત્તી અને પડદાનો ઉપયોગ કરી (i) બહિર્ગોળ લેન્સ અને (ii) અંતર્ગોળ અરીસા વડે પડદા પર મળતા પ્રતિબિંબના પ્રકાર અને પરિમાણનો અભ્યાસ (લેન્સ / અરીસાથી મીણબત્તીના જુદાં-જુદાં અંતરો માટે) કરવો.

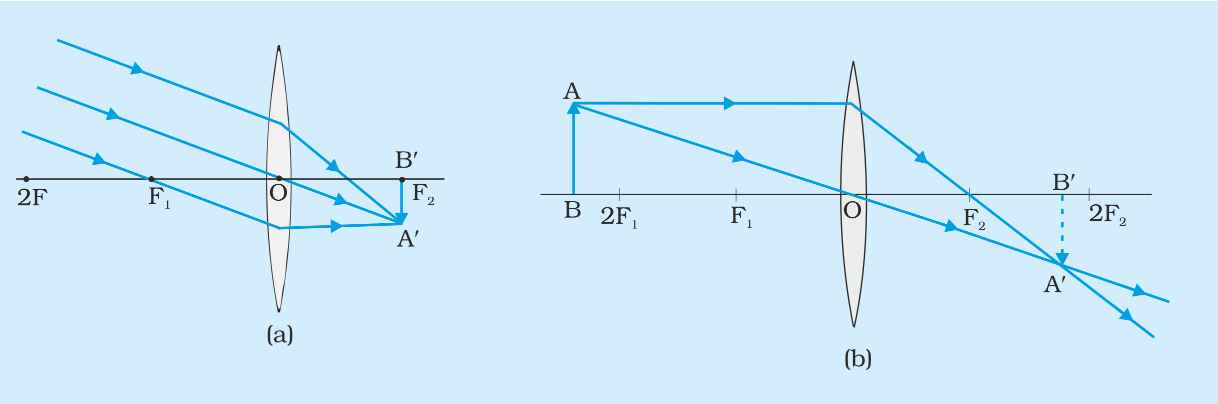
(i) બહિર્ગોળ લેન્સ દ્વારા મળતા પ્રતિબિંબના પ્રકાર અને પરિમાણનો અભ્યાસ કરવો.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

એક મીણબત્તી, દીવાસળીની એક પેટી, મીણબત્તી મૂકવા માટે એક નાનું સ્ટૅન્ડ, ઓછી કેન્દ્રલંબાઈ અને જ્ઞાત જાડાઈવાળો બહિર્ગોળ લેન્સ, સ્ટૅન્ડવાળો પડદો, મીટરપટ્ટી

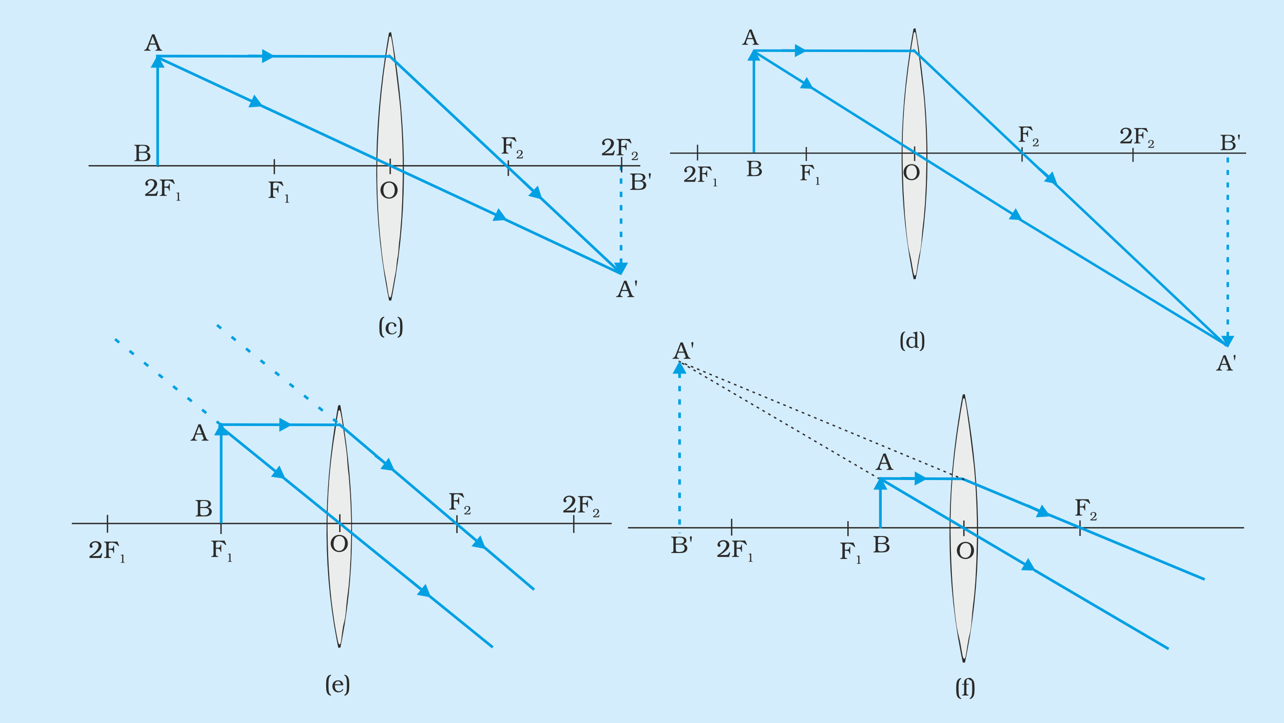
સિદ્ધાંત

અમુક ચોક્કસ સ્થાનો માટે આકૃતિ [A 13 (i), 1 (a)] થી [A 13 (i), 1 (f)]માં દર્શાવેલ છે તે પ્રમાણે વસ્તુના સ્થાનના ફેરફાર સાથે બહિર્ગોળ લેન્સ વડે મળતાં પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પ્રકાર અને પરિમાણ બદલાય છે. અહીં બહિર્ગોળ લેન્સની બંને સપાટીઓ સમાન વક્રતાત્રિજ્યા ધરાવે છે તેમ ધારેલું છે.



(a) વસ્તુ અનંત અંતરે એટલે કે $u = \infty$, લેન્સની બીજી તરફ આવેલા દ્વિતીય મુખ્ય કેન્દ્ર F_2 પર સાચું, ઊલટું અને એકદમ નાનું પ્રતિબિંબ મળે છે. એટલે કે $v = f$

(i) જ્યારે આપાતકિરણો મુખ્ય અક્ષને સમાંતર હોય અને (ii) જ્યારે આપાતકિરણો મુખ્ય અક્ષને સમાંતર ન હોય, પ્રતિબિંબ અનુક્રમે મુખ્ય અક્ષ પર અને ફોકલ પ્લેન પર મળે છે.



આકૃતિ A 13.(i). 1 (a),(b), (c), (d), (e), (f) : વસ્તુ AB ના વિવિધ સ્થાનો માટે પાતળા બહિર્ગોળ લેન્સ LL' વડે મળતા પ્રતિબિંબ A'B' નું સ્થાન, પરિમાણ અને પ્રકાર

(b) વસ્તુ અનંત અને 2F$_1$ની વચ્ચે હોય એટલે કે, $\infty > u > 2f$. લેન્સની બીજી તરફ આવેલા દ્વિતીય મુખ્ય કેન્દ્ર F$_2$ અને 2F$_2$ વચ્ચે સાચું ઊલટું અને નાનું પ્રતિબિંબ મળે છે, એટલે કે $2f > v > f$.

(c) વસ્તુ 2F$_1$ પર હોય એટલે કે $u = 2f$. લેન્સની બીજી બાજુએ 2F$_2$ પર સાચું અને ઊલટું પ્રતિબિંબ મળે છે એટલે કે $v = 2f$. પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વસ્તુના પરિમાણ જેટલું જ હોય છે.

(d) વસ્તુ 2F$_1$ અને પ્રથમ મુખ્ય કેન્દ્ર F$_1$ ની વચ્ચે હોય એટલે કે $2f > u > f$. લેન્સની બીજી બાજુએ 2F$_2$ અને અનંત વચ્ચે સાચું, ઊલટું અને મોટું પ્રતિબિંબ મળે છે એટલે કે $2f < v < \infty$.

(e) વસ્તુ પ્રથમ મુખ્ય કેન્દ્ર F$_1$ પર હોય એટલે કે $u = f$, લેન્સની બીજી બાજુએ અનંત અંતરે સાચું, ઊલટું અને ઘણું મોટું પ્રતિબિંબ મળે છે, એટલે કે $v = \infty$.

(f) વસ્તુ મુખ્ય કેન્દ્ર F$_1$ અને ઓપ્ટિકલ કેન્દ્ર O ની વચ્ચે હોય એટલે કે $f > u > 0$. વસ્તુ તરફ જ આભાસી, ચત્તું અને મોટું પ્રતિબિંબ મળે છે.

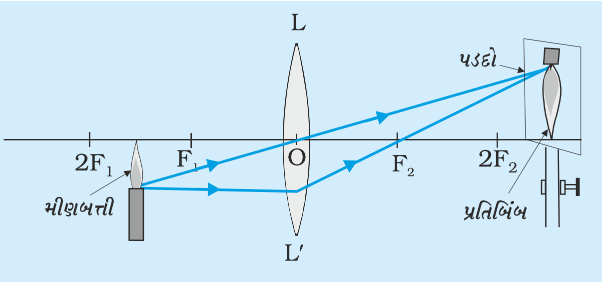
પદ્ધતિ

(1) દૂરની વસ્તુના પ્રતિબિંબને કેન્દ્રીત કરીને બહિર્ગોળ લેન્સની આશરે કેન્દ્રલંબાઈ શોધો. આ માટે સૂર્યનું અથવા કોઈ એક ઝાડનું પ્રતિબિંબ દીવાલ પર મેળવી, લેન્સ અને દીવાલ વચ્ચેનું અંતર માપો. આ અંતર આપેલ બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ f ની આશરે કિંમત આપે છે.

નોંધ : *સૂર્યને લેન્સમાંથી જોવો નહીં, નહિતર તે તમારી આંખને નુકસાન કરી શકે છે.*

(2) ટેબલની ધાર (લંબાઈવાળી) પર મીટર પટ્ટી સેલોટેપ અથવા ક્લૅમ્પથી લગાવો.

(3) લેન્સ LL' ને લેન્સ સ્ટૅન્ડ પર લગાવી, આશરે મીટર પટ્ટીની મધ્યમાં એવી રીતે મૂકવું કે જેથી તેની મુખ્ય અક્ષ સમક્ષિતિજ અને માપપટ્ટીને સમાંતર રહે. આ સ્થિતિમાં લેન્સ ટેબલના લંબ સમતલમાં રહેશે.



આકૃતિ A 13.1 (i) 2 પાતળા બહિર્ગોળ લેન્સ વડે પ્રકાશિત મીણબત્તીના મળતા વાસ્તવિક પ્રતિબિંબો

(4) પ્રગટાવેલી મીણબત્તીને એક નાના સ્ટૅન્ડ પર મૂકવી કે જેથી તે ઊર્ધ્વ રહે. મીણબત્તીવાળા સ્ટૅન્ડને લેન્સની ડાબી બાજુએ મૂકો. સ્ટૅન્ડની ઊંચાઈને એવી રીતે ગોઠવવી કે જેથી પ્રકાશિત મીણબત્તીની જ્યોતની ટોચ લેન્સના મુખ્ય અક્ષ પર રહે. આ પરિસ્થિતિમાં પ્રકાશિત મીણબત્તીની જ્યોતની ટોચની ઊંચાઈ લેન્સના ઑપ્ટિકલ કેન્દ્રની ઊંચાઈ જેટલી થશે.

(5) મીણબત્તીના સ્ટૅન્ડને (લેન્સની ડાબી બાજુએ) $2F_1$થી થોડા દુર આવેલા બિંદુ પર ખસેડો (એટલે કે બિંદુ O થી $2f$ કરતાં થોડા વધુ અંતરે જ્યાં f એ પદ-1 માં મેળવેલી લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ છે.) [આકૃતિ A 13 (i). 1(b)] પ્રમાણે, મીણબત્તીનું પ્રતિબિંબ લેન્સની જમણી બાજુએ દ્વિતીય મુખ્ય કેન્દ્ર F_2ની નજીકના સ્થાને મળશે.

(6) લેન્સની જમણી બાજુએ ઊર્ધ્વ રહે તે રીતે એક પડદો મૂકવો. તેની ઊંચાઈ એવી રીતે ગોઠવવી કે જેથી તેનો વધુ પડતો ભાગ લેન્સના મુખ્ય અક્ષની ઉપરની બાજુએ આવે.

(7) ઑપ્ટીકલ બેન્ચ (Optical bench) તરીકે કાર્ય કરતી મીટરપટ્ટી પર પડદાના સ્થાનને દ્વિતીય મુખ્ય કેન્દ્ર F_2 ની નજીક ખસેડો.

(8) પ્રકાશિત મીણબત્તીનું સ્પષ્ટ પ્રતિબિંબ પડદા પર મેળવવા માટેના છેલ્લા ફેરફારો કરો. પ્રતિબિંબના પ્રકારની નોંધ કરો.

(9) આલેખ પેપરની પટ્ટી ચોંટાડી હોય તેવા સાદા અરીસાની પટ્ટીની મદદથી પ્રકાશીત મીણબત્તીની જ્યોતની ઊંચાઈ માપો. પડદા પર મળતા જ્યોતના પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ પણ માપો. આ માટે, પડદા પર એક નાનો આલેખ પેપર ચોંટાડો. વૈકલ્પિક રીતમાં પડદા પર એક સફેદ કાગળ ચોંટાડી, તેના પર જ્યોતની ટોચ અને તળિયાનું સ્થાન નોંધો અને મીટરપટ્ટી વડે પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ નક્કી કરો.

(10) પ્રકાશીત મીણબત્તીને લેન્સ તરફ થોડાક અંતરે (3 થી 5 cm જેટલું) ખસેડો. પદ 8 અને 9નું પુનરાવર્તન કરો. અવલોકનો નોંધો. ઓછાંમાં ઓછાં આવાં છ અવલોકનો લો.

અવલોકનો

બહિર્ગોળ લેન્સની અંદાજિત કેન્દ્રલંબાઈ = ... cm

કોષ્ટક A 13 (i) 1 : વસ્તુનાં જુદાં-જુદાં સ્થાન માટે પ્રતિબિંબના પ્રકાર, પરિમાણ અને સ્થાન

અનુ-ક્રમ	લેન્સનું સ્થાન (cm)	મીણબત્તીનું સ્થાન (cm)	જ્યોતનું પરિમાણ (cm)	પડદા પર પ્રતિબિંબનું સ્થાન (cm)	પ્રતિબિંબનું પરિમાણ (cm)	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર (cm)	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ પરિમાણ (cm)
(1)							
(2)							
--							
(6)							

પરિણામ

(1) જેમ જેમ વસ્તુ લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ જાય છે, તેમ તેમ પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વધે છે અને તે મુખ્ય કેન્દ્રથી દૂર જાય છે. આ બધાં સ્થાનોમાં પ્રતિબિંબ સાચું, ઊલટું અને લેન્સની બીજી બાજુએ મળે છે.

(2) જ્યારે વસ્તુને લેન્સની એકદમ નજીક લાવીએ ત્યારે બીજી બાજુએ પ્રતિબિંબ દેખાતુ નથી.

(3) જ્યારે વસ્તુને કેન્દ્રલંબાઈ કરતા ઓછા અંતરે મૂકેલ હોય ત્યારે પ્રતિબિંબ આભાસી, મોટું અને ચત્તું મળે છે. આ પ્રતિબિંબ લેન્સની જે બાજુએ વસ્તુ હોય તે જ બાજુએ મળે છે.

સાવચેતીઓ

(1) આ પ્રયોગ છાંયડા વાળી જગ્યા પર કરવો કે જ્યાં સીધો પ્રકાશ આવતો ન હોય (ડાર્ક રૂમને પ્રાધાન્ય) નહિતર પ્રતિબિંબ સ્પષ્ટ નહિ દેખાય.

(2) કેન્દ્રલંબાઈની આશરે કિંમત મેળવતી વખતે સૂર્યના પ્રતિબિંબને સીધેસીધું ન જોવું, નહિતર તમારી આંખોને નુકસાન થઈ શકે છે.

(3) પ્રકાશીય ઘટકોને ગોઠવવા માટેના સ્ટૅન્ડ દૃઢ અને ઊર્ધ્વ હોવા જોઈએ.

(4) લેન્સનું દર્પણમુખ નાનું હોવું જોઈએ નહિતર પ્રતિબિંબ સ્પષ્ટ નહિ મળે.

(5) પડદા પર મળતા પ્રતિબિંબથી આંખને 25 cmથી વધુ દૂર રાખવી.

ચર્ચા

(1) જ્યારે વસ્તુને મુખ્ય કેન્દ્ર અને ઓપ્ટિકલ કેન્દ્રની વચ્ચે મૂકીએ ત્યારે પ્રતિબિંબ આભાસી મળે છે. તે પડદા પર મેળવી શકાતું નથી. તેની કિરણ આકૃતિ દોરો.

(2) જ્યારે મીણબત્તીને મુખ્ય કેન્દ્ર પાસે મૂકો, ત્યારે પ્રતિબિંબ અનંત અંતરે મળે છે. તે ટેબલના છેડા કરતા પણ દૂર જઈ શકે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) જ્યારે તમે ટેબલના બીજા છેડાથી લેન્સ તરફ જાઓ ત્યારે લેન્સ વડે મળતા તમારા પ્રતિબિંબના પરિમાણમાં કેવા ફેરફાર થાય ?

(2) વસ્તુનું ચત્તું અને આભાસી પ્રતિબિંબ મેળવવા માટે વસ્તુને ક્યાં મૂકવી જોઈએ ?

(3) વસ્તુ લેન્સની જે બાજુએ હોય તે જ બાજુએ પ્રતિબિંબ મેળવવું હોય તો વસ્તુને ક્યાં મૂકવી જોઈએ ?

(4) લેન્સના મુખ્ય અક્ષ પર તમે અનંત અંતરેથી મુખ્ય કેન્દ્ર તરફ જાઓ, તો બહિર્ગોળ લેન્સ વડે મળતા પ્રતિબિંબનું સ્થાન કઈ રીતે બદલાશે ?

(5) વસ્તુ જેટલા જ પરિમાણનું સાચું પ્રતિબિંબ મેળવવું હોય, તો વસ્તુનું સ્થાન ક્યાં હોવું જોઈએ?

હેતુ

(ii) મીણબત્તી અને પડદાનો ઉપયોગ કરી (અરીસાથી મીણબત્તીના જુદાં-જુદાં અંતરો માટે) પડદા પર અંતર્ગોળ અરીસા વડે મળતા પ્રતિબિંબના પ્રકાર અને પરિમાણનો અભ્યાસ કરવો.

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

ઓપ્ટીકલ બેન્ચ (Optical bench), મીણબત્તી, દીવાસળીની પેટી, મીણબત્તીનું નાનું સ્ટૅન્ડ, આશરે 25 cm કેન્દ્રલંબાઈ વાળો અંતર્ગોળ અરીસો, પડદો, ત્રણ ઊભા સ્ટૅન્ડ (ક્લૅમ્પ સાથે), મીટર પટ્ટી, સેલોટેપ, સ્પિરિટ લેવલ.

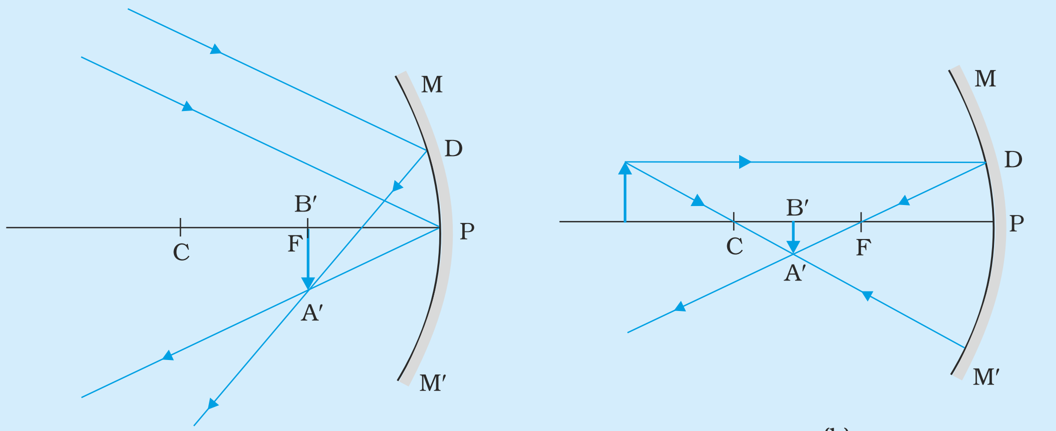
સિદ્ધાંત

અંતર્ગોળ અરીસા વડે મળતા વસ્તુનાં પ્રતિબિંબનું સ્થાન, પ્રકાર અને પરિમાણ, વસ્તુના સ્થાન સાથે બદલાય છે. [આકૃતિ A 13 (ii) 1 (a) થી (f)] અરીસા સામે (જુદી-જુદી પરિસ્થિતિમાં) વસ્તુને જુદાં-જુદાં સ્થાને મૂકવાથી મળતા પ્રતિબિંબ દર્શાવે છે.

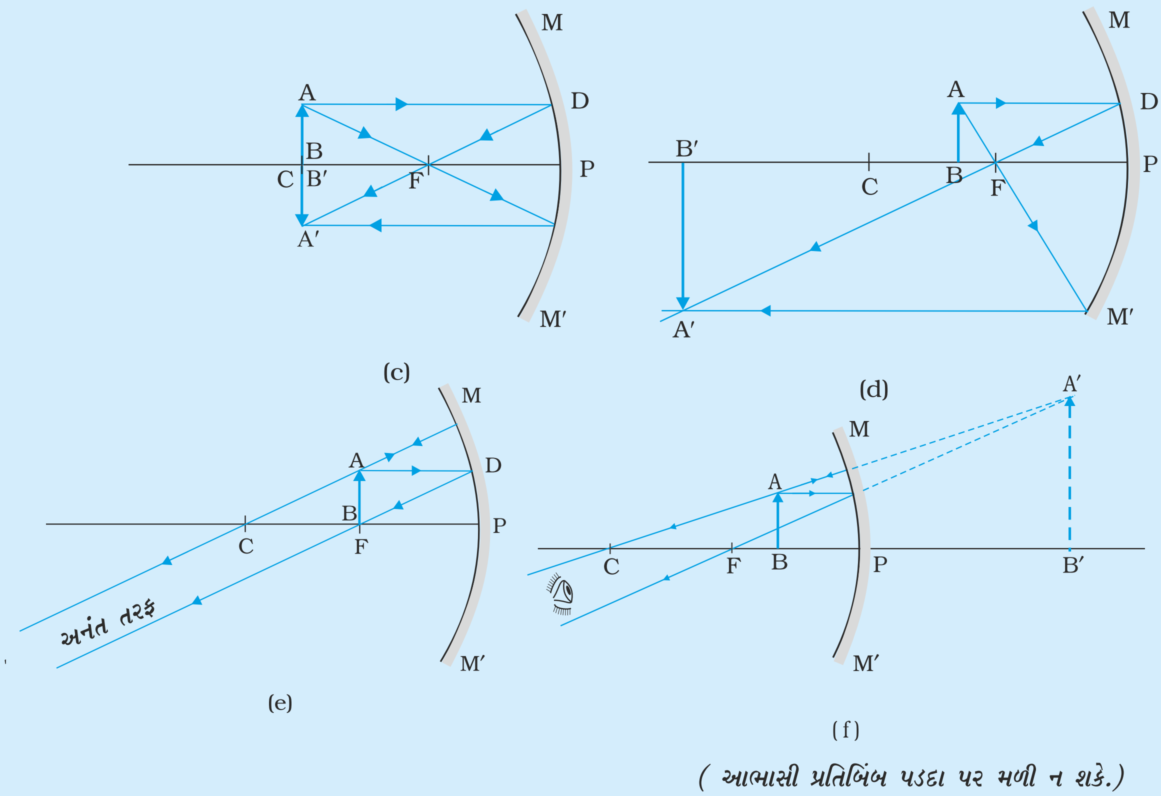
(a) વસ્તુ અનંત અંતરે એટલે કે $u = \infty$. મુખ્ય કેન્દ્ર પર સાચું, ઊલટું અને ઘણું જ નાનું પ્રતિબિંબ મળે છે એટલે કે $v = f$.

(b) વસ્તુ અનંત અંતરે અને વક્રતાકેન્દ્રની વચ્ચે એટલે કે $\infty > u > 2f$. સાચું, ઊલટું અને નાનું પ્રતિબિંબ વક્રતાકેન્દ્ર (C) અને મુખ્ય કેન્દ્ર (F)ની વચ્ચે મળે છે એટલે કે $f > v > 2f$.

(c) વસ્તુ વક્રતાકેન્દ્ર પર એટલે કે $u = 2f$. સાચું અને ઊલટું પ્રતિબિંબ વક્રતાકેન્દ્ર પર જ મળે છે એટલે કે $v = 2f$. અહીં પ્રતિબિંબનું પરિમાણ વસ્તુના પરિમાણ જેટલું જ હોય છે.



(a) (b)



આકૃતિ A 13 (ii) 1 : (a), (b), (c), (d), (e), (f) અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રતિબિંબની રચના

(d) વસ્તુ વક્રતાકેન્દ્ર અને મુખ્ય કેન્દ્ર વચ્ચે એટલે કે $2f > u > f$ તો સાચું, ઊલટું અને મોટું પ્રતિબિંબ વક્રતાકેન્દ્ર અને અનંત અંતરની વચ્ચે મળે એટલે કે $2f < v < \infty$.

(e) વસ્તુ મુખ્ય કેન્દ્ર પર એટલે કે $u = f$ તો સાચું, ઊલટું અને ઘણું જ મોટું પ્રતિબિંબ અનંત અંતરે મળશે એટલે કે $v = \infty$.

(f) વસ્તુ મુખ્ય કેન્દ્ર F અને અરીસાના ધ્રુવ P વચ્ચે એટલે કે $f < u < 0$ તો આભાસી, ચત્તું અને ઘણું જ મોટું પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ મળે.

અંતર્ગોળ અરીસા પર પરાવર્તન થયા પછી જો પ્રકાશ કિરણો ખરેખર મળે અને જેને પડદા પર મેળવી શકાય તેવા પ્રતિબિંબને સાચું (હંમેશા ઊલટું) પ્રતિબિંબ કહી શકાય. પણ જ્યારે પરાવર્તન પછી પ્રકાશના કિરણો ખરેખર મળે નહીં પણ મળવાનો આભાસ થતો હોય તે પ્રતિબિંબને આભાસી (હંમેશાં ચત્તું) પ્રતિબિંબ કહી શકાય. એટલે આકૃતિ [A 13 (ii) 1 (a) થી (d)] સુધીમાં મીણબત્તીનું પ્રતિબિંબ પડદા પર મેળવી શકાય છે. પ્રતિબિંબનું કદ પડદા પર આલેખ પેપર ચોંટાડી મેળવી શકાય.

પદ્ધતિ

(1) દૂરની વસ્તુના પ્રતિબિંબને કેન્દ્રિત કરીને અંતર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈનું અંદાજિત મૂલ્ય મેળવો. આ માટે, સૂર્ય અથવા કોઈ એક ઝાડનું પ્રતિબિંબ કોરા કાગળ પર અથવા દીવાલ પર મેળવો અને પછી દીવાલ તથા અરીસા વચ્ચેનું અંતર માપી લો. આ અંતર આપેલ અંતર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈનું આશરે માપ છે. આ કેન્દ્રલંબાઈ બમણી કરવાથી આપેલ અરીસાની વક્રતાત્રિજ્યાની અંદાજિત કિંમત મળે છે.

(2) ઓપ્ટિકલ બેન્ચ દૃઢ પ્લૅટફૉર્મ (platform) પર મૂકો. અને સ્પિરિટ લેવલની મદદથી બેન્ચના બેઝ (base) પર આપેલા લેવલીંગ સ્ક્રુની મદદથી તેને સમક્ષિતિજ કરો.

(3) અંતર્ગોળ અરીસાને ઓપ્ટિકલ બેન્ચના એક છેડા પર ઊર્ધ્વ રીતે ગોઠવો જેથી તેની મુખ્ય અક્ષ સમક્ષિતિજ અને ઓપ્ટિકલ બેન્ચને સમાંતર રહે. આ સ્થિતિમાં અરીસો મુખ્ય અક્ષને લંબ સમતલમાં જ રહે છે.

(4) એક નાના મીણબત્તીના સ્ટૅન્ડ પર એક સળગાવેલી મીણબત્તી મુકો અને તેને બેન્ચના સ્ટેન્ડ પર ગોઠવો. આ સ્ટેન્ડને અરીસાની પરાવર્તક બાજુની નજીક મુકો. આ સ્ટૅન્ડને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી મીણબત્તીનું તળીયું (અથવા મીણબત્તીના સ્ટૅન્ડની ટોચ) એ ઓપ્ટીકલ બેન્ચના તળીયાથી અરીસાના ધ્રુવ Pની ઊંચાઈ જેટલું થાય. આ પરિસ્થિતિમાં, મીણબત્તીનું તળિયું (અથવા મીણબત્તીના સ્ટૅન્ડની ટોચ) અરીસાના મુખ્ય અક્ષ પર આવે.

(5) પડદાને બીજા સ્ટૅન્ડ પર ગોઠવો અને તેના ટોચની ઊંચાઈ ઓપ્ટીકલ બેન્ચના તળીયાથી અરીસાના ધ્રુવ P જેટલી થાય તેમ ગોઠવો. એટલે જ, પડદાનું સ્થાન અરીસાના મુખ્ય અક્ષ નીચે આવે.

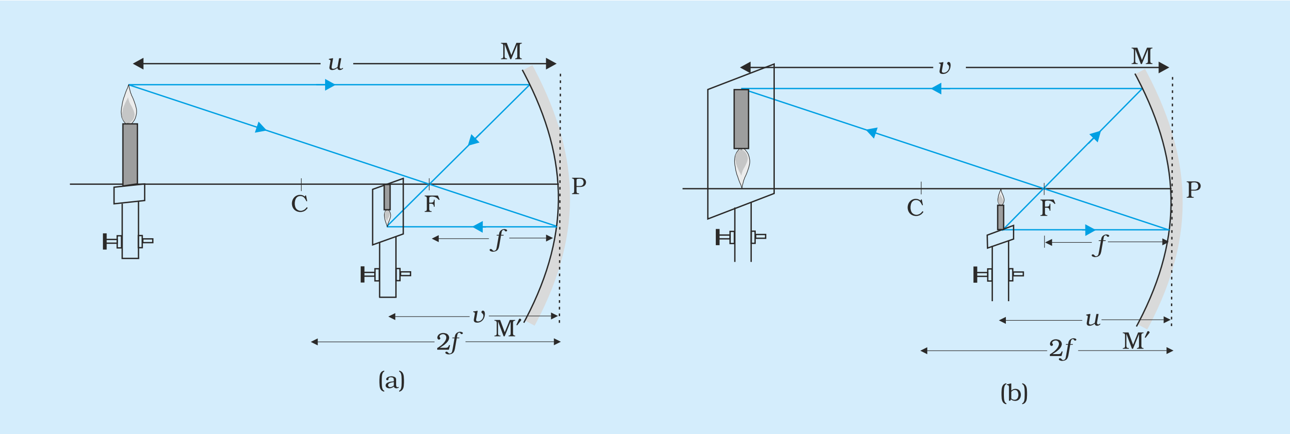
નોંધ : એવી પરિસ્થિતિઓ જેમાં $\infty > u > R$; $R > v > f$ હોય, તેમાં [આકૃતિ A 13 (ii) 2(a)]માં બતાવ્યા પ્રમાણે વસ્તુ મુખ્ય અક્ષની ઉપર મુકાય અને પડદાને મુખ્ય અક્ષની નીચે રાખવામાં આવે.

(6) મીણબત્તીના સ્ટૅન્ડને ઓપ્ટિકલ બેન્ચના બીજા છેડા તરફ ખસેડો કે જેથી તેનું અંતર અરીસાથી કેન્દ્રલંબાઈ કરતા ઘણું વધારે હોય એટલે અરીસાની સામે મીણબત્તીનું સ્થાન ઘણું દુર ગણી શકાય એટલે કે $u >> R$ આ સ્થિતિમાં મીણબત્તીનું પ્રતિબિંબ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્ર Fની ઘણી નજીક મળશે. અથવા $v = f$ [આકૃતિ A 13 (ii) 1(a)].

(7) અરીસા, પડદા અને મીણબત્તીના સ્ટૅન્ડના સ્થાન ઓપ્ટિકલ બેન્ચ પર આવેલી માપપટ્ટી પરથી વાંચો અને અવલોકન-કોષ્ટકમાં તેની નોંધ કરો.

(8) માપપટ્ટીની મદદથી સળગાવેલી મીણબત્તીની ઊંચાઈ માપો. પડદા પર મળતા તેના પ્રતિબિંબની ઊંચાઈ પણ માપો. (પ્રવૃત્તિ 13 (i) ના નવમા પદ પ્રમાણે)

(9) સળગતી મીણબત્તીને વક્રતાકેન્દ્ર C નજીક લાવો (અંતર PC = $2f$). હવે પ્રતિબિંબ C અને Fની વચ્ચે, $2f$ ની નજીક મળશે. સચોટ પ્રતિબિંબ મળે તે રીતે પડદાને ગોઠવો. [આકૃતિ A 13 (ii) 1 (b)].



આકૃતિ A 13 (ii). 2 : અંતર્ગોળ અરીસા વડે પ્રકાશિત મીણબત્તીનાં મળતા વાસ્તવિક પ્રતિબિંબો (a) $u > v$ અને (b) $u < v$.

(10) મીણબત્તીને C પર મૂકો. પડદાને મુખ્ય કેન્દ્ર F તરફ ઓપ્ટિકલ બેન્ચ (optical bench) પર ખસેડો. પદ 1 માં મેળવેલી અંદાજિત કેન્દ્રલંબાઈનો ઉપયોગ કરો. અંતિમ ગોઠવણ કરો. સળગતી મીણબત્તીનું સચોટ પ્રતિબિંબ પડદા પર મેળવો. પ્રતિબિંબના પ્રકારની નોંધ કરો.

(11) પદ 7 અને 8 ફરીથી કરો અને અવલોકનો નોંધો. પ્રતિબિંબના પ્રકાર પણ નોંધો.

(12) સળગતી મીણબત્તીને એવી રીતે ખસેડો કે જેથી $R > u > f$ થાય. હવે, પ્રતિબિંબ બિંદુ C અને અનંત (∞)ની વચ્ચે મળશે. એટલે કે $\infty > v > R$ [આકૃતિ A 13 (ii). 1 (d)] હવે, $u < v$ હોવાથી, મીણબત્તી (વસ્તુ) મુખ્ય અક્ષની નીચે જ્યારે પડદો મુખ્ય અક્ષ ઉપર મૂકો એટલે કે [આકૃતિ A 13 (ii) 2(b)]માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મીણબત્તીની ટોચ અને પડદાનું તળિયું મુખ્ય અક્ષ પર છે.

(13) મીણબત્તીને F અને પછી F અને P વચ્ચે મૂકી ઉપરના પદને ફરીથી કરવા. કોષ્ટક A 13 (ii) 1 માં અવલોકનો નોંધવા.

નોંધ : જ્યારે મીણબત્તીને વક્રતાકેન્દ્ર C પર મૂકીએ (એટલે કે u = R), આ રીત પ્રતિબિંબનું સ્થાન મેળવવા માટે ઉપયોગી થતી નથી. કારણ કે મીણબત્તી અને પડદાને એક સાથે ઓપ્ટિકલ બેન્ચ પર એક જ જગ્યાએ મૂકવું અઘરું બને છે.

અવલોકનો

અંતર્ગોળ અરીસાની અંદાજિત કેન્દ્રલંબાઈ = ... cm

કોષ્ટક A 13 (ii) 1 : વસ્તુનાં જુદાં-જુદાં સ્થાન માટે પ્રતિબિંબના પ્રકાર, પરિમાણ અને સ્થાન

અનુ-ક્રમ	અરીસાનું સ્થાન (cm)	મીણબત્તીનું સ્થાન (cm)	જ્યોતનું પરિમાણ (cm)	પડદા પર પ્રતિબિંબનું સ્થાન (cm)	પ્રતિબિંબનું પરિમાણ (cm)	પ્રતિબિંબનો પ્રકાર (cm)	પ્રતિબિંબનું સાપેક્ષ પરિમાણ (cm)
1							
2							
--							
6							

પરિણામ

પ્રતિબિંબના પ્રકાર, પરિમાણ અને સ્થાનનાં અવલોકનો દર્શાવે છે કે,

(1) જેમ વસ્તુ મુખ્ય કેન્દ્ર પાસે આવે તેમ પ્રતિબિંબ મુખ્ય કેન્દ્રથી દૂર જાય છે.

(2) જેમ પ્રતિબિંબ અરીસાથી દૂર જાય છે તેમ તેનું પરિમાણ વધતું જાય છે.

(3) જ્યારે વસ્તુ અનંત અને Fની વચ્ચે મૂકેલ હોય ત્યારે અંતર્ગોળ અરીસા વડે રચાતું તેનું પ્રતિબિંબ સાચું અને ઊલટું મળે છે.

(4) જ્યારે વસ્તુ F અને ધ્રુવ વચ્ચે મૂકેલ હોય ત્યારે પ્રતિબિંબ અરીસાની પાછળ, આભાસી, ચત્તું અને મોટું હોય છે.

સાવચેતીઓ

(1) આ પ્રયોગ છાંયડાવાળી જગ્યામાં કે જ્યાં સીધો પ્રકાશ આવતો ન હોય (ડાર્ક રૂમ Dark room ને પ્રાધાન્ય) ત્યાં કરવો નહિતર પ્રતિબિંબ ચોખ્ખું દેખાશે નહિ.

(2) સૂર્યને કેન્દ્રિત કરી અરીસાના કેન્દ્રલંબાઈનું અંદાજિત માપ કાઢતી વખતે સૂર્યને અરીસામાંથી જોવો નહિં. તેનાથી આંખોને નુકસાન થઈ શકે.

(3) પ્રકાશીય સાધનોને બેન્ચ પર જકડી રાખવા માટે વપરાતી વસ્તુઓ દૃઢ અને ઊર્ધ્વ હોવી જોઈએ.

(4) અરીસાનું દર્પણમુખ નાનું હોવું જોઈએ નહીંતર પ્રતિબિંબ સ્પષ્ટ નહિં મળે.

(5) પડદા પર મળતા પ્રતિબિંબથી આંખને 25 cm કરતા વધુ અંતરે રાખવી.

(6) જો ઓપ્ટિકલ બેન્ચનો ઉપરનો ભાગ સમક્ષિતિજ ન હોય, તો અવલોકનોમાં ત્રુટિ ઉદભવી શકે.

(7) ઓપ્ટિકલ બેન્ચના બધા જ પ્રયોગોમાં આપેલી સામાન્ય સૂચનાઓનું ધ્યાન રાખવું.

(8) અંતર્ગોળ અરીસો front-coated હોવો જોઈએ નહિતર અરીસાની પરાવર્તક સપાટી પરથી આવતા એકથી વધુ પરાવર્તનના કારણે પ્રતિબિંબનું ચોક્કસ સ્થાન ગુંચવાશે.

ચર્ચા

(1) જ્યારે વસ્તુ અરીસાના મુખ્ય કેન્દ્ર અને ધ્રુવ વચ્ચે હોય ત્યારે મળતા પ્રતિબિંબની લાક્ષણિકતાઓનું ચોક્કસપણે અવલોકન કરી શકાતું નથી. તમે ફક્ત પડદાને અરીસાની સામે ખસેડીને પ્રતિબિંબ અરીસાની સામે મળતું નથી તે ચકાસી શકો છો. કિરણ આકૃતિ (Ray diagram) દોરીને જોઈ શકાય કે અરીસાની પાછળ આભાસી પ્રતિબિંબ બને છે.

(2) તમે અવલોકનના વલણો અને કિરણ આકૃતિઓ દોરી $u = \infty$ અને $u = f$ ને અનુલક્ષીને તારણો કાઢી શકો કારણ કે વસ્તુ અને પ્રતિબિંબ અનુક્રમે ઓપ્ટીકલ બેન્ચની અવધિની બહાર છે.

(3) $u = 2f$ ને અનુલક્ષીને પરિસ્થિતિ મેળવવી પણ અઘરી છે કારણ કે મીણબત્તી અને પડદા એક જ સ્થાને મૂકવા પડે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) અંતર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ 20 cm છે, તો તેની વક્રતાત્રિજ્યા કેટલી હશે?

(2) જ્યારે વસ્તુને અંતર્ગોળ અરીસાની સામે 30 cm અંતરે મૂકીએ ત્યારે તે જ પરિમાણનું પ્રતિબિંબ મળે છે, તો અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ કેટલી હશે ?

(3) અંતર્ગોળ અરીસાની કેન્દ્રલંબાઈ 30 cm છે. આ અરીસાની સામે વસ્તુ 40 cm અંતરે મૂકી હોય તો મળતા પ્રતિબિંબની લાક્ષણિકતાઓ કઈ હશે ?

(4) જો અરીસાના નીચલા અડધા ભાગમાં કાળો કલર કરવામાં આવે, તો પ્રતિબિંબના પરિમાણ અને તીવ્રતા પર શું અસર પડે ?

(5) શું પડદા પર આભાસી પ્રતિબિંબ મેળવી શકાય ? જો હા, તો કેવી રીતે ?

(6) લેન્સ સાથે કરાતા આવા જ પ્રયોગમાં પ્રતિબિંબ સહેજ રંગીન મળે છે. આનું કારણ શું હશે?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

સમતલ અરીસા અને એક પિન ની મદદથી આપેલ બહિર્ગોળ લેન્સની કેન્દ્રલંબાઈ શોધો.

પ્રવૃત્તિ 14

હેતુ

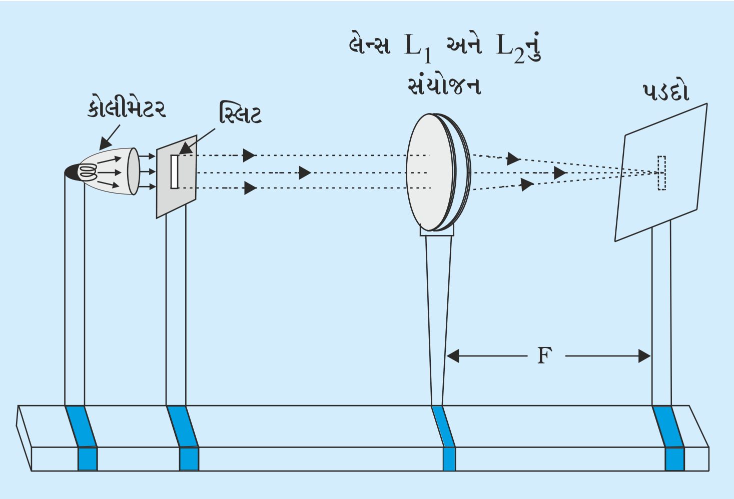
લેન્સના આપેલા સમુહમાંથી બે લેન્સનો ઉપયોગ કરી દર્શાવેલ (યોગ્ય) કેન્દ્રલંબાઈવાળું લેન્સનું સંયોજન મેળવવું.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

જ્ઞાત પાવરવાળા બહિર્ગોળ લેન્સનો સમૂહ, પડદા અને ઊર્ધ્વ સ્ટૅન્ડ (upright)વાળી ઑપ્ટિકલ બેન્ચ (optical bench), પ્રકાશનું સમાંતર કિરણપુંજ આપતું પ્રકાશનું ઉદ્‌ગમ સ્થાન (કોલિમેટર (collimator))

સિદ્ધાંત

મુખ્ય અક્ષને સમાંતર, પ્રકાશનું સમાંતર કિરણપુંજ લેન્સમાંથી વક્રીભૂત થયા પછી કાં તો મુખ્ય અક્ષ પરના બિંદુ પર કેન્દ્રિત થાય અથવા કોઈ એક બિંદુએથી વિકેન્દ્રીત થતા હોય તેવો આભાસ થાય. આ બિંદુને મુખ્ય કેન્દ્ર કહે છે. ઑપ્ટિકલ કેન્દ્રથી મુખ્ય કેન્દ્ર સુધીના અંતરને કેન્દ્રલંબાઈ કહે છે.



આકૃતિ A 14.1 (a) : લેન્સના સંયોજનની કેન્દ્રલંબાઈ

લેન્સનો પાવર

લેન્સની પોતાનામાંથી પસાર થતાં કિરણોને કેન્દ્રિત અથવા વિકેન્દ્રીકરણ કરવાની ક્ષમતાને તે લેન્સનો પાવર કહે છે.

$$\text{પાવર} = \frac{1}{\text{કેન્દ્ર લંબાઈ}\,(f)}$$

તેનો SI એકમ ડાયોપ્ટર (Dioptre) છે. બહિર્ગોળ લેન્સનો પાવર ધન લેવામાં આવે છે. બે કે તેથી વધુ લેન્સ એકબીજાના સંપર્કમાં રહે અને તેમની મુખ્ય અક્ષ સામાન્ય રહે તેવી ગોઠવણને લેન્સનું સંયોજન કહે છે. જો લેન્સની વ્યક્તિગત કેન્દ્રલંબાઈ f_1, f_2, f_3 .... , f_n હોય અને સંયોજનની કેન્દ્રલંબાઈ F હોય, તો

$$\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+.......+\frac{1}{f_n}$$

અથવા $P = P_1 + P_2 + ... + P_{n'}$

અહીં P = સંયોજનનો પાવર

$P_1, P_2, ..., P_n$ = લેન્સનો વ્યક્તિગત પાવર

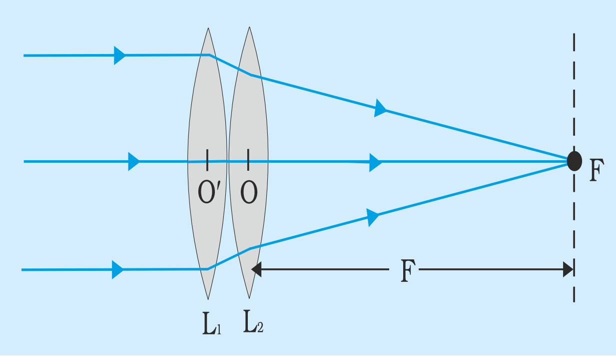
આકૃતિ A 14.1 (a)

પદ્ધતિ

(1) જરૂરી કેન્દ્રલંબાઈને અનુલક્ષીને બંને લેન્સના સંયોજનનો પાવર ગણો.

(2) આપેલા લેન્સના સમૂહમાંથી એક લેન્સ એવો પસંદ કરો કે, જેનો પાવર-સંયોજનના પાવર કરતા ઓછો હોય. (જો ફક્ત બહિર્ગોળ લેન્સ જ હોય તો)

(3) જરૂરી કેન્દ્રલંબાઈવાળું સંયોજન મેળવવા માટે જ્ઞાત કેન્દ્રલંબાઈવાળા લેન્સની સાથે સંપર્કમાં મૂકવામાં આવનાર અજ્ઞાત કેન્દ્રલંબાઈવાળા લેન્સનો પાવર શોધો. લેન્સના સમૂહમાંથી એવો લેન્સ પસંદ કરો કે જેનો પાવર ગણતરી કરેલા પાવરની નજીક હોય.



આકૃતિ A 14.1 (b) : સમાંતર કિરણપુંજને લેન્સના સંયોજન પર આપાત કરવું

(4) સમક્ષિતિજ ટેબલ પર ઑપ્ટિકલ બેન્ચને ગોઠવો. કોલીમેટરને એવી રીતે ગોઠવો કે તેમાંથી પ્રકાશનો સમાંતર કિરણપુંજ સીધો ઑપ્ટિકલ બેન્ચને સમાંતર જાય. જો કોલીમેટર ના મળે તો સમતલ અરીસા વડે સૂર્યપ્રકાશને ઑપ્ટિકલ બેન્ચને સમાંતર કરો. અને સ્લિટને પ્રકાશીત કરો. [આકૃતિ A 14.1 (b)].

(5) બે લેન્સને એકબીજા સાથે સંપર્કમાં રહે તે રીતે ઊર્ધ્વ સ્ટૅન્ડ પર મૂકો. આ માટે એકબીજા સાથે સંપર્કમાં હોય તેવા બે લેન્સ પકડી રાખે તેવું સ્ટેન્ડ અથવા થરમૉકોલની શીટમાં ખાંચા પાડીને લેન્સને ગોઠવી શકાય.

(6) સમાંતર કિરણપુંજને આ સંયોજન પર આપાત કરવું અને બીજી તરફ મૂકેલા પડદા પર તેનું સચોટ પ્રતિબિંબ લેવું. આ માટે પડદા અને લેન્સના સંયોજન વચ્ચેનું અંતર ગોઠવવું.

(7) બંને લેન્સથી પડદાનું અંતર માપવું અને કોષ્ટકમાં નોંધવું.

(8) ઑપ્ટિકલ બેન્ચ પર ઓછામાં ઓછું ત્રણવાર લેન્સના સંયોજનનું સ્થાન બદલી આ પ્રવૃત્તિ ફરીથી કરવી. દરેક કિસ્સામાં અવલોકનો નોંધવાં.

અવલોકનો

લેન્સ L_1ની કેન્દ્રલંબાઈ $= f_1$

લેન્સ L_2ની કેન્દ્રલંબાઈ $= f_2$

લેન્સ-સંયોજનની ગણતરીથી કેન્દ્રલંબાઈ $\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$

ઓપ્ટિકલ બેન્ચ પરની માપપટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ = ... mm

કોષ્ટક A 14.1 : લેન્સના સંયોજનની કેન્દ્રલંબાઈ

અનુક્રમ નંબર	પડદાથી પહેલા લેન્સનું અંતર d_1 (cm)	પડદાથી બીજા લેન્સનું અંતર d_2 (cm)	પડદાનું લેન્સના સંયોજનથી સરેરાશ અંતર $\frac{d_1 + d_2}{2} = F$(cm)
1			
2			
3			

ગણતરીઓ

લેન્સના સંયોજનથી પડદાનું સરેરાશ અંતર એ તેની કેન્દ્રલંબાઈનું માપ છે. પ્રયોગ દરમિયાન મળેલા બધા જ અવલોકનો (readings)ના સરેરાશને સંયોજનની કેન્દ્રલંબાઈ તરીકે લો.

પરિણામ

લેન્સ-સંયોજનની કેન્દ્રલંબાઈની માપેલી કિંમત = ... cm

માપેલી કેન્દ્રલંબાઈ અને ગણતરી દ્વારા મેળવેલી કેન્દ્રલંબાઈ વચ્ચેનો તફાવત = ... cm

આ તફાવત પ્રયોગ દરમિયાન થયેલી ત્રુટિના કારણે હોઈ શકે.

ત્રુટિનાં ઉદ્ગમો

(1) લેન્સના જાડાપણાના કારણે ત્રુટિઓ ઉદ્ભવી શકે.

(2) લેન્સના પરિઘનો ભાગ સંપર્કમાં હોતો નથી.

(3) સચોટ પ્રતિબિંબનું સ્થાન એટલે કે સચોટ કેન્દ્રલંબાઈ મેળવવામાં ગોલીય વિપથન (Spherical abberation)ના કારણે ત્રુટિ ઉદ્ભવી શકે.

ચર્ચા

(1) જ્ઞાત કેન્દ્રલંબાઈવાળા બહિર્ગોળ લેન્સના મુખ્ય કેન્દ્ર પર ટૉર્ચ (Torch)નો ગોળો મૂકીને પ્રકાશનું સમાંતર કિરણપુંજ આપતું ઉદ્‌ગમ મેળવી શકાય.

(2) લેન્સની જોડીને એકબીજાથી d અંતરે ગોઠવી તથા આ અંતરને યોગ્ય રીતે ગોઠવી તમે લેન્સ સંયોજન બનાવી શકો.

સૂત્ર $\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}-\frac{d}{f_1 f_2}$ નો ઉપયોગ કરી તમે ઇચ્છિત કેન્દ્રલંબાઈવાળું સંયોજન બનાવી શકો.

આ રીતે તમે કઈ અવધિની કેન્દ્રલંબાઈઓ મેળવી શકો ?

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) 20 cm કેન્દ્રલંબાઈવાળા બહિર્ગોળ લેન્સને 10 cm કેન્દ્રલંબાઈવાળા અંતર્ગોળ લેન્સ સાથે સંપર્કમાં મૂકતા આ સંયોજનની અસરકારક કેન્દ્રલંબાઈ કેટલી થશે ?

(2) જો બહિર્ગોળ લેન્સને સંપૂર્ણપણે પાણીમાં ડુબાડો તો તેની કેન્દ્રલંબાઈ પર શું અસર થશે ?

(3) f_1 અને f_2 કેન્દ્રલંબાઈ ધરાવતા બે લેન્સને એકબીજાથી d અંતરે રાખીએ તો શું હજુ પણ સૂત્ર $\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$ માન્ય છે? જો ના હોય તો સુધારેલું સૂત્ર આપો. શું સંયોજનની કેન્દ્રલંબાઈ

(i) $< F$ (ii) $> F$ હશે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો/પ્રવૃત્તિઓ

(1) પ્રત્યાવર્તનક્ષમ ત્રુટિ (Refractive error) ધરાવતી એક વ્યક્તિ દૂર આવેલી વસ્તુઓને સ્પષ્ટ જોઈ શકે છે પણ ચોપડી વાંચી શકતી નથી. આપણે એવું શોધી કાઢ્યું કે, તે વ્યક્તિ કેન્દ્રલંબાઈ $2, \frac{2}{3}$ m અને –1m વાળા લેન્સનાં સંયોજનોની મદદથી ચોપડી સ્પષ્ટ રીતે વાંચી શકે છે, તો આ વ્યક્તિ માટે કેટલા પાવરવાળો લેન્સ નિયત (Prescribe) કરી શકાય ?

(2) (i) અભિસારિત લેન્સ તરીકે કામ કરે.

(ii) અભિસારિત લેન્સ તરીકે કામ ન કરે.

તેના માટે કયા લેન્સોનું સંયોજન પસંદ કરવું પડે ?

પરિયોજનાઓ
PROJECTS

પરિયોજના 1

હેતુ

વિવર્તનનો ઉપયોગ કરી લેસર (LASER) કિરણપુંજ (Beam)ની તરંગલંબાઈ નક્કી કરવી.

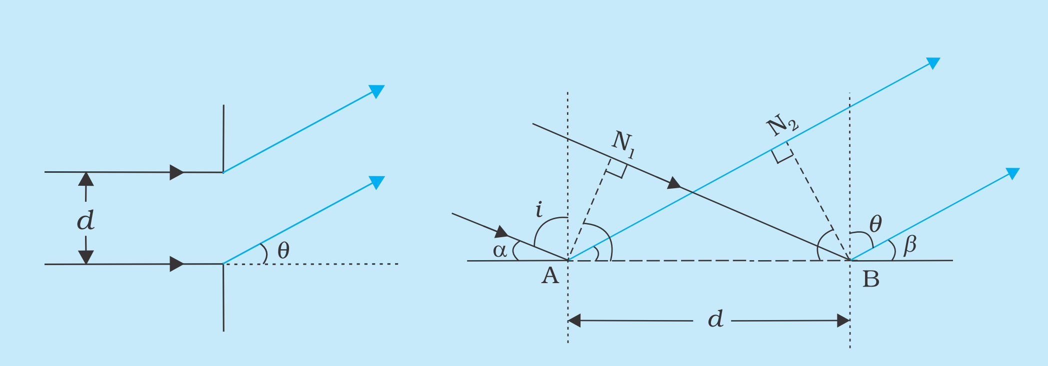
સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

એક He-Ne અથવા અર્ધવાહક લેસર (LASER), mm માં અંકનવાળી સ્ટીલની ચળકતી માપપટ્ટી, એક મીટરપટ્ટી, ક્લેમ્પવાળું સ્ટૅન્ડ, પૂંઠા પર લગાડેલ આલેખનો કાગળ

પદો અને વ્યાખ્યાઓ

LASER : Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation. (ટૂંકમાં LASER)

વિવર્તન : નાના કાણા અથવા સ્લિટમાંથી પ્રકાશના વાંકા વળવાની ઘટનાને વિવર્તન કહે છે.



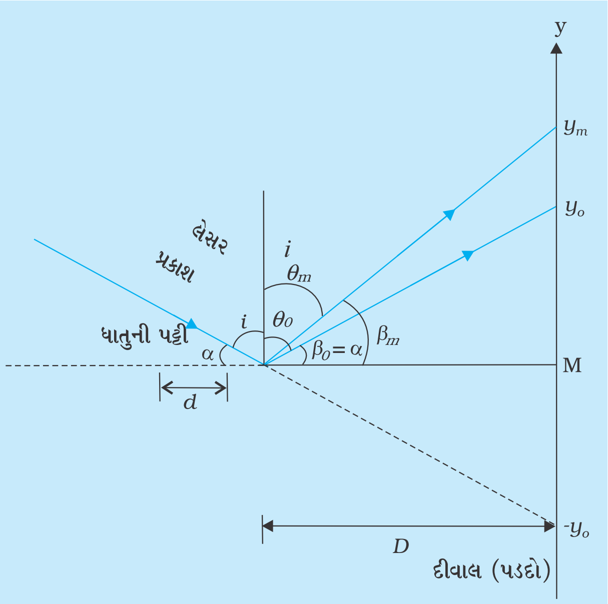
આકૃતિ P 1.1 : એક સ્લિટ વડે વિવર્તન (a) લંબ આપાત (b) ત્રાંસું આપાત

સિદ્ધાંત

જો λ તરંગલંબાઈ ધરાવતું પ્રકાશનું સમાંતર કિરણપુંજ d પહોળાઈવાળી સ્લિટ પર લંબરૂપે આપાત થાય [આકૃતિ P 1.1 *(a)*માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે], તો વિવર્તન ભાતનું મધ્યસ્થ અધિકતમ $\theta = 0$ પર મળશે અને

પછીના અધિકતમો $\sin\theta = \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{d}$, $n \neq 0$ પર મળશે.

સ્ટીલની ચકળતી માપપટ્ટી પર હોય તેવી સમાન અંતરે આવેલી આવી ઘણી બધી સ્લિટો ધ્યાનમાં લઈએ. વળી, પ્રકાશપુંજનો આપાતકોણ 90^oની નજીક હોય.



આકૃતિ P 1.2 : પ્રાયોગિક ગોઠવણની યોજનાકીય રેખાકૃતિ

આકૃતિ P 1.1 (b)ને અનુલક્ષીને આપાત અને વિવર્તિત કિરણપુંજ વચ્ચેનો પથ-તફાવત

$(N_1B - AN_2) = d\ (\sin\ i - \sin\ \theta)$

અહીં, i એ આપાત કિરણ અને લંબ વચ્ચેનો કોણ છે. $i \leq 90^o$ ના આપાતકોણ પર આપાત λ તરંગલંબાઈવાળા પ્રકાશના વિવર્તન માટે જો ધાતુની માપપટ્ટી પરના કાપાઓનો ઉપયોગ કરીએ, તો આકૃતિ P 1.2માં દર્શાવ્યા મુજબ, θ_m કોણે વિવર્તન પામતાં m મા ક્રમના અધિકતમ માટે,

$d\ (\sin\ i - \sin\ \theta_m) = m\lambda$ મળે.

જ્યાં ક્રમિક કાપાઓ વચ્ચેનું અંતર d અચળ છે.

જો $d = 1$ mm અને α = આપાત કિરણ અને સ્ટીલની માપપટ્ટી વચ્ચેનો કોણ હોય,

(P 1.1)

તો $\alpha = \left(\frac{\pi}{2} - i\right)$ અને $\beta_m = \left(\frac{\pi}{2} - \theta_m\right)$

તો ઉપરનું સમીકરણ નીચે મુજબ લખી શકાય : $d(\cos\ \alpha - \cos\ \beta_m) = m\lambda$

શૂન્યમાં ક્રમ ($m = 0$) માટે, કિરણપુંજ વિશિષ્ટ રીતે પરાવર્તન પામે છે અને $\alpha = \beta_0$ થાય. માપપટ્ટી પરના આપાત ક્ષેત્ર અને પડદાની વચ્ચેના અંતરને D લો. વિવર્તનનાં ટપકાં (spots) Y–અક્ષ પર આવેલ હોય છે અને m મા ક્રમના ટપકાના સ્થાનને y_m વડે દર્શાવીએ.

આકૃતિ P 1.2 પરથી

$$\cos\ \beta_m = \frac{D}{\sqrt{D^2 + y_m^2}} = \frac{D}{D\sqrt{1+\left(\frac{y_m}{D}\right)^2}}$$

$$\therefore \qquad \cos\ \beta_m = \left[1+\left(\frac{y_m}{D}\right)^2\right]^{-1/2}$$

$$= 1 - \frac{1}{2}\frac{y_m^2}{D^2} + \ldots$$

દ્વિપદી વિસ્તરણનો ઉપયોગ કરતાં ($\because$ બધા m માટે $y_m << D$ હોવાથી)

અને $\cos\alpha = \cos\beta_0 = 1 - \frac{1}{2}\frac{{y_o}^2}{D^2} + \ldots$

$\therefore \cos\alpha - \cos\beta_m \approx (y^2_m - y^2_0) / 2D^2 = \frac{m\lambda}{d}$ (સમીકરણ P1.1 પરથી)

માટે, પ્રકાશની તરંગલંબાઈ

$\lambda = d\,(y^2_m - y^2_0) / 2\,m\,D^2$ વડે આપી શકાય.

પદ્ધતિ

(1) સ્ટૅન્ડ પર ધાતુની માપપટ્ટીને સમક્ષિતિજ ગોઠવો.

(2) માપપટ્ટીના છેડા પાસે બીજા સ્ટૅન્ડ પર લેસરનું ઉદ્‌ગમ ગોઠવો.

(3) બંને સ્ટૅન્ડને સમાન ઊંચાઈએ એકબીજાથી લગભગ 20 cm દૂર રહે તે રીતે ટેબલ પર મૂકો.

(4) માપપટ્ટીથી 3 થી 4 m અંતરે, લેસરના ઉદ્‌ગમ સ્થાનની સામેની દીવાલ પર આલેખનો એક કાગળ ચોંટાડો.

(5) લેસર ઉદ્‌ગમને ચાલુ કરો અને તેને એવી રીતે ઢોળાવ આપો કે જેથી લેસરની કિરણપુંજ માપપટ્ટી પરના છિદ્ર/થોભણ (grooves) પર ગ્રેઝિંગ (grazing) [આપાતકોણનો પૂરકકોણ] કોણે અથડાય અને આલેખવાળા કાગળ પર વિવર્તન બિંદુઓ જોવા મળે. (આલેખના કાગળ પર બિંદુઓ જોવા માટે તમારે ઉદ્‌ગમ અને માપપટ્ટીનું સ્થાન અને નમન ગોઠવવું પડશે.)

(6) હવે લેસર અને માપપટ્ટીનું સ્થાન તથા નમન નિશ્ચિત રાખો.

(7) આલેખના કાગળ પર જુદાં-જુદાં વિવર્તન બિંદુઓનાં સ્થાનનાં નિશાન કરો.

(8) ધાતુની માપપટ્ટી હટાવી, લેસર ઉદ્‌ગમ પરથી સીધા આવતાં બિંદુઓનું આલેખ પેપર પર અવલોકન કરો. આ સ્થાનને $(-y_0)$ કહો.

(9) સીધી આવતી કિરણપુંજના સ્થાન $(-y_0)$ અને પ્રથમ બિંદુ (y_0)ના વચ્ચેના મધ્ય બિંદુ આલેખ પર શોધો અને તેને M કહો.

(10) હવે M થી બીજા બિંદુનું અંતર (y_1) માપો.

(11) વિવર્તન ભાતના બીજા અને ત્રીજા ક્રમનું અવલોકન મેળવવા પદ 7 થી 10નું પુનરાવર્તન કરો.

અવલોકનો

પ્રથમ ક્રમ માટે :

d = 1 mm

D = ... m

M થી પ્રથમ બિંદુનું અંતર (y_0) = ... y_0

M થી બીજા બિંદુનું અંતર (y_1) = ... y_1

બીજા અને ત્રીજા ક્રમનાં અવલોકનો - પ્રથમ ક્રમની જેમ જ.

ગણતરીઓ

દરેક સેટ માટે ($y_1^2 - y_0^2$)ની કિંમત ગણો અને પછી ($y_1^2 - y_0^2$)ની સરેરાશ કિંમત શોધો.

સૂત્ર $\lambda = \dfrac{d(y_1^2 - y_0^2)}{2D^2}$ માં આ સરેરાશ મૂલ્યનો ઉપયોગ કરી તરંગલંબાઈ λની કિંમત શોધો.

પરિણામ

લેસર કિરણપુંજની તરંગલંબાઈ = ... m

ચર્ચા

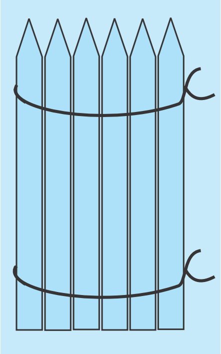
(1) 1 mm ના ક્રમના અડચણો (અવરોધો)ને ધ્યાનમાં લેતી વખતે, દૃશ્ય પ્રકાશના ચરણ આપાત (grazing incidance)ને ધ્યાનમાં લેવું શા માટે જરૂરી છે ?

જ્યારે $i = 45^o$ હોય ત્યારે શું વિવર્તન જોવા મળશે ?

(2) સોડિયમના સ્ફટીકનો લેટિસ (Lattice) અચળાંક 1 $\overset{0}{A}$ છે. શું તમે સોડિયમના સ્ફટીકથી લેસર પ્રકાશનું વિવર્તન મેળવી શકો ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો/પ્રવૃત્તિઓ

આ પરિયોજનામાં ઉપયોગમાં લીધેલા તે જ સિદ્ધાંતની મદદથી પેન્સિલોના સમૂહને નીચે આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે એકબીજાની જોડે મૂકી પેન્સિલની જાડાઈ માપો. (આકૃતિ P 1.3)



આકૃતિ P 1.3 : એકબીજાને અડકીને મૂકેલી પેન્સિલોનો સમૂહ

પરિયોજના 2

હેતુ

કોષનો આંતરિક અવરોધ જે પરિબળો પર આધારિત છે તેનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

પોટૅન્શિયોમીટર, બૅટરી, એક માર્ગી ત્રણ કળ (One-way keys), નાના અવરોધવાળું રીઓસ્ટેટ (rheostat), એક ગૅલ્વેનોમીટર, ઉંચા અવરોધવાળી અવરોધ પેટી, આંશિક અવરોધવાળી અવરોધ પેટી, એમીટર, વોલ્ટમીટર, વોલ્ટાનો કોષ, જુદી-જુદી સાંદ્રતાવાળાં વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણો (electrolytes), જૉકી, જોડાણ માટેના તાર અને કાચપેપર.

પદો અને વ્યાખ્યાઓ

(1) આંતરિક અવરોધ : કોષમાંના વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણ વડે પસાર થતા વિદ્યુતપ્રવાહને લાગતો અવરોધ.

(2) વિદ્યુતચાલક બળ *emf* (E) : ઑપન સર્કિટ (Open Circuit) (એટલે કે જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો ન હોય) સ્થિતિમાં આપેલ કોષનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત.

સિદ્ધાંત

પોટૅન્શિયોમીટરનો સિદ્ધાંત : સ્થિત પ્રવાહ વહન કરતા અને સમાન આડછેદ ધરાવતા વાહકની લંબાઈના બે છેડા વચ્ચે મળતા વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત તે વાહકની લંબાઈના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

કોષનો આંતરિક અવરોધ

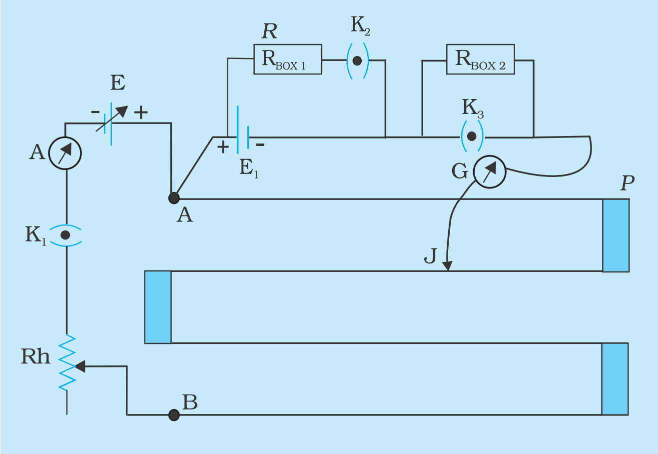
(i) ઈલેક્ટ્રૉડ (પ્લેટો) વચ્ચેના અંતર

(ii) વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણમાં ડુબાડેલા ઈલેક્ટ્રૉડ વચ્ચેના સામાન્ય (common) વિસ્તાર અને

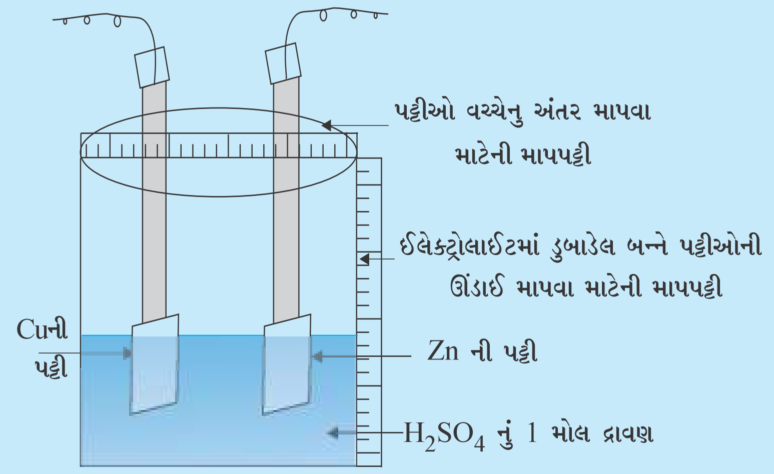
(iii) વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણની સાંદ્રતા પર આધારિત છે.

પદ્ધતિ

(1) આપેલ સાંદ્રતાવાળા વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણને ભરીને એક કોષ બનાવો. [આકૃતિ P 2.2]



આકૃતિ P 2.1 : પોટૅન્શિયોમીટર વડે પ્રાથમિક કોષનો આંતરિક અવરોધ માપવા માટેનો પરિપથ



આકૃતિ P 2.2 : આપેલ સાંદ્રતાવાળા ઈલેક્ટ્રૉલાઈટ સાથેનો વૉલ્ટાનો કોષ

(2) કોષનો આંતરિક અવરોધ નક્કી કરવા માટેનો પરિપથ ગોઠવો. [આકૃતિ P 2.1] (સંદર્ભ : પ્રયોગ E 5)

(3) પ્રયોગ E 5 માં વર્ણન કર્યું છે તે પ્રમાણે આપેલ કોષનો આંતરિક અવરોધ નક્કી કરો.

અવલોકનો અને ગણતરીઓ

(I) પ્લેટો વચ્ચેના અંતરની અસર

એક જ વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણમાં પ્લેટો વચ્ચે જુદાં-જુદાં અંતરો માટે કોષનો આંતરિક અવરોધ શોધો. તમારાં અવલોકન દરમિયાન દ્રાવણમાં ડુબાડેલી પ્લેટોનું ક્ષેત્રફળ સમાન રાખવું. કોષ્ટક P 2.1માં અવલોકનો નોંધવા.

કોષ્ટક P 2.1 : પ્લેટો વચ્ચેના અંતર પર આંતરિક અવરોધનો આધાર

ક્રમાંક	પ્લેટો વચ્ચેનું અંતર (cm)	R (Ω)	સમતોલનની લંબાઈ (cm)		આંતરિક અવરોધ $r = R \times \left(\frac{l_0 - l}{l}\right)$ (Ω)
			ઑપન સર્કિટ (જ્યારે કળ K_2 અને K_3 ખુલ્લી હોય)	બંધ-પરિપથ (જ્યારે કળ K_2 અને K_3 બંધ હોય)	
			લંબાઈ l_0 (cm)	લંબાઈ l	
1					
2					
3					

II. વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણમાં ડુબાડેલ પ્લેટોના સામાન્ય ક્ષેત્રફળની અસર

વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણમાં ડુબાડેલા પ્લેટની ઊંડાઈ બદલીને અથવા કોષમાં દ્રાવણનું લેવલ બદલીને કોષનો આંતરિક અવરોધ નક્કી કરવો. બધાં જ અવલોકનો કોષ્ટક P 2.2માં નોંધવાં.

પ્લેટની પહોળાઈ : .... cm

કોષ્ટક P 2.2 : વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણમાં ડુબાડેલી પ્લેટોના સામાન્ય ક્ષેત્રફળ પર આંતરિક અવરોધનો આધાર

ક્રમાંક	વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણમાં ડુબાડેલ પ્લેટની લંબાઈ (cm)	*R* (Ω)	સમતોલનની લંબાઈ (cm)		આંતરિક અવરોધ $r = R \times \left(\frac{l_0 - l}{l}\right)$ (Ω)
			ઑપન સર્કિટ (જ્યારે કળ K_2 અને K_3 ખુલ્લી હોય)	બંધ-પરિપથ (જ્યારે કળ K_2 અને K_3 બંધ હોય)	
			લંબાઈ l_0 (cm)	લંબાઈ l	
1					
2					
3					

III. વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણની સાંદ્રતાની અસર

બંને પ્લેટ વચ્ચેનું અંતર અચળ જાળવી, વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણમાં સમાન ક્ષેત્રફળ ડુબાડી, આપેલ સાંદ્રતાવાળા દ્રાવણને કોષમાં ભરી, કોષનો આંતરિક અવરોધ નક્કી કરો. આ પ્રયોગનું કોષમાં સમાન ઊંચાઈ સુધી જુદી-જુદી સાંદ્રતાવાળા વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણ ભરી પુનરાવર્તન કરવું. અવલોકનોને કોષ્ટક P 2.3માં નોંધવા.

કોષ્ટક P 2.3 : વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણની સાંદ્રતા પર આંતરિક અવરોધનો આધાર

ક્રમાંક	વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણની સાંદ્રતા (મોલમાં)	R (Ω)	સમતોલનની લંબાઈ (cm)		આંતરિક અવરોધ $r = R \times \left(\frac{l_0 - l}{l}\right)$ (Ω)
			ઑપન સર્કિટ (જ્યારે કળ K_2 અને K_3 ખુલ્લી હોય)	બંધ-પરિપથ (જ્યારે કળ K_2 અને K_3 બંધ હોય)	
			લંબાઈ l_0 (cm)	લંબાઈ l (cm)	
1					
2					
3					

પરિણામ

(1) ઇલેક્ટ્રૉડ (પ્લેટ) વચ્ચેના અંતરના વધારા સાથે કોષનો આંતરિક અવરોધ વધે છે.

(2) વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણમાં ડુબાડેલ ઇલેક્ટ્રૉડના સામાન્ય ક્ષેત્રફળના ઘટાડા સાથે આંતરિક અવરોધ વધે છે.

(3) વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણની સાંદ્રતાના ઘટાડા સાથે આંતરિક અવરોધ વધે છે.

સાવચેતીઓ

(1) બૅટરી Eનું વિદ્યુતચાલક બળ, કોષ E_1ના વિદ્યુતચાલક બળ કરતા વધુ છે તેની ખાતરી કરી લેવી.

(2) બંને E અને E_1ના ધન છેડાને પોટૅન્શિયોમીટરના A છેડા સાથે જોડવા જોઈએ.

(3) વિદ્યુતપ્રવાહને બહુ લાંબા સમય માટે પસાર ન કરવો કે જેથી તાર ગરમ થાય જેના પરિણામે અવરોધમાં ફેરફાર થાય.

(4) તારની લંબાઈ હંમેશા જ્યાં બધા ધન છેડા જોડેલા હોય તેવા પોટૅન્શિયોમીટરના છેડા A થી માપવી.

(5) જૉકીને તાર પર બહુ જોરથી ન દબાવવી નહિતર તારનો વ્યાસ સમાન નહિં રહે. વધુમાં, જૉકીને તાર પર ફેરવતી વખતે પણ ભાર ન આપવો.

ત્રુટિનાં ઉદ્ગમો

(1) પોટૅન્શિયોમીટરનો તાર સંપૂર્ણ લંબાઈ પર સમાન આડછેદવાળો ન પણ હોય.

(2) પોટૅન્શિયોમીટર પર વિદ્યુતવિભવનો ઘટાડો કરતાં સહાયક / ગૌણ (auxiliary) કોષનું વિદ્યુતચાલક બળ સંપૂર્ણ પ્રયોગ દરમિયાન અચળ ન પણ રહે.

(3) પોટૅન્શિયોમીટરના તારના છેડાઓના અવરોધને ગણતરીમાં લીધા નથી.

(4) વિદ્યુતપ્રવાહના કારણે પોટૅન્શિયોમીટર તાર ગરમ થવાથી પણ ત્રુટિ ઉદ્ભવી શકે.

ચર્ચા

(1) કોષનો આંતરિક અવરોધ તાપમાન પર પણ આધારિત હોય છે એટલે જ સંપૂર્ણ પ્રયોગ દરમિયાન વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણનું તાપમાન અચળ જાળવવું જોઈએ.

(2) સમતોલન બિંદુનું અંદાજિત સ્થાન મેળવતી વખતે, વધુ પડતા વિદ્યુતપ્રવાહથી ગેલ્વેનોમીટરને થતા નુકસાનથી બચાવવા, તેની સાથે શ્રેણીમાં મોટો અવરોધ જોડવો. આનાથી સમતોલન બિંદુના સ્થાન પર કોઈ અસર પડતી નથી. જોકે સમતોલન બિંદુનું ચોક્કસ સ્થાન મેળવતી વખતે આ અવરોધને દૂર કરવો. ગૅલ્વેનોમીટર સાથે સમાંતરમાં શંટ જોડીને પણ આ હેતુ પાર પાડી શકાય.

(3) આંતરિક અવરોધ વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ પર પણ આધારિત છે, તેથી વહેતો પ્રવાહ પણ ખાસ બદલાવવો જોઈએ નહિ.

(4) વાહકનો અવરોધ તેની લંબાઈ સાથે વધે છે એટલે જ કોષનો આંતરિક અવરોધ પ્લેટ વચ્ચેના અંતરના વધારા સાથે વધે છે.

(5) વાહકનો અવરોધ તેના આડછેદના ક્ષેત્રફળ સાથે વ્યસ્ત પ્રમાણમાં બદલાય છે. તેથી કોષનો આંતરિક અવરોધ પ્લેટના સામાન્ય ક્ષેત્રફળના ઘટાડા સાથે વધે છે.

(6) વિદ્યુતવિભાજ્ય દ્રાવણની વાહકતા જે તે દ્રાવણના વિયોજન અંશ (degree of dissociation) પર આધારિત છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) જો ગૅલ્વેનોમીટરમાં ફક્ત એક જ તરફનું વિચલન મળે તો શું તારણ કાઢશો ?

(2) શું કોષ સાથે જોડેલા બાહ્ય અવરોધ Rને લાંબી અવધિમાં ફેરફાર કરી શકાય ?

(3) પોટૅન્શિયોમીટરની સંવેદિતા કઈ રીતે વધારી શકાય ?

(4) તમને બે કોષ A અને B આપેલ છે. આમાંથી કોષ A તાજો બનાવેલો અને કોષ B થોડા સમયથી વાપરેલો છે. આ બંનેમાંથી કયા કોષનો આંતરિક અવરોધ ઓછો હશે ?

પરિયોજના 3

હેતુ

ટાઈમ સ્વિચ (Time Switch) બનાવવી અને તેનો સમય-અચળાંક જુદાં-જુદાં પરિબળો પર કેવી રીતે આધારિત છે તેનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

એક બૅટરી (6V), એક ગોળો (6V, 0.06 A), એક રીલે (relay) (ચુંબકીય – 185 Ω), એક ટ્રાન્ઝિસ્ટર (n-p-n BC 108), બે કળ S_1 અને S_2, દરેક 1/2 W ના અવરોધો (5kΩ, 10 kΩ, 15 kΩ) , કેપેસીટર (વિદ્યુતવિભાજ્ય પ્રકારના 500 μF, 1000 μF, 2000 μF), જોડાણ માટેના તાર અને સ્ટૉપ ક્લોક (Stop Watch)

સિદ્ધાંત

જ્યારે C કેપેસીટન્સ ધરાવતા કેપેસીટરને અવરોધ R દ્વારા વિદ્યુતભારિત કરવામાં આવે ત્યારે કોઈ ક્ષણે આ કેપેસીટરે મેળવેલા વિદ્યુતભારને $q(t) = q_0[1 - e^{-\frac{t}{\tau}}]$ વડે આપી શકાય જ્યાં $\tau = RC$ એ સમય અચળાંક છે.

વિદ્યુતભારિત કરતી વખતે મહત્તમ વિદ્યુતભારના 63.7 % વિદ્યુતભાર મેળવવા માટે કેપેસીટરને લાગતા સમયને પરિપથનો સમય-અચળાંક કહે છે.

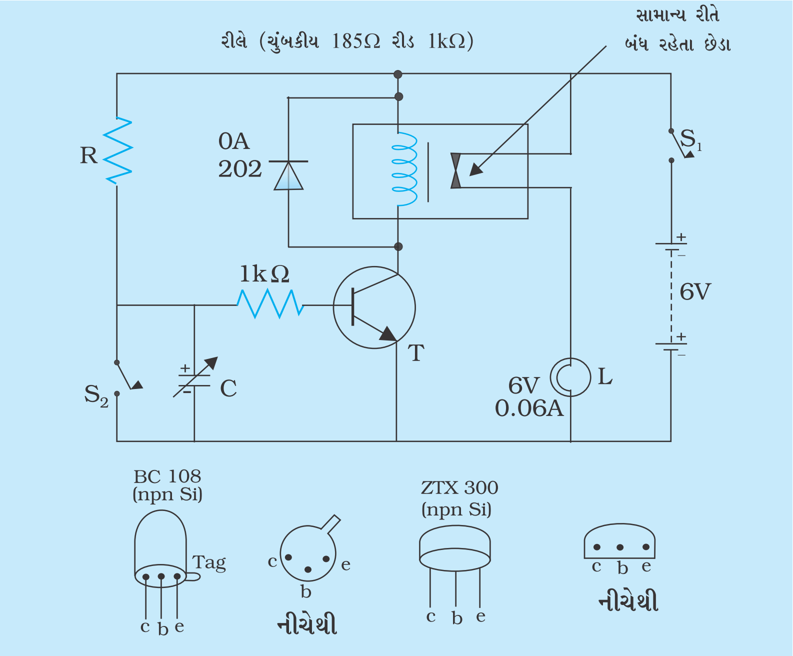
પદ્ધતિ

(1) આકૃતિ P 3.1 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ઘટકોને ગોઠવો અને પરિપથ બનાવો.

(2) સ્વિચ S_1 બંધ કરી, સ્ટૉપ ક્લોક ચાલુ કરો. ગોળો L ચાલુ થશે અને અવરોધ Rમાં થઈ કેપેસીટર C વિદ્યુતભારિત થવાનું ચાલુ થશે.

(3) થોડા સમય પછી, કેપેસીટર પરનો વોલ્ટેજ થ્રેશોલ્ડ (threshold) કિંમત કરતાં વધુ થશે જેથી ટ્રાન્ઝિસ્ટર T માંથી બેઝ પ્રવાહ વહેતો થશે અને એટલે જ કલેક્ટર પ્રવાહ પણ વહન પામશે. આને લીધે રીલે કોન્ટેક્ટ્સ (relay contacts) તૂટશે અને ગોળો બંધ થઈ જશે. જેવો ગોળો બંધ થાય કે તરત સ્ટૉપ ક્લોક બંધ કરવી. સમયગાળો નોંધવો અને તેને R અને Cના ગુણાકાર સાથે સરખાવો.

(4) Rની કિંમત (ધારો કે 5 kΩ) અચળ રાખી, Cની ત્રણ કિંમતો (દા.ત., 500 μF, 1000 μF,



આકૃતિ P 3.1 : ટાઈમ સ્વિચનું પરિપથ

2000 μF)નો ઉપયોગ કરી દરેક કિસ્સામાં સમયગાળો માપવો. *R*ની કિંમત 10 kΩ અને 15 kΩ લઈને આ જ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરવું. અવલોકનોને કોષ્ટક P 3.1માં નોંધવાં.

(5) Cની કિંમત (ધારો કે 500 μF) અચળ રાખવી, *R*ની ત્રણ કિંમતો (દા.ત., 5 kΩ, 10 kΩ અને 15kΩ)નો ઉપયોગ કરી ગોળો ચાલુ (ON) અને બંધ (OFF) વચ્ચેનો સમયગાળો માપો. Cની કિંમત 1000 μF અને 2000 μF લઈને આ જ પદ્ધતિનું પુનરાવર્તન કરવું. અવલોકનોને કોષ્ટક P 3.2માં નોંધવાં.

અવલોકનો અને ગણતરી

સ્ટૉપ ક્લોકનું લઘુત્તમ માપ = ... sec

કોષ્ટક P 3.1 : R અચળ હોય ત્યારનો સમયગાળો

ક્રમાંક	R_1 = 5 kΩ		ગુણાકાર	R_2 = 10 kΩ		ગુણાકાર	R_3 = 15 kΩ		ગુણાકાર
	C ની કિંમત (μF)	સમયગાળો (s)	*RC* (s)	*C* ની કિંમત (μF)	સમયગાળો (s)	*RC* (s)	*C* ની કિંમત (μF)	સમયગાળો (s)	*RC* (s)
1									
2									
3									

કોષ્ટક P 3.2 : C અચળ હોય ત્યારનો સમયગાળો

ક્રમાંક	C_1 = 500 μF		ગુણાકાર	C_2 = 1000 μF		ગુણાકાર	C_3 = 2000 μF		ગુણાકાર
	R ની કિંમત kΩ	સમયગાળો (s)	*RC* (s)	*R* ની કિંમત kΩ	સમયગાળો (s)	*RC* (s)	*R* ની કિંમત kΩ	સમયગાળો (s)	*RC* (s)
1									
2									
3									

પરિણામ

સમય સંચાલિત સ્વિચ (Time Operated Switch) તૈયાર છે અને ગુણાકાર *RC* એ સમય-અચળાંક છે.

સાવચેતી

પરિપથ અને તેમાં લગાડેલા ઘટકોને સાવચેતીથી તપાસવા. ડ્રાય સોલ્ડરિંગ (Dry Soldering) ન થાય તે માટે ખાસ ધ્યાન રાખવું.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

જો પરિપથમાં n-p-nને બદલે p-n-p ટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરીએ, તો તમે પરિપથમાં કેવો ફેરફાર કરશો ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

પૂર્ણતરંગ રેક્ટિફાયરમાં મળતા સ્પંદયુક્ત (Pulsating) DCને લીસું (smooth) કરવા માટે લોડ સાથે સમાંતરમાં કેપેસીટર જોડી શકાય. કેપેસીટરના ચાર્જિંગ અને ડિસ્ચાર્જિંગ (discharging)ને આ એકધારું કરવાની ક્રિયા (smoothening) સાથે સાંકળો. વધુમાં, એ પણ ચર્ચા કરો કે વધુ કેપેસીટન્સવાળો કેપેસીટર વાપરીએ તો શું એકધારો થવાની પ્રક્રિયામાં કોઈ સુધારો આવે.

પરિયોજના 4

હેતુ

ફોટો ટ્રાન્ઝિસ્ટર (Photo Transistor)ના ઉપયોગથી વિવિધ ઉદ્‌ગમો વડે ઉત્સર્જાતા પારરક્ત (Infrared) વિકિરણોનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટર, મિલિએમીટર (0 – 30mA), 6Vની બે બૅટરીઓ, ઈન્ફ્રારેડ ઉદ્‌ગમો જેવા કે IR LED, વિદ્યુત-ગોળા (40 W, 60 W, 100 W), ચલ અવરોધ, અવરોધો (1 kΩ, 5 kΩ), કળ (keys), જોડાણ માટેના તાર

સાધન/ઉપકરણનું વર્ણન

ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટર : એવું ફોટોડીટેક્શન (Photodetection) ઉપકરણ કે જેના બેઝ ક્ષેત્રમાં પ્રકાશ પડતા કલેક્ટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહ મળે છે.

ટંગ્સ્ટન (Tungsten)નો વિદ્યુત-ગોળો (કે જે રોજબરોજ વાપરીએ છીએ) દશ્ય પ્રકાશ અને ઈન્ફ્રારેડ બંને વિકિરણોનો ઉદ્‌ગમ છે.

પદો અને વ્યાખ્યાઓ

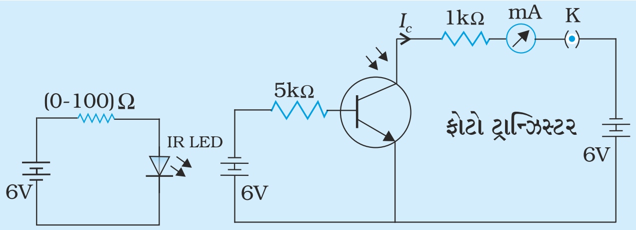
10^{11} Hz થી 10^{14} Hz આવૃત્તિનો વિસ્તાર ધરાવતા વિદ્યુત ચુંબકીય વિકિરણોને ઈન્ફ્રારેડ વિકિરણો કહે છે કારણ કે તેમની તરંગલંબાઈ દશ્ય પ્રકાશના લાલ રંગની તરંગલંબાઈ કરતા વધુ હોય છે.

સિદ્ધાંત

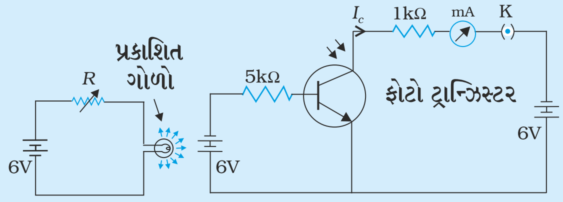
કલેક્ટર પરિપથમાં પ્રવાહનું મૂલ્ય બેઝ ક્ષેત્ર પર આપાત થતા વિકિરણની તીવ્રતા પર આધારિત હોય છે.

પદ્ધતિ

ફોટોડીટેક્ટર (photodetector) એક સંવેદનશીલ ઉપકરણ હોવાથી તેને અને ઉદ્‌ગમને એક બંધ ડબામાં મૂકવો જેથી બીજાં વિકિરણો (જેવા કે દશ્ય / ઈન્ફ્રારેડ) કટ-ઑફ થાય. વધુમાં, સાપેક્ષ નમન બદલ્યા વગર તમે ઉદ્‌ગમ અને ડીટેક્ટર (detector) વચ્ચેનું અંતર બદલી શકો તેમજ તેને માપી પણ શકો. ઉપકરણની સંપૂર્ણ ગોઠવણ આકૃતિ P4.1માં દર્શાવેલ છે.



(a)



(b)

આકૃતિ P 4.1 (a) : ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરી IR LED માંથી નીકળતા IR વિકિરણને માપવા માટેનો પરિપથ

આકૃતિ P 4.1 (b) : ફોટોટ્રાન્ઝિસ્ટરનો ઉપયોગ કરી ગોળામાંથી નીકળતા IR વિકિરણને માપવાનો પરિપથ

પહેલા IR LED / ગોળાને ડીટેક્ટરની એકદમ નજીક રાખી, IR ડીટેક્ટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહને મહત્તમ કરો. અંતર માપી લો. એમીટરનું અવલોકન નોંધો. હવે અંતરને ક્રમશઃ વધારતા જાઓ અને અનુરૂપ એમીટરનું અવલોકન નોંધો અને તમારાં અવલોકનોને કોષ્ટકમાં નોંધો.

જુદાં-જુદાં ઉદ્ગમો (ગોળા) માટે તમારાં અવલોકનોનું પુનરાવર્તન કરો.

અવલોકન

મિલિએમીટરની અવધિ = ... mA

મિલિએમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... mA

મિલિએમીટરનું પ્રારંભિક અવલોકન = ... mA

કોષ્ટક P 4.1 : જુદાં-જુદાં ઉદ્ગમો માટે ડીટેક્ટર પ્રવાહ

ક્રમાંક	ઉદ્ગમ	ઈનપુટ પાવર	ઉદ્ગમની સાપેક્ષે ડીટેક્ટરનું સ્થાન x (cm)	ડીટેક્ટર પ્રવાહ I (mA)
1	IR LED	નાનું	(i) (ii) (iii) (iv)	
2	ગોળો	40 W	(i) (ii) (iii) (iv)	
3	ગોળો	60 W	(i) (ii) (iii) (iv)	
4	ગોળો	100 W	(i) (ii) (iii) (iv)	

પરિણામ

(1) ઉદ્‌ગમથી ડીટેક્ટરના અંતરના વધારા સાથે ડીટેક્ટર પ્રવાહ બદલાય છે.

(2) આપેલ અંતર માટે, જુદાં-જુદાં ઉદ્‌ગમો માટે ડીટેક્ટર પ્રવાહ જુદો-જુદો મળે છે.

સાવચેતીઓ

(1) જોડાણો સ્વચ્છ અને મજબૂત હોવાં જોઈએ.

(2) ઉદ્‌ગમ અને ડીટેક્ટરને બંધ ડબામાં રાખવું જેથી છૂટાછવાયા વિકિરણો કટ-ઑફ થાય.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

(1) છૂટાંછવાયાં (વધારાનાં) વિકિરણો સંપૂર્ણપણે કટ-ઑફ ન પણ થયાં હોય.

(2) મિલિએમીટરના લઘુત્તમ માપના કારણે ત્રુટિ ઉદ્‌ભવી શકે.

ચર્ચા

(1) આકૃતિ P 4.1માં દર્શાવેલ પરિપથમાં IR LED પ્રવાહ બદલવાની જોગવાઈ છે. શું તમને લાગે છે કે આને લીધે ઉત્સર્જિત વિકિરણની તીવ્રતા અથવા વિકિરણની આવૃત્તિ અથવા બંને પર અસર પડશે. IR LEDને બદલે લાલ, પીળો અને લીલો LED તે જ ગોઠવણ માટે અજમાવો.

(2) ડીટેક્ટર પદાર્થ IR માટે સંવેદનશીલ હોય છે. તેના વર્ક ફંક્શનના મૂલ્ય બાબતે તમારો શું વિચાર છે?

(3) જો તમે આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન એ જ ડીટેક્ટર સાથે, પણ માઇક્રોવેવ ઉદ્‌ગમ વાપરો તો, તમારા વિચાર પ્રમાણે ડીટેક્ટર પ્રવાહ શું મળશે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો/પ્રવૃત્તિઓ

(1) આ જ ગોઠવણની મદદથી જુદા-જુદા રંગના ફિલ્ટરનો ઉપયોગ કરી ડીટેક્ટર પ્રવાહ પર પ્રકાશના ઉદ્‌ગમની આવૃત્તિની અસરનો અભ્યાસ કરી શકાય. આપણે લાલ, નારંગી, પીળો, લીલો, વાદળી ફિલ્ટરોનો ઉપયોગ કરી દર્શાવી શકીએ કે કેવી રીતે લાલ અને નારંગી પ્રકાશ માટે ડીટેક્ટર પ્રવાહ મળતો નથી. જ્યારે લીલા અને વાદળી ફિલ્ટર વડે પ્રવાહ મળે છે.

(2) અવલોકનોના દરેક સમૂહ માટે ડીટેક્ટરના સ્થાન (x) વિરુદ્ધ ડીટેક્ટર પ્રવાહ (I)નો આલેખ દોરો.

પરિયોજના 5

હેતુ

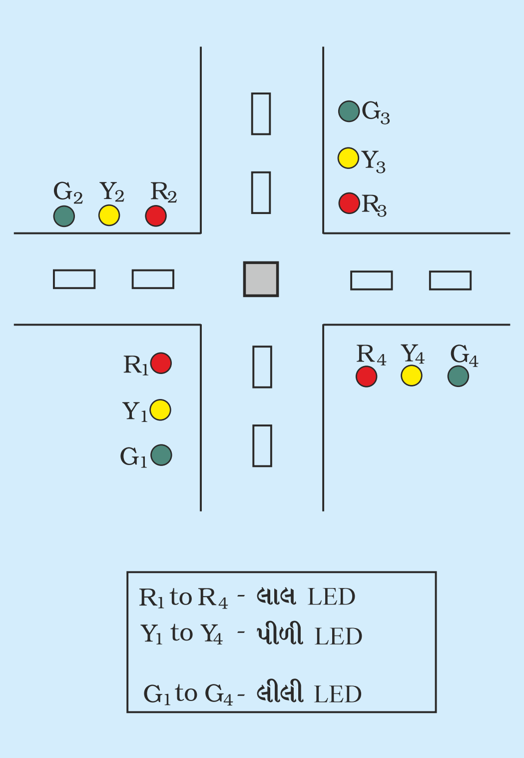
લૉજિક ગેટ્સના યોગ્ય સંયોજનનો ઉપયોગ કરી સ્વયંસંચાલિત ટ્રાફિક સિગ્નલ-વ્યવસ્થાની રચના કરવી.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

રંગ (લાલ, પીળા, લીલા) દરેકની ચાર LED, એક IC 555 ટાઈમર (Timer), એક IC 7490, બે NOT ગેટ (અથવા એક IC 7400), ચાર NAND ગેટ (અથવા એક IC 7400), 0.1 μF અને 10 μF (16 V)ના કેપેસીટર, 5.6 kΩ અને 150 kΩના અવરોધ (દરેક 1 Wના), 220 kΩના ચાર અવરોધ (દરેક 1 Wના), 47 kΩના બે અવરોધ (દરેક 1 Wના), બૅટરી, સ્વિચ

સિદ્ધાંત

ઈન્ટિગ્રેટેડ સર્કિટ (IC) એ ખૂબજ નાના કદનો ઈલેક્ટ્રૉનિક પરિપથ છે કે જેમાં ઈલેક્ટ્રૉનિક ઘટકો અને ઉપકરણોનું આખું તંત્ર સમાવેલું હોય છે. એક ચિપ પર કેટલા ઘટકો લગાડેલાં હોય તેના આધાર પરથી ઈન્ટિગ્રેટેડ સર્કિટોને જુદાં-જુદાં સમૂહમાં વર્ગીકૃત કરાય છે : દા.ત., 555 ટાઈમર, IC 7400 વગેરે MSI (મિડિયમ સ્કેલ ઈન્ટિગ્રેટેડ) સર્કિટનાં ઉદાહરણો છે. કોઈ પણ લૉજિક ગેટનું કાર્ય યોગ્ય IC વાપરીને મેળવી શકાય.

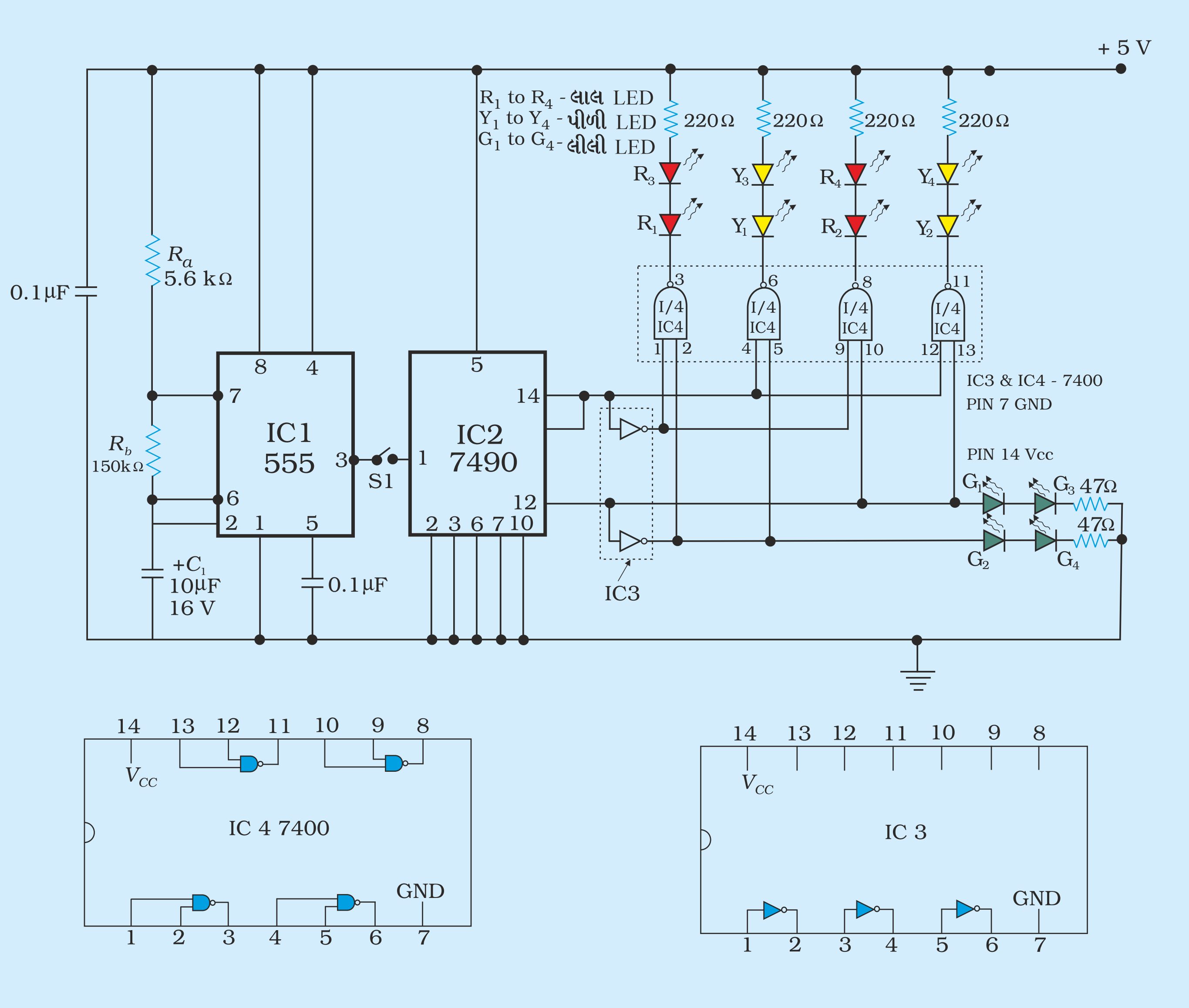


આકૃતિ P 5.1 : રોડ ટ્રાફિક લાઈટ તંત્રની પાયાની યોજનાકીય રેખાકૃતિ

આકૃતિ P 5.1માં ચાર રસ્તા પર ઉપયોગમાં લેવાતી સામાન્ય ટ્રાફિક લાઈટ સિસ્ટમની પાયાની ગોઠવણ બતાવી છે.

દરેક ટ્રાફિક લાઈટ સીસ્ટમ લાલ, પીળી અને લીલી લાઈટનો ઉપયોગ કરે છે. આજકાલ આ કાર્ય માટે LEDનો ઉપયોગ થાય છે. (અહીં R_1, Y_1, G_1 ; R_2, Y_2, G_2 ; R_3, Y_3, G_3 અને R_4, Y_4, G_4 વડે દર્શાવેલ છે.) ટ્રાફિક લાઈટ સીસ્ટમમાં સામાન્ય રીતે, ચાર રસ્તાની વિરુદ્ધ બાજુએ આવેલી સમાન રંગની લાઈટો એક સાથે ON અથવા OFF હોય છે. એટલે જ R_1 અને R_3, R_2

અને R_4, Y_1 અને Y_3, Y_2 અને Y_4, G_1 અને G_3, G_2 અને G_4ને શ્રેણીમાં જોડેલા હોય છે. આ



આકૃતિ P 5.2 : સ્વયંસંચાલિત ટ્રાફિક લાઈટનો મૂળભૂત પરિપથ

IC 7490 એ દશક (decade) કાઉન્ટર છે. નામ પ્રમાણે, એ દર 10 ઈનપુટ પલ્સ (pulse) પર એક આઉટપુટ પલ્સ (pulse) આપે છે.

IC 555 એ એકદમ સ્થાયી ટાઈમિંગ પરિપથ છે. જે ચોક્કસ ડીલે (delay) અથવા દોલનો ઉત્પન્ન કરે છે. તેનો આવર્તકાળ એક બાહ્ય અવરોધ-કેપેસીટરના સંયોજનથી નિયંત્રિત થાય છે. ટાઈમરની ટ્રિંગરિંગ (triggering) અને રીસેટિંગ (resetting)ની જોગવાઈ પણ હોય છે.

ટ્રાફિક લાઈટ સીસ્ટમમાં જો લાલ લાઈટ 8 સેકન્ડ (અથવા સમયના 8 એકમો) માટે ON રહે,

પીળી લાઈટ 2 સેકન્ડ માટે અને લીલી લાઈટ 10 સેકન્ડ માટે ON રહે, તો લાલ, પીળી અને લીલી લાઈટના સમયનો ગુણોત્તર 4:1:5 થાય.

IC 555 ટાઈમર IC તરીકે કાર્ય કરે છે જે અવરોધ સાથે શ્રેણીમાં જોડેલા કેપેસીટરના ચાર્જિંગ અને ડીસ્ચાર્જિંગના સિદ્ધાંત પર કાર્ય કરે છે અને તે ચોક્કસ સમયગાળા માટે ઊંચું અથવા નીચું આઉટપુટ આપે છે. વર્તમાન પરિસ્થિતિમાં તેનો ઉપયોગ ચોરસ તરંગ આઉટપુટ મેળવવામાં કે જેનો આવર્તકાળ, કેપેસીટન્સ C_1 અને અવરોધો R_a અને R_bની યોગ્ય કિંમતો લઈને બદલી શકાય છે. આવા ટાઈમરનો આવર્તકાળ નીચે પ્રમાણે આપી શકાય છે :

$$T = 0.693\ (R_a + R_b)\ C_1 \sim 0.693\ R_a C_1 \text{ (કેમ કે, } R_a >> R_b)$$

IC 7490 એ દશક કાઉન્ટરનું કાર્ય કરે છે.

પદ્ધતિ

(1) આકૃતિ P 5.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથમાં ઘટકો જોડો.

(2) એક પ્લાયવુડનું પાટિયું લઈ તેના પર કાળો કલર (રોડનો કલર) કરવો.

(3) ચાર જુદી-જુદી પટ્ટીઓ પર LED R_1, Y_1, G_1; R_2, Y_2, G_2; R_3, Y_3, G_3 અને R_4, Y_4, G_4ને લગાડો અને આ ચાર પટ્ટીઓ ચાર રસ્તાની યોગ્ય ચાર બાજુઓ પર જોડી દો.

(4) પરિપથનાં જોડાણોની બે વાર ચકાસણી કરો અને પછી ટ્રાફિક લાઈટ સીસ્ટમની કામગીરી માટે સ્વિચ બંધ કરો.

અવલોકનો

કોષ્ટક P 5.1: જુદા-જુદા સમયના કાઉન્ટ પર લાઈટોને ON રહેવા માટેની જરૂરિયાતો

સમયનો એકમ (S)	R_1, R_3	Y_1, Y_3	G_1, G_3	R_2, R_4	Y_2, Y_4	G_2, G_4
0 થી 3	1	0	0	0	0	1
4	0	1	0	0	0	1
5 થી 8	0	0	1	1	0	0
9	0	0	1	0	1	0

પરિણામ

સ્વિચ S_1 બંધ કરતા જ, ટ્રાફિક લાઈટ સીસ્ટમ નિદર્શન આપવાનું કાર્ય શરૂ કરે છે.

સાવચેતીઓ

(1) પરિપથની ગોઠવણીમાં વપરાતા ઘટકોનું સોલ્ડરિંગ (Soldering) કરતી વખતે પૂરતું ધ્યાન રાખવું જેથી ડ્રાય સોલ્ડરિંગ જોડાણો ટાળી શકાય.

(2) સીધેસીધા સોલ્ડરિંગથી ICને નુકસાન ન થાય તે માટે IC બેઝનો ઉપયોગ કરવો.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) ફક્ત LED અને રીલે પરિપથનો ઉપયોગ કરી ટ્રાફિક સિગ્નલ સીસ્ટમનો પરિપથ ડિઝાઈન કરો.

(2) NAND ગેટનો ઉપયોગ કરી મૂળભૂત ગેટ (OR, AND, NOT) ડિઝાઈન કરો.