(2) વિદ્યુત-પરિપથમાં જુદાં-જુદાં ઘટકોને જોડવા માટે સામાન્ય રીતે કૉપર (તાંબા)ના તારનો ઉપયોગ શા માટે થાય છે ?

(3) પરિપથમાં લાંબા સમય સુધી સતત વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થવા દેવામાં આવે તો શું થાય ? શા માટે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) તારનો વ્યાસ અચળ રાખવામાં આવે ત્યારે તારની લંબાઈનો તેના અવરોધ પર અસરનો અભ્યાસ કરવો.

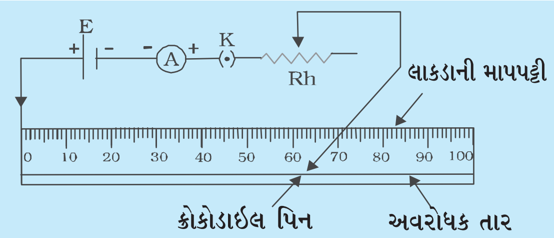
(2) બજારમાં પ્રાપ્ય હોય તેવા જુદા-જુદા SWG (પ્રમાણભૂત તાર-જાડાઈ - Standard wire gauge) ધરાવતા તારનો ઉપયોગ કરી તેમની લંબાઈ અચળ જાળવી રાખી તારના અવરોધ પર તારના વ્યાસની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

(3) જુદા-જુદા દ્રવ્યના બનેલા તારની અવરોધકતાનો અભ્યાસ કરવો. શું આ બધા તાર માટે અવરોધકતા સમાન છે ?

(4) સમાન દ્રવ્યમાંથી બનેલ બે એકરૂપ તારની લંબાઈ સમાન છે. જેમાંથી એક તારના વર્તુળાકાર આડછેદનું ક્ષેત્રફળ A છે. જ્યારે બીજા તારનો આડછેદ વર્તુળાકાર નથી પરંતુ આડછેદનું ક્ષેત્રફળ A છે. શું તેઓના અવરોધ સમાન હશે ?

(5) ટૉર્ચના બલ્બના ફિલામેન્ટ માટે વોલ્ટેજ અને પ્રવાહના સંબંધનો અભ્યાસ કરવો.

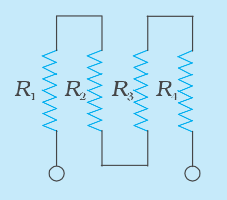
(6) આકૃતિ E 1.3માં દર્શાવ્યા મુજબ પરિપથ જોડો.



આકૃતિ E 1.3

ક્રોકોડાઇલ પિનને 10, 20, 30....... cm આગળ જોડીને એમીટરનું અવલોકન I નોંધો. $\frac{1}{I}$ અને l વચ્ચેનો આલેખ દોરો. તેનો ઢાળ શોધો અને તેના પરિણામનું અર્થઘટન કરો. આ આલેખનો ઉપયોગ શું અવરોધક તારની એકરૂપતા ચકાસવા કરી શકાય ?

(7) ચાર અવરોધો R_1, R_2, R_3 અને R_4ને આકૃતિ E 1.4માં દર્શાવ્યા મુજબ ભેગા કરો. 6 Vના ઉદ્‌ગમ, એમીટર અને વોલ્ટમીટરનો ઉપયોગ કરી અવરોધોના આ સંયોજનને જોડીને વિદ્યુતપરિપથ પૂર્ણ કરો. દરેક અવરોધમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ / વોલ્ટેજનું માપન કેવી રીતે કરશો ?



આકૃતિ E 1.4

પ્રયોગ 2

હેતુ

મીટરબ્રિજનો ઉપયોગ કરીને આપેલા તારનો અવરોધ નક્કી કરવો અને તે પરથી તારના દ્રવ્યની અવરોધકતા નક્કી કરવી.

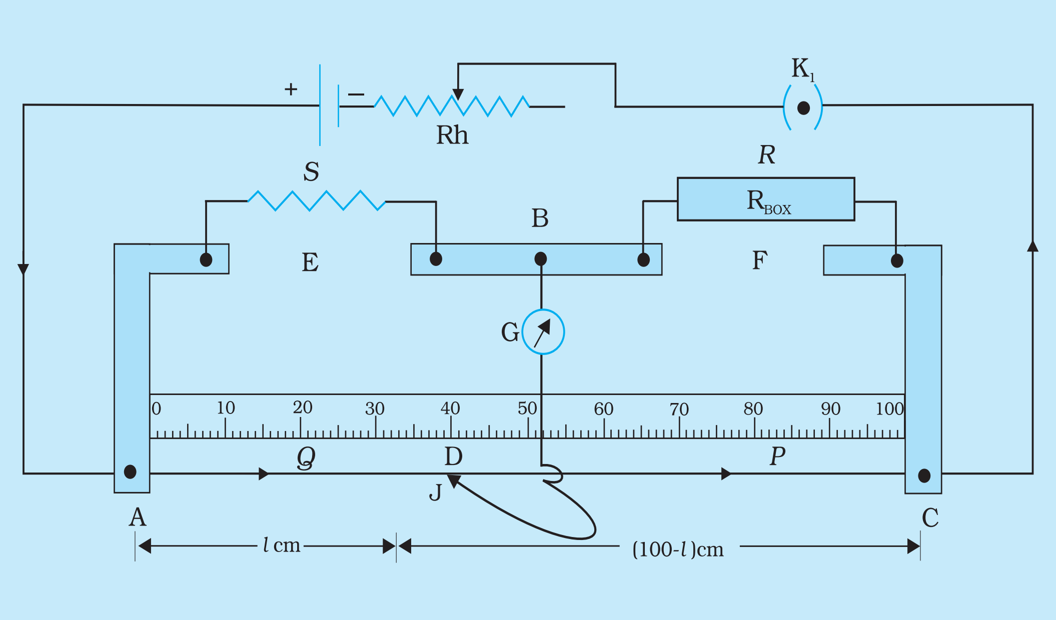
સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

મીટરબ્રિજ, (જે દ્રવ્યનો વિશિષ્ટ અવરોધ નક્કી કરવો હોય તે દ્રવ્યનો) 1 m લાંબો તાર, અવરોધ પેટી, રીઓસ્ટેટ, ગૅલ્વેનોમીટર, જૉકી, એકમાર્ગી કળ, કોષ અથવા બૅટરી એલિમિનેટર, જોડાણ માટેના જાડા તાર, કાચપેપર, સ્ક્રૂગેજ.

સાધનનું વર્ણન

મીટરબ્રિજ :

તે લાકડાના પાટિયા પર માપપટ્ટી પર ગોઠવેલ કોન્સ્ટનટનના 1 મીટર લંબાઈનો સમાન આડછેદ ધરાવતો તાર AC ધરાવે છે. (આકૃતિ E 2.1) તારના બે છેડા ટર્મિનલ (જોડાણઅગ્ર) A અને C સાથે જોડેલા છે. કાટખૂણે વાળેલી ધાતુની જાડી પટ્ટીઓના ઉપયોગથી બે ખાલી જગ્યા (ભૂજા, gap) E અને F બનાવેલ છે કે જેમાં અવરોધો જોડીને વ્હીસ્ટન બ્રિજ બનાવાય છે. (આકૃતિ E 2.2) બે ગૅપની વચ્ચે



આકૃતિ E 2.1 મીટરબ્રિજ

જોડાણઅગ્ર (ટર્મિનલ) B છે જે ગૅલ્વેનોમીટર સાથે જોડવા માટે ઉપયોગમાં લેવાય છે અને ગૅલ્વેનોમીટરનો બીજો છેડો જૉકી J સાથે જોડાય છે.

સિદ્ધાંત

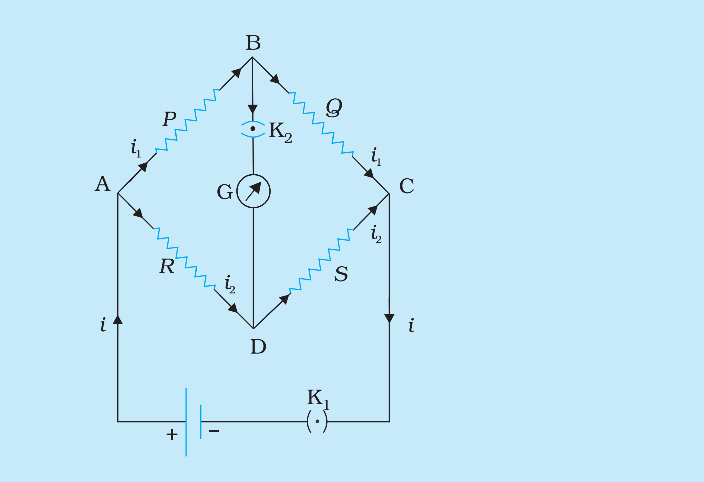
મીટરબ્રિજ એ વ્હીસ્ટન બ્રિજના સિદ્ધાંત ઉપર કાર્ય કરે છે. આકૃતિ E 2.2માં દર્શાવ્યા અનુસાર તે ABCD નેટવર્કના સ્વરૂપમાં ચાર અવરોધો *P, Q, R* અને *S* ધરાવે છે. જોડાણઅગ્ર A અને Cને કોષના બે છેડાઓ સાથે કળ K_1 દ્વારા જોડવામાં આવે છે. જોડાણઅગ્ર B અને Dને સંવેદનશીલ ગૅલ્વેનોમીટર G સાથે કળ K_2 દ્વારા જોડવામાં આવે છે.

જો ગૅલ્વેનોમીટર G માં કોઈ આવર્તન ન મળે, તો વ્હીસ્ટન બ્રિજની સંતુલિત સ્થિતિમાં,

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} \quad \text{(E 2.1)}$$

જો *P, Q* અને *R* જ્ઞાત હોય, તો (E 2.1) સંબંધનો ઉપયોગ કરી *S* નક્કી કરી શકાય છે.

મીટરબ્રિજની ખાલી જગ્યા E માં અજ્ઞાત અવરોધ *S* અને ખાલી જગ્યા Fમાં અવરોધપેટી (R_{Box})ને જોડવામાં આવે છે. જોડાણઅગ્ર Bને ગૅલ્વેનોમીટર Gના એક છેડા સાથે જોડવામાં આવે છે. ગૅલ્વેનોમીટરનો બીજો છેડો જૉકી સાથે જોડવામાં આવે છે જે તાર AC પર સરકી શકે છે. ડીસી (dc) પ્રવાહના ઉદ્‌ગમને કળ K_1 દ્વારા A અને C વચ્ચે જોડવામાં આવે છે કે જેના વડે ACના બે છેડા વચ્ચે અચળ વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત પૂરો પાડી શકાય.



આકૃતિ E 2.2 : વ્હીસ્ટન બ્રિજ

ખાલી જગ્યા (ગૅપ) F માં જોડેલી અવરોધપેટી (R_{Box}) માંથી અનુરૂપ કળ કાઢીને જ્ઞાત મૂલ્યનો અવરોધ (અથવા તાર) દાખલ કરેલ છે. જૉકીને તાર AC ઉપર એવી રીતે ફેરવવામાં (સરકાવવામાં) આવે છે કે જેથી ગૅલ્વેનોમીટરમાં કોઈ આવર્તન ન મળે. જૉકીને જ્યારે તટસ્થબિંદુ તરીકે ઓળખાતા બિંદુ D પર મૂકતાં આવુ બને છે. આ પરિસ્થિતિમાં,

$$\frac{P}{Q} = \frac{R}{S} = \frac{\text{DCલંબાઈના તારનો અવરોધ}}{\text{ADલંબાઈના તારનો અવરોધ}} \quad \text{(E 2.2)}$$

સમાન આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતા તારનો અજ્ઞાત અવરોધ S નીચેના સૂત્ર દ્વારા આપી શકાય :

$$S = R \times \frac{l}{100 - l} \quad \text{(E 2.3)}$$

કેમ કે, સમાન આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતા તાર માટે અવરોધ એ લંબાઈના સમપ્રમાણમાં છે.

આમ, l અને R જાણીને સમીકરણ (E 2.3) નો ઉપયોગ કરીને, અજ્ઞાત અવરોધ Sનું મૂલ્ય નક્કી કરી શકાય છે.

અવરોધકતા

આપેલ તારના દ્રવ્યની અવરોધકતા (વિશિષ્ટ અવરોધ)

$$\rho = \frac{S\,a}{L}$$

જ્યાં S એ L લંબાઈ ધરાવતા તારનો અવરોધ અને આડછેદનું ક્ષેત્રફળ $a = \pi r^2$, (r એ ત્રિજ્યા છે.)

પદ્ધતિ

(1) સ્ક્રૂગેજની મદદથી તારનો સરેરાશ વ્યાસ શોધો. આ પરથી તેની ત્રિજ્યાનું મૂલ્ય મેળવો.

(2) કાચપેપરના ટુકડાની મદદથી જોડાણ માટેના તારના છેડાઓ પાસે અવાહક આવરણ દૂર કરો. અવરોધ પેટીની દરેક કળને દબાવીને ચુસ્ત રીતે બંધ કરો.

(3) આકૃતિ E 2.1માં દર્શાવ્યા મુજબ ગેપ E માં જાણીતી લંબાઈનો અજ્ઞાત અવરોધ રાખી પરિપથ તૈયાર કરો.

(4) પછી, અવરોધપેટીમાંથી અવરોધ R કાઢો. જૉકીને પ્રથમ જોડાણઅગ્ર (ટર્મિનલ) A સાથે સંપર્ક કરાવો અને પછી જોડાણઅગ્ર C સાથે સંપર્ક કરાવો. દરેક કિસ્સામાં ગૅલ્વેનોમીટરના દર્શકનું આવર્તન કઈ દિશામાં મળે છે તે નોંધો. જૉકી J તાર સાથે ખૂબ ઓછા સમય માટે સંપર્કમાં રહે તેની ખાતરી રાખો. જો જૉકીના આ બે છેડાના સંપર્ક દરમિયાન ગૅલ્વેનોમીટર શૂન્યના ચિહ્નની બંને બાજુ આવર્તન દર્શાવે, તો તાર AC પર કોઈ બિંદુ પાસે તટસ્થબિંદુ મેળવી શકાય. જો આવું ન થતું હોય તો, અવરોધ R એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તાર AC પર લગભગ મધ્યમાં એટલે કે 30 cm અને 70 cmની વચ્ચે તટસ્થ બિંદુ મળે.

(5) જો એક જ બાજુ આવર્તન મળે તો, પરિપથમાં ફરીથી ખાસ કરીને જોડાણો તેમની સાતત્યતા માટે ચકાસો.

(6) અવરોધ Rનાં જુદાં-જુદાં ચાર મૂલ્યો માટે પદ 4 પુનરાવર્તિત કરો.

(7) અવરોધો S અને Rના સ્થાન બદલો અને Rનાં 5 સમાન મૂલ્યો માટે પદ 4 થી 6 પુનરાવર્તિત કરો. જ્યારે S અને Rના સ્થાન બદલો ત્યારે ખાત્રી કરો કે સમાન લંબાઈ ધરાવતો અવરોધ S, હવે ગૅપ (ખાલી જગ્યા) F માં છે. આ અદલાબદલી જોડાણઅગ્રો દ્વારા દાખલ થતા અવરોધની અસરની કાળજી રાખવા માટે છે.

અવલોકનો

(1) અજ્ઞાત અવરોધના તારની લંબાઈ, L = ... cm

(2) અજ્ઞાત અવરોધના તારના વ્યાસનું માપન

સ્ક્રૂગેજનું લઘુત્તમ માપ (L.C.) = ... mm

સ્ક્રૂગેજની શૂન્ય ત્રુટિ = ... mm

સ્ક્રૂગેજની શૂન્ય ત્રુટિનો સુધારો = ... mm

કોષ્ટક E 2.1 તારનો વ્યાસ

ક્રમ નં.	એક બાજુનાં અવલોકન			પરસ્પર લંબ દિશાનાં અવલોકનો			સરેરાશ વ્યાસ
	મુખ્ય માપક્રમનું અવલોકન P (mm)	વર્તુળાકાર માપક્રમનો એકરેખસ્થ થતો વિભાગ n	વ્યાસ $d_1 = P + n \times$L.C. (mm)	મુખ્ય માપક્રમનું અવલોકન P' (mm)	વર્તુળાકાર માપક્રમનો એકરેખસ્થ થતો વિભાગ n'	વ્યાસ $d_2 = P' + n' \times$L.C. (mm)	$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$ (mm)
1							
2							
3							

સરેરાશ વ્યાસ (શૂન્ય ત્રુટિના સુધારા સાથે) = ... mm

તારની ત્રિજ્યા r = ... mm

કોષ્ટક E 2.2 : અજ્ઞાત અવરોધ

ક્રમ નં.	ડાબી ભૂજામાં S					જમણી ભૂજામાં S									
	અવરોધ R Ω (ohm)	તટસ્થ બિંદુનું સ્થાન D (cm)	તટસ્થ બિંદુ માટેની લંબાઈ $(AD=l)$ (cm)	લંબાઈ DC = 100 – l (cm)	$S_1 = R \times \frac{l}{100-l}$ Ω (ohm)	તટસ્થ બિંદુનું સ્થાન D' (cm)	તટસ્થ બિંદુ માટેની લંબાઈ AD' = l' (cm)	લંબાઈ D'C = 100 – l' (cm)	$S_2 = R \times \frac{100-l'}{l'}$ Ω (ohm)	સરેરાશ અવરોધ $S = \frac{S_1 + S_2}{2}$ Ω (ohm)	ρ Ω m	ΔS_1 Ω	ΔS_2 Ω	ΔS Ω	$\Delta\rho$ Ωm
1															
2															
--															
5															
									સરેરાશ						

ગણતરીઓ

L = ... cm, r = ... mm, S = ... Ω

$\rho = S\dfrac{\pi r^2}{L}$ માં આ કિંમતો મૂકી ρ નું મૂલ્ય Ωmમાં ગણો.

ત્રુટિ

(E 2.4)

$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = \frac{\Delta S}{S} + \frac{2\Delta r}{r} + \frac{\Delta L}{L}$$

ત્રુટિઓ Δr અને ΔL તેમના માપન માટેનાં સાધનોના લઘુત્તમ માપ છે અને ત્રુટિ ΔS નીચેનાં સમીકરણો દ્વારા મેળવાતી મહત્તમ કિંમત છે.

(E 2.5)

$$\Delta S_1 = \left[\frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta l}{(100 - l)}\right] S_1$$

(E 2.6)

$$\Delta S_2 = \left[\frac{\Delta l'}{l'} + \frac{\Delta l'}{(100 - l')}\right] S_2$$

જો એવું ધારી લેવામાં આવે કે અવરોધપેટીમાં જે અવરોધ દર્શાવેલ છે તેટલો જ અવરોધ લાગતો હોય, તો $\Delta R = 0$

તેથી મહત્તમ ત્રુટિ $\Delta S = \Delta S_1 + \Delta S_2$

પરિણામ

(1) આપેલા તારનો શોધેલો અજ્ઞાત અવરોધ

$S \pm \Delta S$ = ... ± .... Ω.

(2) તારના દ્રવ્યની અવરોધકતા $\rho \pm \Delta\rho$ = ... ± .... Ωm.

અહીં S અને ρ એ સરેરાશ મૂલ્યો છે. ΔS અને $\Delta\rho$ એ ત્રુટિનાં પાંચ મૂલ્યોમાંથી મહત્તમ મૂલ્ય છે.

સાવચેતીઓ

(1) બધાં જ જોડાણો અને પ્લગ ચુસ્ત હોવાં જોઈએ.

(2) મીટરબ્રિજના તાર પર જૉકી સરળતાથી સરકવી જોઈએ.

(3) અવલોકનો લેતા હોય તે સમયે જ કળ K_1 ભરાવેલી હોવી જોઈએ.

(4) તટસ્થબિંદુ તારની મધ્યમાં (30 cm થી 70 cm) હોવું જોઈએ.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

(1) મીટરબ્રિજનો તાર સમાન આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો ન પણ હોય.

(2) તાંબાની પટ્ટીઓના છેડાના અવરોધો, જોડાણઅગ્રોના અવરોધોની અસર, માપનમાં અસર કરી શકે છે.

(3) જ્યારે તારને ગૅપ (ખાલી જગા) E અથવા F માં જોડવામાં આવે ત્યારે જોડાણઅગ્રોની નીચેના તારની લંબાઈ ગણતરીમાં આવતી નથી.

(4) ધાતુની પટ્ટીઓ / છેડાના અવરોધો અવગણી શકાય નહિ તેને લીધે અવરોધમાં ઉદ્‌ભવતી ત્રુટિ ગૅપ (ખાલી જગા) E અને Fમાં જ્ઞાત અને અજ્ઞાત અવરોધોની અદલાબદલી કરીને ઘટાડી શકાય છે.

(5) મીટરબ્રિજનો તાર પૂર્ણપણે ખેંચાયેલ (તંગ) ન હોય અને આ તાર મીટરબ્રિજની માપપટ્ટી પર ગોઠવાયેલ ન હોય, તો લંબાઈ l અને l' ના માપનમાં ત્રુટિ આવી શકે છે.

(6) ગૅલ્વેનોમીટરમાંથી જ્યારે પ્રવાહ પસાર થતો ન હોય, ત્યારે તેનો દર્શક શૂન્ય પર હોવો જોઈએ. તેમ છતાં, ઘણી વખત એવું જોવા મળે છે કે તે શૂન્ય પર હોતો નથી. આવા કિસ્સામાં સ્ક્રૂ ડ્રાઈવર (ડિસમિસ)ની મદદથી દર્શકની માપપટ્ટીની નીચે આવેલા સ્ક્રૂને મૃદુતા (હળવે)થી ફેરવીને દર્શકને શૂન્ય પર ગોઠવવો જોઈએ. નહિતર જૉકીને તાર પર સરળતાથી પછાડીને તટસ્થબિંદુ મેળવવું જોઈએ.

ચર્ચા

(1) R અને Sનું એવું સંયોજન પસંદ કરવામાં આવે છે કે જેથી તટસ્થબિંદુ મીટરબ્રિજના તારના મધ્યબિંદુની નજીક આવે. શા માટે ? શું જ્યારે R અને S સમાન ક્રમના અવરોધ હોય, ત્યારે તટસ્થબિંદુ શોધવાની સંવેદિતા મહત્તમ હોય છે ?

(2) કેટલી ચોક્સાઈથી તટસ્થ બિંદુ શોધી શકાય તે ઉપયોગમાં લીધેલા ગૅલ્વેનોમીટરની સંવેદિતા પર આધાર રાખે છે. આ તપાસવા માટે, ગૅલ્વેનોમીટરમાં માત્ર ખ્યાલ આવે તેટલું આવર્તન મળે તે માટે જોકીને જેટલું ખસેડવું પડે તે અંતર શોધો. આના કારણે મળતી ત્રુટિને કઈ રીતે લઘુત્તમ કરી શકાય ? શું આને વિદ્યુત સ્થિતિમાનના તફાવત સાથે કોઈ લેવા દેવા છે?

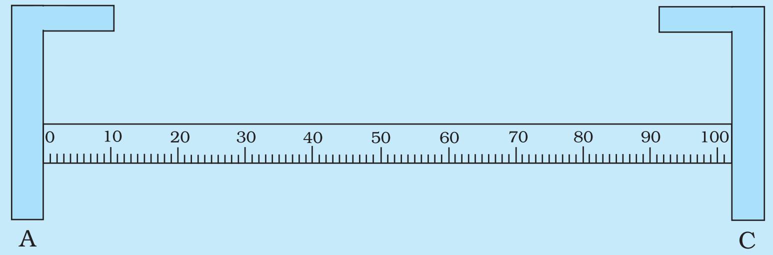
(3) જૉકીના સ્થાન માટેની લંબાઈ $l \pm 0.1$ cm સુધીની ચોક્સાઈથી માપો. આ પ્રકારની ત્રુટિથી પરિણામમાં કેટલી અચોક્સાઈ ઉદ્‌ભવી શકે ?

(4) જ્યારે અવલોકનો લેતા ન હોય ત્યારે તારમાં બિનજરૂરી ઉષ્મા ઉદ્‌ભવે નહીં તે માટે કળ ખુલ્લી રાખવાનું સલાહભરેલું છે. શા માટે ? આ ઉષ્માઊર્જા તટસ્થબિંદુ પર કેટલે અંશે અસર કરી શકે છે ? શું આ નોંધપાત્ર છે ?

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) બ્રિજના તારની લંબાઈ ચોક્કસ 100 cm હોતી નથી. આથી, તારની ચોક્કસ લંબાઈ નોંધો અને ગણતરીમાં તેનો ઉપયોગ કરો.

(2) જો મીટરબ્રિજનો તાર સમાન આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો ન હોય, તો તે અવલોકનોને કેવી રીતે અસર કરી શકે ?



આકૃતિ E 2.3 *મીટરબ્રિજનો ખામીવાળો માપક્રમ*

(3) જો મીટરબ્રિજનો તાર સમાન ઘનતા ધરાવતા દ્રવ્યમાંથી બનાવેલ ન હોય, તો તે અવલોકનો પર કેવી અસર કરી શકે ?

(4) જો આ પ્રયોગમાં તાર ACની લંબાઈ 1 mને બદલે 50 cm ધરાવતા તારની મદદથી કરવામાં આવે, તો પરિણામમાં કેવો ફેરફાર ઉદ્‌ભવી શકે ?

(5) આકૃતિ E 2.3માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે તાર સાથે જોડાયેલ માપપટ્ટી ચોક્કસ લંબાઈ દર્શાવતી ન હોય, તો તમે ત્રુટિને કઈ રીતે લઘુતમ કરશો ?

(6) મીટરબ્રિજનો ખૂબ જ મોટા કે ખૂબ જ નાના અવરોધ માપવા માટે કેમ ઉપયોગી નથી ?

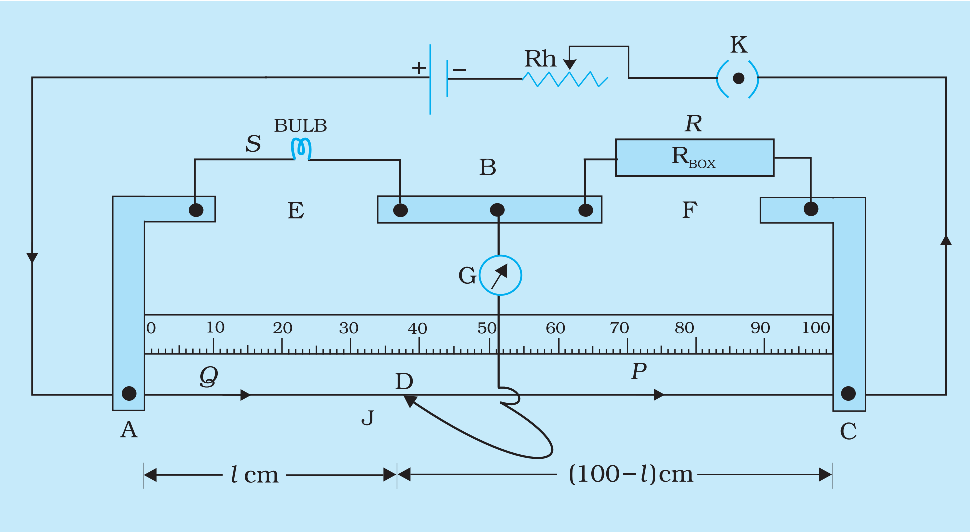
(7) તારના અવરોધનું માપન કરવા માટે ઓહ્મના નિયમ કરતાં મીટરબ્રિજ વાપરવો શા માટે વધારે હિતાવહ છે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

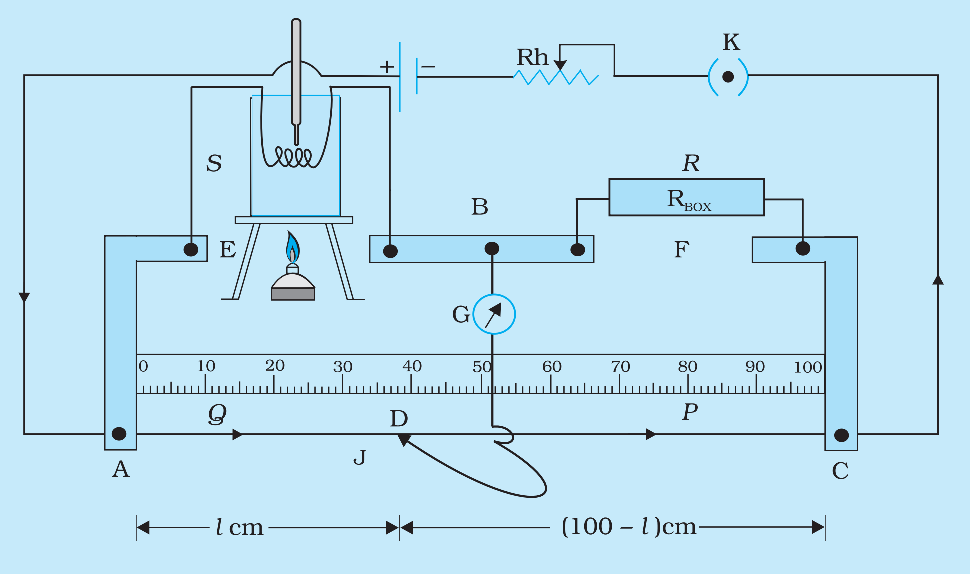
(1) આપેલા વોલ્ટેજ અને પાવર ધરાવતા વિદ્યુત ગોળા (બલ્બ)નો અવરોધ નક્કી કરો. કૉપરના બે તારના છેડે ક્રૉકોડાઈલ પિન જોડો. આકૃતિ E 2.4માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આ ગોળાને ખાલી જગ્યા (ગૅપ) Eમાં જોડવા માટે ઉપયોગમાં લો. તમે મેળવેલ અવરોધ એ સૈદ્ધાંતિક મૂલ્ય કરતાં શા માટે જુદો પડે છે ?

(2) તમે મેળવેલાં અવલોકનોનો ઉપયોગ કરી $\frac{(100-l)}{l}$ અને R વચ્ચેનો આલેખ દોરો. આ આલેખનો ઢાળ શોધો. તે શું દર્શાવે છે ?

(3) તારનો અવરોધ તાપમાન સાથે બદલાય છે. તેનો અભ્યાસ મીટરબ્રિજનો ઉપયોગ કરી તમે કરી શકશો. દિવેલ ભરેલા બીકર, યોગ્ય થરમૉમીટર (0– 300°C) અને જાણીતી લંબાઈ ધરાવતા અવરોધક તારનો તમે ઉપયોગ કરી શકો. પ્રયોગ માટેની ગોઠવણી આકૃતિ E 2.5માં દર્શાવેલ છે, તેનો ઉપયોગ કરી શકો.



આકૃતિ *E 2.4*



આકૃતિ *E 2.5*

પ્રયોગ 3

હેતુ

મીટરબ્રિજનો ઉપયોગ કરી અવરોધના સંયોજનો(શ્રેણી અને સમાંતર)ના નિયમો ચકાસવા.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

મીટરબ્રિજ, સંવેદનશીલ ગૅલ્વેનોમીટર, બે જુદાં-જુદાં અવરોધો (કાર્બન અથવા તાર વીંટાળેલા (Wire Wound) અવરોધકો), અવરોધપેટી, જૉકી, રીઓસ્ટેટ, કળ, કોષ અથવા બૅટરી એલિમિનેટર, જોડાણ માટેના જાડા તાર અને કાચપેપરનો ટુકડો

સિદ્ધાંત

જ્યારે બે અવરોધો R_1 અને R_2ને શ્રેણી-જોડાણમાં જોડવામાં આવે, તો સંયોજનનો અવરોધ R_S નીચેના સૂત્ર દ્વારા આપી શકાય :

(E 3.1)
$$R_S = R_1 + R_2$$

જ્યારે તેમને સમાંતરમાં જોડવામાં આવે ત્યારે, સંયોજનનો અવરોધ R_P નીચેના સૂત્ર દ્વારા આપી શકાયઃ

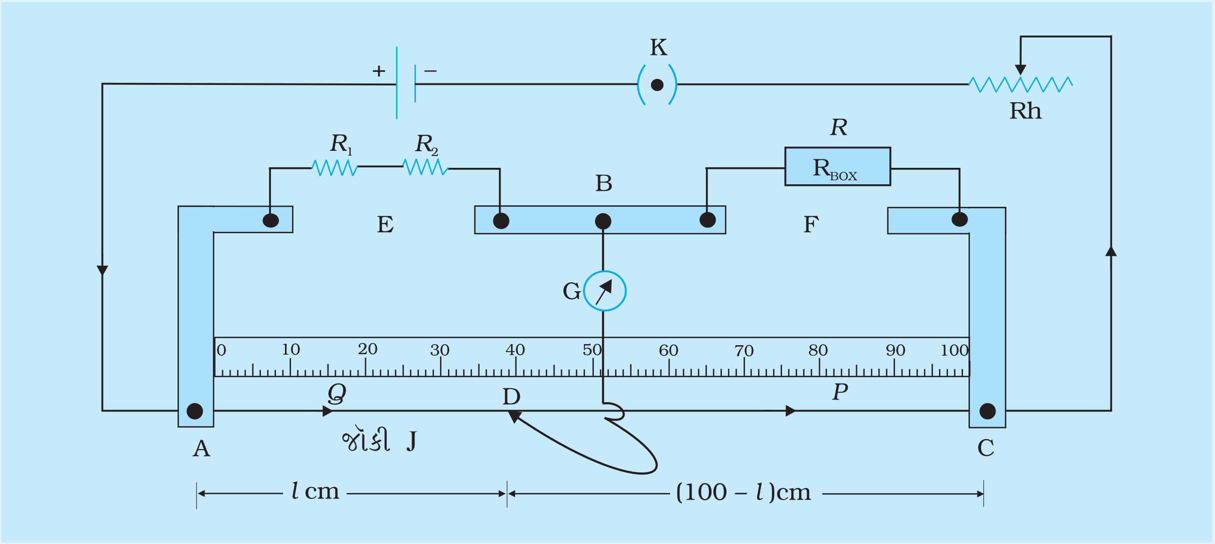
(E 3.2)
$$\frac{1}{R_P} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

પદ્ધતિ

(1) આકૃતિ E 3.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે પરિપથ તૈયાર કરો.

(2) અવરોધપેટી (R_{BOX})માંની દરેક કળને ફેરવી અને દબાવીને ચુસ્ત રીતે બંધ કરો અને ખાતરી કરી લો કે દરેક કળ સારા વિદ્યુતીય સંપર્કમાં ગોઠવાય. જોડાણ માટેના તારના છેડાઓને જોડતાં પહેલાં કાચપેપરની મદદથી સાફ કરો.

(3) અવરોધપેટીમાંથી યોગ્ય મૂલ્યનો અવરોધ R મેળવવા કેટલીક કળ દૂર કરો. (ખેંચી કાઢો.) પ્રયોગ 2માં કર્યા મુજબ મીટરબ્રિજના તાર પર જૉકીને સરકાવીને A અને C છેડાઓની વચ્ચે તટસ્થ બિંદુ મેળવો.

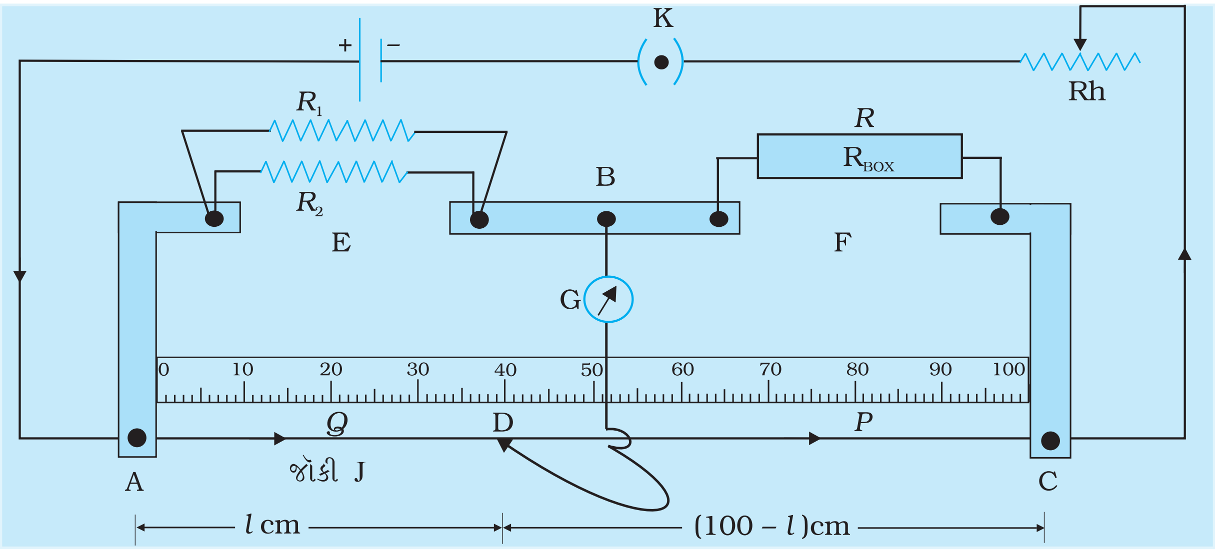


આકૃતિ E 3.1 મીટરબ્રિજની એક ભૂજામાં અવરોધો R_1 અને R_2નું શ્રેણી-જોડાણ

(4) અવલોકન-કોઠામાં અવરોધ *R* અને લંબાઈ AD અને DCનાં મૂલ્યો નોંધો.

(5) કોઠા E 3.1માં દર્શાવ્યા મુજબ શ્રેણી-જોડાણ માટેના સમતુલ્ય અવરોધ (X)ના પ્રાયોગિક મૂલ્યની ગણતરી કરો.

(6) અવરોધ *R*નાં ચાર મૂલ્યો માટે પ્રયોગ ફરીથી કરો. અજ્ઞાત અવરોધનું સરેરાશ મૂલ્ય મેળવો.



આકૃતિ E 3.2 મીટરબ્રિજની એક ભૂજામાં અવરોધો R_1 અને R_2નું સમાંતર જોડાણ

(7) આકૃતિ E 3.2માં દર્શાવ્યા અનુસાર R_1 અને R_2 અવરોધોને સમાંતર જોડાણમાં જોડી પદ 2 થી 6નું પુનરાવર્તન કરો અને અવરોધોના સમાંતર જોડાણ માટેના સમતુલ્ય અવરોધ (*X*)ના પ્રાયોગિક મૂલ્યની ગણતરી કરો.

અવલોકનો

કોઠો E 3.1 : અવરોધોના શ્રેણી અને સમાંતર જોડાણ

	ક્રમ	અવરોધ R (ohm)	લંબાઈ AD = l (cm)	લંબાઈ DC, $l' = 100 - l$ (cm)	અજ્ઞાત અવરોધ X (R_S or R_P) $= \frac{R \times l}{l'}$ (ohm)	ΔR_S અથવા ΔR_P (ohm)
R_1 અને R_2નું શ્રેણી જોડાણ, R_S	1					
	2					
	--					
	5					
					સરેરાશ R_s=	
R_1 અને R_2નું સમાંતર જોડાણ, R_P	1					
	2					
	--					
	5					
					સરેરાશ R_p=	

ગણતરીઓ

(1) અવરોધોના શ્રેણી-જોડાણનું સૈદ્ધાંતિક અંદાજિત મૂલ્ય. $R_S = R_1 + R_2$

નોંધો કે R_1 અને R_2 અવરોધનાં મૂલ્યો કાર્બન અવરોધકો માટે વર્ણસંકેત પરથી મેળવી શકાય અથવા નિક્રોમ, કોન્સ્ટનટન જેવાં દ્રવ્યોના તારમાંથી બનાવેલ અવરોધ માટે મૂલ્ય આપેલા હોય છે.

(2) અવરોધોના સમાંતર જોડાણનું સૈદ્ધાંતિક અંદાજિત મૂલ્ય $R_P = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$

ત્રુટિ

ત્રુટિઓના અંદાજમાં, આપણે R માં ત્રુટિને શૂન્ય ધારી લીધેલ છે એટલે કે અવરોધપેટીમાંના અવરોધનું મૂલ્ય જેટલું તેના પર દર્શાવેલ છે તેટલું જ છે તેવું અપેક્ષિત છે.

આવા દરેક કિસ્સામાં $$\frac{\Delta R_s}{R_s} = \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta l'}{l'}$$ (E 3.3)

જ્યાં R_S, l અને l' નાં મૂલ્યો અવલોકન-કોઠા E 3.1માંથી લેવામાં આવે છે. Δl, $\Delta l'$ એ મીટરબ્રિજ ઉપરની માપન માટેની માપપટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ દર્શાવે છે.

એટલે કે $\Delta R_s = R_s \left[\frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta l'}{l'} \right]$ (E 3.4)

તે જ રીતે $\Delta R_p = R_p \left[\frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta l'}{l'} \right]$ (E 3.5)

ΔR_s અને ΔR_pનાં પાંચ મહત્તમ મૂલ્યોને ત્રુટિના અંદાજ તરીકે રજૂ કરી શકાય છે. સમીકરણ (E 3.4) અને (E 3.5) પરથી જોઈ શકાય છે કે જો સંતુલનની લંબાઈઓ $l \approx l'$ હોય તો ત્રુટિ લઘુત્તમ બને છે.

આથી તટસ્થબિંદુ એ તાર ACના મધ્ય ભાગમાં મેળવવામાં આવે છે. આ માટે, અવરોધપેટીમાંથી એવો અવરોધ કાઢવો જરૂરી છે કે જેથી ડાબી અને જમણી ભૂજામાં ના અવરોધો સરખાવી શકાય તેવા હોય.

પરિણામ

કોષ્ટક E 3.2 : અવરોધનાં સૈદ્ધાંતિક અને પ્રાયોગિક મૂલ્યો

	સૈદ્ધાંતિક અપેક્ષિત અવરોધ (Ω)	પ્રાયોગિક મેળવેલ અવરોધ (Ω)
શ્રેણી-જોડાણ	$R_1 + R_2$	$R_s \pm \Delta R_s$
સમાંતર જોડાણ	$\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$	$R_p \pm \Delta R_p$

R_s અને R_p એ R_1 અને R_2 અવરોધોના અનુક્રમે શ્રેણી અને સમાંતર જોડાણના સમતુલ્ય અવરોધોનું સરેરાશ મૂલ્ય છે.

સાવચેતીઓ

(1) બધાં જોડાણ અને કળ ચુસ્ત રીતે બંધ હોવા જોઈએ.

(2) મીટરબ્રિજના તાર પર જૉકી મૃદુતાથી ફેરવવી જોઈએ.

(3) અવરોધપેટીમાંની કળ સમઘડી દિશામાં પરિભ્રમણ કરાવીને ચુસ્ત રીતે બંધ કરવી.

(4) તટસ્થબિંદુ તારના મધ્ય ભાગમાં (30 cm થી 70 cm) હોવું જોઈએ.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

(1) જૉકીને મીટરબ્રિજના તાર ઉપર વધુ પડતી સખત ન દબાવો નહિતર, સમયગાળે તે તાર અસમાન આડછેદવાળો બની શકે છે.

(2) જો મીટરબ્રિજનો તાર ખેંચાયેલો ન હોય અને મીટરબ્રિજની માપપટ્ટી પર ન હોય તો l અને l' ના માપનમાં ત્રુટિ ઉદ્‌ભવી શકે.

(3) જો પૂરતા લાંબા સમય સુધી મોટા ક્રમનો વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે તો, તાર AC ગરમ થઈ શકે અને પ્રયોગ દરમિયાન તેના અવરોધમાં નોંધપાત્ર ફેરફાર થઈ શકે.

(4) ગૅલ્વેનોમીટરમાંથી જ્યારે વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર થતો ન હોય ત્યારે તેનો દર્શક શૂન્ય પર રહેવો જોઈએ. તેમ છતાં, ઘણી વખત એવું જોવા મળે છે કે આવું થતું નથી. આવા કિસ્સાઓમાં, સ્ક્રૂ ડ્રાઈવરની મદદ વડે દર્શકની નીચે આપેલા સ્ક્રૂને હળવેથી ફેરવીને શૂન્ય પર ગોઠવો. નહિતર તાર AC પર જૉકીને સરકાવીને તટસ્થ બિંદુ મેળવો અને તે અવલોકિત બિંદુએ જૉકીને તાર પર ટપારતાં, ગૅલ્વેનોમીટરમાં કોઈ પણ આવર્તન ન મળે.

(5) ઘણી વખત, અવરોધપેટીમાંના અવરોધ તેની પર નિર્દેશ કરેલ કિંમત જેટલો અવરોધ આપતા નથી તેવું જોવા મળે છે. તેથી, Rની આ ત્રુટિ પરિણામમાં વધારાની ત્રુટિનું કારણ બની શકે છે.

ચર્ચા

(1) અત્રે એ નોંધો કે, જો કાર્બન અવરોધકો વાપરવામાં આવેલ હોય તો, ΔR_1 અને ΔR_2 એ તેમના પર વર્ણસંકેત (કલરકોડ)* મુજબ દર્શાવેલ ટોલરન્સ સીમાઓના પટ્ટા પરથી મેળવી શકાય છે અને ત્રુટિ ΔR_s અને ΔR_pની આ મૂલ્યોને આધારે ભૌતિકવિજ્ઞાન, પાઠ્યપુસ્તક *ધોરણ XI, ભાગ 1 (NCERT, 2006) દાખલા નં. 2.10 (પાન નં. 27) અનુસાર ગણી શકાય.* ΔR_s અને ΔR_pનાં મહત્તમ મૂલ્યો સંયુક્ત રીતે મેળવેલ મૂલ્યોને સમીકરણ (E 3.4) અને (E 3.5)માં ત્રુટિઓના અંદાજિત મૂલ્ય તરીકે નોંધેલ છે.

(2) કેટલી ચોક્સાઈથી તટસ્થ બિંદુ શોધી શકાય તે ઉપયોગમાં લીધેલા ગૅલ્વેનોમીટરની સંવેદિતા પર આધાર રાખે છે. સંવેદિતા તપાસવા માટે, ગૅલ્વેનોમીટરમાં માત્ર ખ્યાલ આવે તેટલું આવર્તન મળે તે માટે જૉકીને જેટલું ખસેડવું પડે તે અંતર શોધો. આદર્શ રીતે, આ અવધિ માપપટ્ટીના લઘુત્તમ માપ કરતાં વધુ ન હોવી જોઈએ.

(3) કેટલાક કિસ્સામાં, બ્રિજનો તાર ચોક્કસ રીતે 100 cm લંબાઈનો ન હોય તેવું શક્ય હોય. આવા કિસ્સામાં ગણતરી માટે તેની ચોક્કસ લંબાઈનો ઉપયોગ કરવો જોઈએ.

(4) જો અવરોધો R_1 અને R_2 એ કોન્સ્ટનટન, નિક્રોમ જેવાં દ્રવ્યોના બનેલા હોય, ત્યારે તેમના ત્રુટિના સુધારા સહિતનાં મૂલ્યોના માપનને સમતુલ્ય અવરોધ તરીકે ધ્યાને લઈ ગણતરી કરી શકાય.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) અસરકારક અવરોધના સૈદ્ધાંતિક રીતે અપેક્ષિત મૂલ્ય અને મેળવેલ પ્રાયોગિક મૂલ્યના તફાવત વિશે ટિપ્પણી કરવી.

*વર્ણ સંકેત (કલરકોડ)ની વધારે માહિતી માટે, પરિશિષ્ટ 3 જુઓ.

(2) દરેકનો અવરોધ R હોય તેવા n અવરોધો આપેલ છે, તેમના સંયોજનથી તમે મહત્તમ અને લઘુત્તમ અસરકારક અવરોધો કઈ રીતે મેળવી શકો ? આ પ્રયોગને બલ્બના ફિલામેન્ટને અવરોધકો તરીકે ગણીને વિસ્તારો.

(3) તાર અને તાંબાની પટ્ટી વચ્ચેના જોડાણ પાસે અંત્યબિંદુના અવરોધ અથવા તારના અયોગ્ય જોડાણ (સોલ્ડરિંગ)ના કારણે ઉદ્ભવતી અસરો ઘટાડવાની જુદી-જુદી પદ્ધતિઓ ઓળખો.

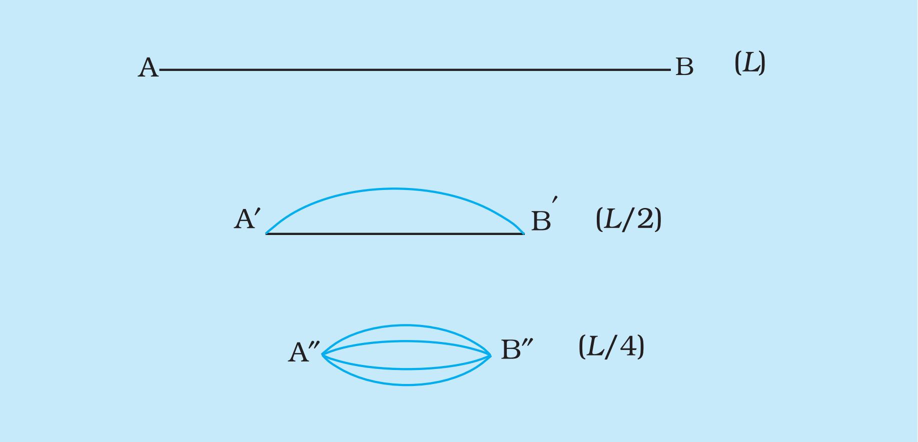
(4) નીચે આપેલી પરિસ્થિતિમાં મીટરબ્રિજની સંવેદિતા કેવી રીતે બદલી શકાય ?
રીઓસ્ટેટના સ્લાઈડર (હેડ)ને લઘુત્તમ અવરોધ થી મહત્તમ અવરોધ તરફની સ્થિતિમાં ખસેડવામાં આવે.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) ગૅલ્વેનોમીટરની જગ્યાએ ટૉર્ચના બલ્બને મૂકો અને પ્રયોગ ફરીથી કરો. તાર AC પર જૉકીના સ્થાન સાથે બલ્બની તેજસ્વિતામાં થતા ફેરફારને સમજાવો. (આકૃતિ E 3.1)

(2) તમારાં અવલોકનોનો ઉપયોગ કરી $\left(\frac{l'}{l}\right)$ ને Y-અક્ષ પર અને R ને X-અક્ષ પર લઈ $\left(\frac{l'}{l}\right)$ અને R વચ્ચેનો આલેખ દોરો. આલેખના ઢાળ પરથી અજ્ઞાત અવરોધ નક્કી કરો.

(3) યાદચ્છિક લંબાઈ Lના તારનો ઉપયોગ કરી, તેના છેડા A અને B વચ્ચેનો અવરોધ મીટરબ્રિજનો ઉપયોગ કરી માપો જેને R_1 કહો. પછી, તે તારને એવી રીતે વાળો કે તેની લંબાઈ $L/2$ થાય. A' અને B' છેડાઓ વચ્ચેનો નવો અવરોધ માપો જેને R_2 કહો. છેલ્લે તેને ફરીથી વાળો અને A" અને B" છેડાઓ વચ્ચેનો અવરોધ માટે અવલોકન પુનરાવર્તિત કરો. ઉપર દર્શાવ્યા મુજબ તારને ઘણી વખત વાળી (ફૉલ્ડ કરી) અને તેનો અવરોધ મેળવી n (ફૉલ્ડની સંખ્યા) અને અસરકારક અવરોધ માટે આલેખ દોરો. વાળેલો તાર તેનાં અંત્યબિંદુઓ (A, B, A', B' અને A", B") સિવાય અન્ય કોઈ બિંદુ પાસે વિદ્યુતીય સંપર્ક ન બનાવે તેની કાળજી રાખો.



આકૃતિ E 3.3

પ્રયોગ 4

હેતુ

પોટૅન્શિયોમીટરનો ઉપયોગ કરી આપેલા બે પ્રાથમિક કોષ (ડેનિયલ અને લેક્લાન્સે કોષ)ના વિદ્યુત ચાલક બળ(emf) સરખાવો.

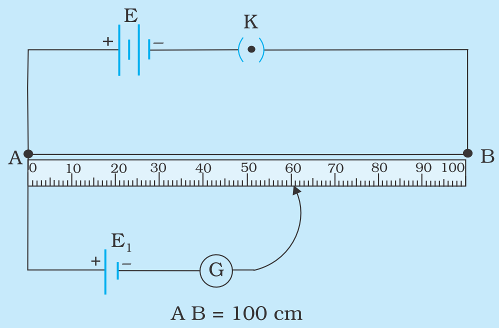
સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

પોટૅન્શિયોમીટર, લેક્લાન્સે કોષ, ડેનિયલ કોષ, દ્વિમાર્ગી કળ (ટૂ વે કી), અવરોધપેટી (0 થી 1000 Ω), ગૅલ્વેનોમીટર (વેસ્ટન પ્રકારનું), વોલ્ટમીટર (0 – 3 V), બૅટરી ઍલિમિનેટર / લેડ-સંગ્રાહક કોષ, નાના અવરોધવાળું રીઓસ્ટેટ (લગભગ 20 Ω), બે એકમાર્ગી કળ, જોડાણ માટેના તાર અને કાચપેપર

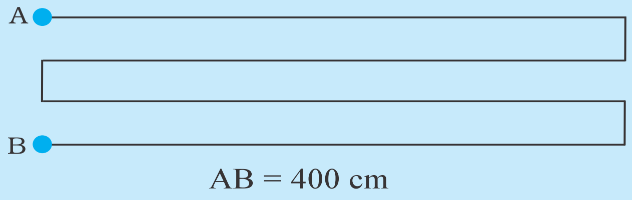
સાધનનું વર્ણન

પોટૅન્શિયોમીટર

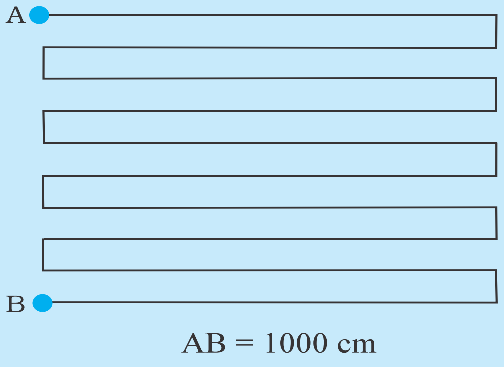
પોટૅન્શિયોમીટર એ આકૃતિ E 4.1 (a)માં દર્શાવ્યા મુજબ, જેનો અવરોધનો તાપમાન ગુણાંક નીચો હોય તથા આડછેદનું ક્ષેત્રફળ સમાન હોય તેવા તાર AB ને લાકડાની સમતલ માપપટ્ટી પર યોગ્ય રીતે ખેંચીને બનાવવામાં આવે છે. ઘણી વાર AB 100 cm લંબાઈ ધરાવે છે પરંતુ વધારે ચોકસાઈ માટે તાર 400 cm અથવા 1000 cm લંબાઈનો રાખી શકાય. પોટૅન્શિયોમીટર તારને સામાન્ય રીતે 100 cm લંબાઈ ધરાવતી માપપટ્ટી સાથે લાકડાના પાટિયા પર જડિત કરવામાં આવે છે. ગોઠવણને નાની કરવા માટે, આકૃતિ E 4.1 (b) અને આકૃતિ E 4.1 (c)માં દર્શાવ્યા અનુસાર તારને ઘણી વખત વાળવામાં (ફૉલ્ડ કરવામાં) આવે છે.



આકૃતિ E 4.1 (a)



આકૃતિ E 4.1 (b)

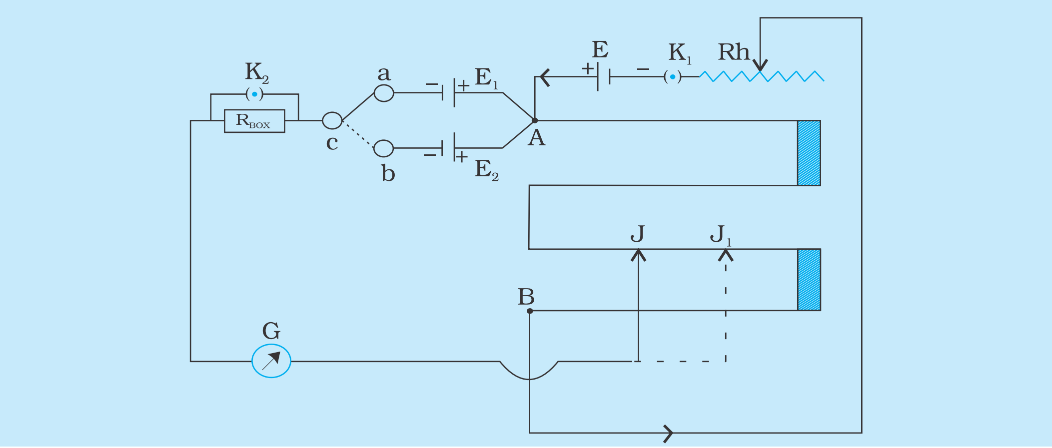


આકૃતિ E 4.1 (c)

સિદ્ધાંત

વોલ્ટમીટરની મદદથી આપણે કોષના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપી શકીએ છીએ, પરંતુ પોટેન્શિયોમીટરની મદદથી આપણે આપેલા કોષના વિદ્યુતચાલક બળ (emf)નું મૂલ્ય નક્કી કરી શકીએ છીએ. બે પ્રાથમિક કોષો કે જેમના વિદ્યુતચાલક બળ સરખાવવાના હોય, તેમને પરિપથમાં એવી રીતે જોડવામાં આવે કે જેથી તેમના ધન છેડાઓ ભેગા કરીને પોટેન્શિયોમીટર તાર ABના A છેડા સાથે જોડવામાં આવે અને તેમના ઋણ છેડાઓ દ્વિમાર્ગી (ટૂ વે) કળ a, b, c દ્વારા ગૅલ્વેનોમીટર સાથે જોડવામાં આવે છે. ગૅલ્વેનોમીટરનો બીજો છેડો જૉકી J સાથે જોડેલ છે. કળના છેડાઓ સાથે શંટ કરવામાં આવેલ અવરોધપેટી R_{BOX} કે જે દ્વિમાર્ગી કળ અને ગૅલ્વેનોમીટર Gની વચ્ચે આકૃતિ E 4.2માં દર્શાવ્યા મુજબ જોડવામાં આવે છે.

E_1 અને E_2 વિદ્યુતચાલકબળ સાથેના બે પ્રાથમિક કોષને દ્વિમાર્ગી કળ a, b, c ની મદદથી ગૅલ્વેનોમીટર G દ્વારા સરકતા સંપર્ક જૉકી J સાથે જોડેલ છે. (નોંધ : જો બૅટરી એલિમિનેટર બદલી શકાય તેવા વૉલ્ટેજ વાળું હોય તો રીઓસ્ટેટની જરૂર નથી.)



આકૃતિ E 4.2 : *બે પ્રાથમિક કોષના વિદ્યુતચાલક બળ (emf) ની સરખામણી માટેનો વિદ્યુત પરિપથ*

બૅટરી E અને રીઓસ્ટેટ Rhની મદદથી તાર ABના છેડાઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત અચળ (સ્થિર) જાળવી રખાય છે. છેડો A એ છેડા B કરતાં ઊંચા સ્થિતિમાને છે. અત્રે નોંધો કે, વિદ્યુતચાલકબળ $E >$ વિદ્યુતચાલકબળ E_1 અને વિદ્યુતચાલકબળ $E >$ વિદ્યુતચાલકબળ E_2 પણ હોવું જોઈએ.

E_1 કોષને પરિપથમાં જોડાણમાં લાવવા માટે દ્વિમાર્ગી કળમાં ખાલી જગ્યા (gap) 'ac'ને બંધ કરો. ગૅલ્વેનોમીટરમાં તટસ્થ બિંદુ (શૂન્ય આવર્તન) મેળવવા માટે જૉકીને પોટેન્શિયોમીટરના તાર પર સરકાવો. ધારો કે તે J બિંદુ એ છે. લંબાઈ AJને l_1 cm તરીકે નોંધો. તે જ રીતે, E_2ને સંપર્કમાં લાવવા ખાલી જગ્યા (gap) 'bc'ને બંધ કરો અને તાર ઉપર જૉકીને સરકાવીને તટસ્થ બિંદુ J_1 મેળવો. લંબાઈ AJ_1 ને l_2 cm તરીકે નોંધો.

હવે, પોટેન્શિયોમીટરના સિદ્ધાંત અનુસાર જ્યારે સમાન જાડાઈ અને દ્રવ્ય ધરાવતા તારમાંથી સ્થિર પ્રવાહ પસાર થતો હોય, તો તેના પર કોઈ પણ બે બિંદુઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત, તે બિંદુ વચ્ચેની લંબાઈના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

આમ,

(E 4.1) $$V \propto l$$

(E 4.2) $$V = \phi l$$

જ્યાં ϕ સ્થિતિમાન પ્રચલન છે. (વિદ્યુતસ્થિતિમાન પ્રચલન)

ϕ ઘટાડવા માટે પોટૅન્શિયોમીટર તારની લંબાઈ વધારવી જોઈએ. ϕનું નાનું મૂલ્ય એ પોટૅન્શિયોમીટરને વધારે સંવેદનશીલ અને ચોક્કસ બનાવે છે. બે કોષના કિસ્સામાં આપણી પાસે,

$$E_1 = \phi\, l_1$$

$$E_2 = \phi\, l_2$$

જ્યાં E_1 અને E_2 બે કોષના વિદ્યુતચાલક બળ, l_1 અને l_2 એ જ્યારે E_1 અને E_2 અનુક્રમે પરિપથમાં જોડાણમાં હોય ત્યારની તટસ્થ બિંદુ માટેની લંબાઈઓ છે અને ϕ એ પોટૅન્શિયોમીટર તાર પર સ્થિતિમાન પ્રચલન (વિદ્યુતસ્થિતિમાન પ્રચલન) છે.

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\phi l_1}{\phi l_2} = \frac{l_1}{l_2}$$

પદ્ધતિ

(1) આકૃતિ E 4.2 અનુસાર પરિપથનું જોડાણ કરો. બૅટરી E તથા બે કોષ E_1 અને E_2ના ધન છેડાઓ પોટૅન્શિયોમીટર તારના શૂન્ય છેડા A સાથે જોડો.

(2) Eનો ઋણ છેડો એકમાર્ગી કળ K_1 અને રીઓસ્ટેટ મારફતે પોટૅન્શિયોમીટર તારના B છેડા સાથે જોડો.

(3) કોષ E_1 અને E_2ના ઋણ છેડાઓ દ્વિમાર્ગી કળના છેડાઓ '*a*' અને '*b*' સાથે જોડો.

(4) અવરોધપેટી R_{box} ને કળ K_2 મારફતે શંટ કરો. દ્વિમાર્ગી કળનો સામાન્ય છેડો અવરોધપેટી R_{Box}ના એક છેડા સાથે જોડો.

(5) અવરોધપેટીનો બીજો છેડો ગૅલ્વેનોમીટર સાથે જોડો કે જેનો બીજો છેડો જૉકી સાથે જોડેલો છે. ગૅલ્વેનોમીટરમાં તટસ્થ બિંદુ મેળવવા જૉકીને પોટૅન્શિયોમીટર તાર પર સરકાવી શકાય.

(6) દ્વિમાર્ગી કળની ખાલી જગ્યાઓ 'a' અને 'c' વચ્ચે પ્લગ-કી ભરાવીને કોષ E_1ને પરિપથ જોડાણમાં લાવો.

(7) કળ K_2ને ખુલ્લી છોડો. રીઓસ્ટેટના અવરોધને લઘુત્તમ રાખો. અવરોધપેટીમાંથી મોટો અવરોધ (હજાર ઓહ્મના ક્રમનો) રાખો. પોટૅન્શિયોમીટર તારના શૂન્ય છેડા પર જૉકીનો સંપર્ક બનાવો. ગૅલ્વેનોમીટરમાં આવર્તનની દિશા નોંધો.

(8) પછી જૉકીને ખસેડીને તારના બીજા છેડા સાથે સંપર્કમાં લાવો. અત્રે નોંધો કે ગૅલ્વેનોમીટરના દર્શકના આવર્તનની દિશા પદ-7માં નોંધેલ હતી તેના કરતાં વિરુદ્ધ છે કે નહિ.

(9) જો ગૅલ્વેનોમીટરના દર્શકનું આવર્તન ઉપરની બંને પરિસ્થિતિમાં વિરુદ્ધ દિશામાં હોય, તો (પરિપથ) જોડાણ સાચું છે. જો ન હોય તો તેના કારણ શોધી કાઢો. જોડાણ ક્યાંક ઢીલું હોઈ શકે અથવા બૅટરી Eનું વિદ્યુતચાલકબળ, કોષ E_1 અને E_2ના વિદ્યુતચાલકબળ કરતાં ઓછું હોઈ શકે. જરૂરિયાત મુજબ જરૂરી ફેરફાર કરો.

(10) પોટૅન્શિયોમીટર તાર પર જૉકીને હળવેથી એટલે સુધી સરકાવો કે તમને ગૅલ્વેનોમીટરમાં શૂન્ય આવર્તન મળે. શૂન્ય (તટસ્થ) બિંદુનું ચોક્કસ સ્થાન મેળવવા કળ K_2ને ભરાવો. અવરોધપેટીમાંનો અવરોધ ગૅલ્વેનોમીટરમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહ પર મર્યાદા મૂકે છે. તટસ્થ બિંદુની નજીક, ગૅલ્વેનોમીટરમાંથી વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ ઓછો છે. કળ K_2 ભરાવવાથી અવરોધ શૉર્ટસર્કિટ થઈ જશે અને આથી પ્રવાહ વધી જશે. આ તટસ્થ બિંદુ મેળવવાની સંવેદનશીલતા વધારે છે.

તાર AJની લંબાઈ નોંધો અને તેને l_1 તરીકે નોંધો. તટસ્થબિંદુ ફરીથી મેળવવા જૉકીને વિરુદ્ધ દિશામાંથી ફેરવો અને l_1નું બીજું મૂલ્ય શોધો.

(11) પછી ટૂ વે કી (દ્વિમાર્ગી કળ)ની ખાલી જગ્યા b અને cની વચ્ચે કળ ભરાવી E_2ને પરિપથમાં (જોડાણમાં) લાવો. જે રીતે તમે l_1 શોધ્યું તે જ રીતે તટસ્થબિંદુ J_1 મેળવો અને લંબાઈ AJ_1ને l_2 તરીકે નોંધો.

(12) રીઓસ્ટેટના સંપર્કબિંદુનું સ્થાન ખસેડીને પદ 6 થી 11 ત્રણ વખત પુનરાવર્તિત કરો અને E_1 અને E_2 ના દરેક અવલોકન માટે l_1 / l_2 ગણો.

(13) તમારાં અવલોકનો કોઠા-સ્વરૂપે નોંધો.

અવલોકનો

(1) પોટૅન્શિયોમીટરના પાટિયા પર તારની સંખ્યા = ...

(2) વોલ્ટમીટરની અવધિ = 0V થી V

(3) વોલ્ટમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... V

(4) Eના બે છેડા વચ્ચનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન = ... V

(5) E_1ના બે છેડા વચ્ચનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન = ... V

(6) E_2ના બે છેડા વચ્ચેનું વિદ્યુતસ્થિતિમાન = ... V

કોષ્ટક **E 4.1** : તટસ્થ બિંદુ માટેની લંબાઈ

ક્રમ	l_1 cm લેકલાન્શે કોષ (E_1) પરિપથમાં જોડાણમાં હોય ત્યારે			l_2 cm ડેનિયલ કોષ (E_2) પરિપથમાં જોડાણમાં હોય ત્યારે			ગુણોત્તર $\frac{E_1}{E_2}=\frac{l_1}{l_2}$	$\Delta\left(\frac{E_1}{E_2}\right)$
	જૉકીને એક દિશામાં ખસેડતા (i)	જૉકીને વિરુદ્ધ દિશામાં ખસેડતા (ii)	સરેરાશ	જૉકીને એક દિશામાં ખસેડતા (i)	જૉકીને વિરુદ્ધ દિશામાં ખસેડતા (ii)	સરેરાશ		
(1)								
(2)								
(3)								
(4)								
						સરેરાશ		

ગણતરીઓ

અવલોકનોના દરેક સેટ માટે l_1 / l_2 ગણો.

ત્રુટિ

(E 4.3)
$$\frac{\Delta\left(\frac{E_1}{E_2}\right)}{\frac{E_1}{E_2}}=\frac{\Delta l_1}{l_1}+\frac{\Delta l_2}{l_2}$$

(E 4.4)
$$\therefore \Delta\left(\frac{E_1}{E_2}\right)=\left(\frac{\Delta l_1}{l_1}+\frac{\Delta l_2}{l_2}\right)\left(\frac{E_1}{E_2}\right)$$

Δl_1 અને Δl_2 એ અનુક્રમે l_1 અને l_2ના માપનમાંની ત્રુટિ દર્શાવે છે.

અવલોકનોના ચાર સેટ માટે $\Delta\left(\frac{E_1}{E_2}\right)$ ગણો અને ચાર મૂલ્યોમાંથી મહત્તમ મૂલ્યને પરિણામમાં અંદાજિત ત્રુટિ તરીકે લખો.

પરિણામ

લેકલાન્શે કોષ અને ડેનિયલ કોષના વિદ્યુતચાલક બળનો ગુણોત્તર

$$= \frac{E_1}{E_2} \pm \Delta\left(\frac{E_1}{E_2}\right)_{max} \quad = \ .... \pm ....$$

$\frac{E_1}{E_2}$ એ બે કોષના વિદ્યુતચાલક બળના ગુણોત્તરનું સરેરાશ મૂલ્ય છે.

સાવચેતીઓ

(1) અવરોધપેટીમાં ભરાવેલી કળ સારા (ચુસ્ત) વિદ્યુત સંપર્કમાં છે તેની ચોક્કસ ખાતરી કરો.

(2) તારમાં કોઈ વળ ન ઉદ્‌ભવે તેની સાવચેતી માટે પોટૅન્શિયોમીટર તાર પર જૉકીને હળવેથી દબાવો.

(3) બંને કોષ માટે તટસ્થ લંબાઈ શોધવાની ક્રિયા પૂરી ન થાય તે પહેલાં રીઓસ્ટેટના સંપર્કબિંદુની અવસ્થા બદલાઈ જવી ન જોઈએ.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

(1) પોટૅન્શિયોમીટર તારના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ તારની સમગ્ર લંબાઈ માટે સમાન ન પણ હોઈ શકે.

(2) જેમના વિદ્યુતચાલક બળ સરખાવવાના છે તેવા બે કોષની સતત ડિસ્ચાર્જ પ્રક્રિયા નિવારવા જ્યારે E_1 અને E_2 ઉપયોગમાં લેવાતા ન હોય ત્યારે કળ ખુલ્લી રાખવી.

(3) જો પોટૅન્શિયોમીટરનો તાર તંગ અને પાટિયા પરની માપપટ્ટી પર ન હોય, તો લંબાઈના માપનમાં ત્રુટિ આવી શકે.

(4) બહુવિધ કળવાળી જૉકી એ માપપટ્ટી પર સાચી ગોઠવણી ન પણ આપી શકે.

ચર્ચા

(1) વિદ્યુતપ્રવાહને કારણે ઉદ્‌ભવતી ઉષ્માને નિવારવા લાંબા સમય સુધી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવો ન જોઈએ.

(2) બૅટરી Eનું વિદ્યુતચાલક બળ બે પ્રાથમિક કોષ E_1 અને E_2ના વિદ્યુતચાલક બળ કરતાં વધારે હોવું જોઈએ કે જેથી તટસ્થબિંદુ તાર પર મેળવી શકાય.

(3) મોટા અવરોધવાળી અવરોધપેટી ઉપયોગમાં લેવાથી વિદ્યુતપ્રવાહ ઘટે છે. આથી ગૅલ્વેનોમીટરની કૉઈલ (ગૂંચળા)ને નુકસાન થતું નથી.

(4) તટસ્થ બિંદુ મેળવતા હોય ત્યારે, ગૅલ્વેનોમીટરમાં આવર્તન ન દેખાય તેવી જૉકીના સ્થાનની

નાની અવધિ (એક સ્થાનને બદલે) મળી શકે. આવા કિસ્સામાં તટસ્થ બિંદુનો વધારે સારો અંદાજ એ તે અવધિનું મધ્યબિંદુ છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) બૅટરીના છેડાઓ વચ્ચે જોડેલ વોલ્ટમીટર વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપે છે તે વિદ્યુતચાલકબળથી કઈ રીતે જુદું પડે છે ?

(2) જો તમારા પ્રયોગની ગોઠવણ દરમિયાન ગૅલ્વેનોમીટરનો દર્શક હલતો (ધ્રુજારી અનુભવતો) હોય, તો તમે શું નિષ્કર્ષ મેળવશો ?

(3) બે કોષના વિદ્યુતસ્થિતિમાનના તફાવતનો ગુણોત્તર મેળવવા વોલ્ટમીટરનો ઉપયોગ કરો. શું આ ગુણોત્તર તેમના વિદ્યુતચાલક બળના ગુણોત્તરથી નોંધપાત્ર રીતે જુદો પડે છે ? જો ના તો, તમે શું નિષ્કર્ષ કાઢશો ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) પોટૅન્શિયોમીટરની મદદથી બે અવરોધકના અવરોધ સરખાવી શકાય ? જો હા, તો તેનો વિદ્યુત પરિપથ દોરો અને પ્રયોગ કરો.

(2) l_1 Y-અક્ષ અને l_2 X-અક્ષ પર લઈ l_1 અને l_2નો આલેખ દોરો. આલેખના ઢાળ પરથી

$\frac{E_1}{E_2}$ ગણો.

(3) બજારમાં ઉપલબ્ધ હોય તેવા કોષના વિદ્યુતચાલક બળ સરખાવો અને જુદી-જુદી કંપનીના સૂકા કોષ માટે બારચાર્ટ (સ્તંભાલેખ) દોરો.

પ્રયોગ 5

હેતુ

પોટૅન્શિયોમીટરનો ઉપયોગ કરી આપેલા પ્રાથમિક કોષનો આંતરિક અવરોધ નક્કી કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

પોટૅન્શિયોમીટર, લેક્લાન્શે કોષ અથવા સૂકો કોષ, એમીટર, અવરોધપેટી $R_{(Box\ 1)}$ (લગભગ 0–50 Ω), ત્રણ એકમાર્ગી કળ, ગૅલ્વેનોમીટર, મોટી અવરોધપેટી ($R_{Box\ 2}$) (લગભગ 0 – 10 kΩ), લગભગ 20 Ω જેટલા નાના અવરોધવાળું રીઓસ્ટેટ, જૉકી, લેડ સંગ્રાહક કોષ અને જોડાણ માટેના તાર

સિદ્ધાંત

જ્યારે E વિદ્યુતચાલક બળ અને r આંતરિક અવરોધવાળા કોષને સમાંતર અવરોધ R જોડવામાં આવે ત્યારે, પરિપથમાં વિદ્યુતપ્રવાહ I,

$$I = \frac{E}{R+r} \qquad \text{(E 5.1)}$$

કોષના બે છેડાને સમાંતર વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત $V = (RI)$

$$V = \left(\frac{E}{R+r}\right)R \qquad \text{(E 5.2)}$$

આમ,

$$\frac{E}{V} = 1 + \frac{r}{R}$$

અથવા $r = \left(\frac{E}{V} - 1\right)R$ (E 5.3)

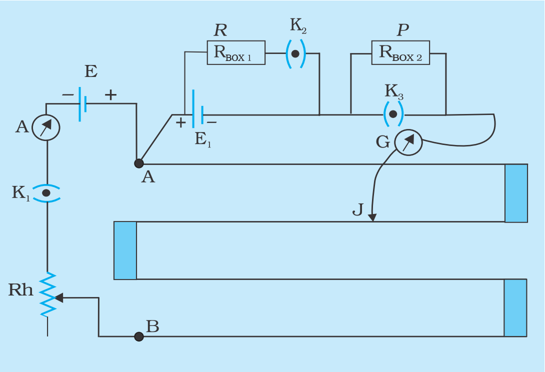
જો l_0 અને l એ અનુક્રમે ખુલ્લા અને બંધ-પરિપથ (આકૃતિ E 5.1) માટે પોટૅન્શિયોમીટરના બિંદુ A થી તટસ્થબિંદુ સુધીનાં અંતરો હોય, તો E એ l_0ના સમપ્રમાણમાં અને V એ l ના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$\frac{E}{V} = \frac{l_0}{l} \qquad \text{(E 5.4)}$$

સમી- (E 5.3) અને (E 5.4) પરથી

(E 5.5) $$r = \left(\frac{l_0 - l}{l}\right) R$$

પદ્ધતિ



આકૃતિ E 5.1 : પોટૅન્શિયોમીટરની મદદથી પ્રાથમિક કોષનો આંતરિક અવરોધ માપવા માટેનો વિદ્યુત પરિપથ

(1) પરિપથ (આકૃતિ E 5.1)માં દર્શાવ્યા અનુસાર જુદાં-જુદાં વિદ્યુતીય ઘટકોને જોડો. પરિપથનાં જોડાણો ચકાસ્યાં બાદ કળ K_1 બંધ કરો. (નોંધ : જો બૅટરી એલિમિનેટર બદલી શકાય તેવા વૉલ્ટેજ વાળું હોય તો રીઓસ્ટેટની જરૂર નથી.)

(2) K_2 અને K_3 કળ ખુલ્લી અને $R_{Box\ 2}$ માંથી મોટા રક્ષણાત્મક અવરોધ P સાથે તટસ્થબિંદુનું સ્થાન શોધો. અંતિમ અવલોકન માટે, કળ K_3 બંધ કરી અવરોધ P શૉર્ટસર્કિટ કરો અને તટસ્થ બિંદુ l_0 શોધો.

(3) R = 10 Ω ($R_{Box\ 1}$માંથી) લો. K_2 કળ બંધ કરો અને ઝડપથી નવી તટસ્થ લંબાઈ l માપો. આ થઈ જાય એટલે તરત જ K_2ને ખોલી દો.

(4) ઉપર્યુક્ત બધાં જ અવલોકનો દરમિયાન એમીટરનું અવલોકન અચળ જાળવી રાખો.

(5) R ના મૂલ્યમાં 1 Ωનો સમાન પદમાં ઘટાડો કરો અને Rના દરેક મૂલ્ય માટે તટસ્થ લંબાઈ l મેળવો.

(6) પ્રયોગના અંતે, કળ K_2 ખોલો અને ફરીથી l_0 શોધવા પદ 2 પુનરાવર્તિત કરો.

અવલોકનો :

l_0 = ... cm (પ્રયોગની શરૂઆતમાં)

l_0 = ... cm (પ્રયોગના અંતમાં)

સરેરાશ l_0 = ... cm

કોષ્ટક **E 5.1 : તટસ્થ બિંદુ માટેની લંબાઈ**

ક્રમ	R Ω	l cm	$\frac{1}{R}$ Ω^{-1}	$\frac{1}{l}$ cm^{-1}	$r = \left(\frac{l_0 - l}{l}\right) R$ Ω
(1)					
(2)					
--					
(6)					

ગણતરીઓ

(1) સમીકરણ (E 5.5)માં l_0, l અને તદનુરૂપ Rનાં મૂલ્યો મૂકો અને r નું મૂલ્ય ગણો.

જ્યા $r = \left(\frac{l_0 - l}{l}\right) R.$

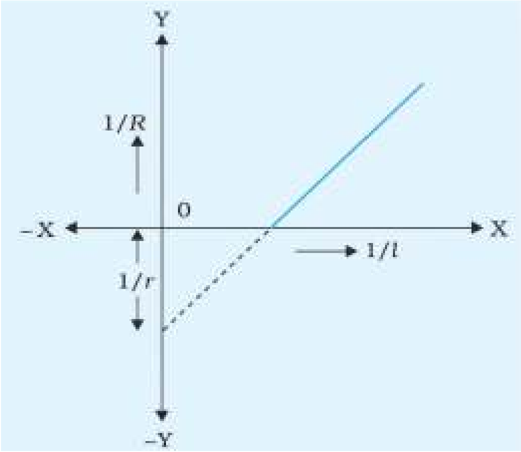
(2) r મેળવવા આલેખીય રીતનો પણ ઉપયોગ કરો. સમીકરણ (E 5.5) નીચે મુજબ લખી શકાય :

$$\frac{1}{R} = \frac{l_0}{r}\left(\frac{1}{l}\right) - \frac{1}{r} \qquad \text{(E 5.6)}$$

જે સુરેખ રેખાનું સમીકરણ છે. (આકૃતિ E 5.2)

(3) X-અક્ષ પર $\frac{1}{l}$ અને Y-અક્ષ પર $\frac{1}{R}$ લઈ $\frac{1}{R}$ અને $\frac{1}{l}$ નો આલેખ દોરો.

(4) તમે મૂકેલાં બિંદુઓની શક્ય તેટલી નજીકથી સુરેખ રેખા દોરો. Y-અક્ષ પરનો ઋણ અંતઃખંડ એ $\frac{1}{r}$ નું મૂલ્ય આપે છે. તે પરથી, rનું મૂલ્ય મેળવો. (આકૃતિ E 5.2)



આકૃતિ E 5.2 : *1/R અને 1/l વચ્ચેનો આલેખ*

પરિણામ

આપેલ કોષનો આંતરિક અવરોધ r

(i) ગણતરી પરથી .... Ω

(ii) આલેખ પરથી .... Ω

સાવચેતીઓ

(1) જે પ્રાથમિક કોષનો આંતરિક અવરોધ શોધવાનો હોય તેને સમગ્ર પ્રયોગ દરમિયાન ખલેલ પહોંચવી ન જોઈએ નહિતર તેનો આંતરિક અવરોધ બદલાઈ શકે છે.

(2) બૅટરી Eનું વિદ્યુતચાલક બળ પ્રાથમિક કોષના વિદ્યુતચાલક બળ E_1 કરતાં વધારે હોવું જોઈએ.

(3) E અને E_1 બંને કોષના ધન છેડાઓ પોટૅન્શિયોમીટરના સમાન ધ્રુવ (અહીં આપણા પરિપથ માટે A) સાથે જોડવા જોઈએ.

(4) હંમેશાં જે છેડા પર કોષના ધન છેડાઓ જોડેલ હોય, તે બિંદુ A થી તટસ્થ બિંદુ સુધીની લંબાઈ માપવી જોઈએ.

(5) જ્યારે અવલોકન લેતા હોય ત્યારે જ K_1 અને K_2 કળ ભરાવેલ રાખો નહિતર વિદ્યુતપ્રવાહના સતત વહનને કારણે તાર ગરમ થઈ શકે અને કોષના આંતરિક અવરોધ પર પણ અસર કરી શકે છે.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

(1) પોટૅન્શિયોમીટર તાર સમાન આડછેદવાળો ન હોઈ શકે.

(2) છેડા પર રહેલ પિત્તળની પટ્ટીઓને સીમિત (નિશ્ચિત) અવરોધ હોઈ શકે.

(3) ગૌણ (બાહ્ય) કોષના વિદ્યુતચાલક બળ દ્વારા સમગ્ર તાર પર વિદ્યુત સ્થિતિમાનનો તફાવત ઉદ્‌ભવતો હોઈ સમગ્ર પ્રયોગ દરમિયાન અચળ ના પણ રહેતો હોય.

(4) વિદ્યુતપ્રવાહ દ્વારા પોટૅન્શિયોમીટર તાર ગરમ થવાથી કેટલીક ત્રુટિ દાખલ થઈ શકે.

ચર્ચા

(1) પોટૅન્શિયોમીટરના સિદ્ધાંતમાં પ્રયોગના સમયગાળામાં તાર ABમાંથી સ્થિર વિદ્યુતપ્રવાહ ધારવામાં આવેલ છે. આથી, ગૌણકોષનું વિદ્યુતચાલક બળ (emf) સમગ્ર પ્રયોગ દરમિયાન અચળ જળવાઈ રહે છે.

(2) જૉકીનું સ્થાન માપપટ્ટીના લઘુત્તમ માપ $\pm$ 0.1 cm સુધી ચોકસાઈથી માપી શકે છે. વધુમાં જૉકીની ધાર પણ આ લઘુત્તમ માપમાં મર્યાદા મૂકે છે. આથી તીક્ષ્ણ ધારવાળી જૉકીનો ઉપયોગ કરવો સલાહ ભરેલ છે.

(3) તારનો છેડો એ માપપટ્ટીનો છેડો ન હોવાથી લંબાઈ l ના માપનમાં શૂન્ય ત્રૂટિ ઉદ્‌ભવવાની શક્યતા છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) વિદ્યુતચાલક બળ (emf)નાં બધાં ઉદ્‌ગમોના ધન છેડાઓ પોટૅન્શિયોમીટરના A બિંદુ સાથે જોડેલ છે, પરંતુ જો બધાં વિદ્યુતચાલક બળોનાં ઉદ્‌ગમોના ઋણ છેડાઓ A બિંદુ સાથે જોડેલ હોય, તો તટસ્થ બિંદુની લંબાઈ પર કેવી અસર થઈ શકે ?

(2) તાજા બનાવેલ લેકલાન્શે કોષનો આંતરિક અવરોધ શોધો. Rના મૂલ્ય સાથે આંતરિક અવરોધ બદલાય છે ?

(3) કોષના આંતરિક અવરોધ પર અસર કરતાં પરિબળો જણાવો.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) જુદી-જુદી બનાવટના સૂકા કોષના આંતરિક અવરોધ શોધો.

(2) ગૌણ કોષનો આંતરિક અવરોધ આ રીતથી માપી શકાય ? તમારા જવાબનું કારણ આપો.

પ્રયોગ 6

હેતુ

અર્ધ આવર્તનની રીતથી ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ નક્કી કરવો અને તેની ફિગર ઑફ મેરિટ શોધવી.

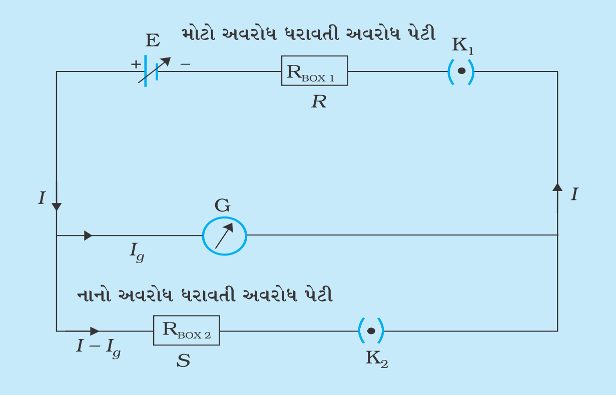
સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

ચલિત ગૂંચળાવાળું ગૅલ્વેનોમીટર, બૅટરી અથવા બૅટરી એલિમિનેટર (0 – 6 V), 0 – 10 kΩ અવધિવાળી એક અવરોધપેટી ($R_{Box\ 1}$), 0 – 200 Ω અવરોધવાળી એક અવરોધપેટી (R_{Box2}), બે એકમાર્ગી કળ, વોલ્ટમીટર, જોડાણ માટેના તાર અને કાચપેપરનો ટુકડો

સિદ્ધાંત

ગૅલ્વેનોમીટર

ગૅલ્વેનોમીટર એ ખૂબ જ નાના વિદ્યુતપ્રવાહને માપવા (શોધવા) માટેનું સંવેદનશીલ સાધન છે. તેની કામગીરી જે સિદ્ધાંત પર છે તેમાં જ્યારે સમાન ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકેલા ગૂંચળામાંથી વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે ત્યારે તે ટૉર્ક અનુભવે છે. ગૂંચળાનું કોણાવર્તન તે ગૂંચળા સાથે જોડેલા દર્શકની મદદથી જાણી શકાય છે. જે એક માપક્રમ પર ચલિત થાય છે.



આકૃતિ E 6.1 : *ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ શોધવા માટેનો વિદ્યુત પરિપથ*

જ્યારે ત્રિજ્યાવર્તી ચુંબકીયક્ષેત્રમાં મૂકેલા ગૂંચળામાંથી I વિદ્યુતપ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે, ત્યારે ગૂંચળું θ જેટલું કોણાવર્તન અનુભવે છે જે I સાથે નીચે મુજબ સંબંધ ધરાવે છે :

$$I = k\theta \tag{E 6.1}$$

જ્યાં, k સમપ્રમાણતાનો અચળાંક છે અને તે ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ તરીકે ઓળખાય છે.

અર્ધઆવર્તનની રીતથી ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ G શોધવા માટેનો જરૂરી વિદ્યુતપરિપથ, આકૃતિ E 6.1માં દર્શાવેલ છે.

જ્યારે પરિપથમાં અવરોધ *R* દાખલ કરવામાં આવે ત્યારે તેમાંથી (ગૅલ્વેનોમીટરમાંથી) વહેતો વિદ્યુતપ્રવાહ I_g નીચેના સમીકરણ દ્વારા આપી શકાય

(E 6.2)
$$I_g = \frac{E}{R+G}$$

આ કિસ્સામાં, કળ K_2ને ખુલ્લી રાખો. અહીં *E* એ બૅટરીનું વિદ્યુતચાલક બળ, *G* એ ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ છે, કે જે શોધવાનો છે.

જો વિદ્યુતપ્રવાહ I_g એ ગૅલ્વેનોમીટરમાં θ આવર્તન ઉત્પન્ન કરે, તો સમીકરણ (E 6.1) પરથી આપણે મેળવી શકીએ કે,

(E 6.3)
$$I_g = k\theta$$

સમીકરણો (E 6.2) અને (E 6.3)નો સમન્વય કરતાં નીચે મુજબ સમીકરણ મેળવી શકીએ.

(E 6.4)
$$\frac{E}{R+G} = k\theta$$

કળ K_1 અને K_2 બંને બંધ રાખીએ અને શંટના અવરોધ *S*નું મૂલ્ય એવું ગોઠવીએ કે જેથી ગૅલ્વેનોમીટરના દર્શકનું આવર્તન $\frac{1}{2}$ (અડધું) થાય. *G* અને *S* સમાંતર જોડાણમાં અને તેમની સાથે *R* શ્રેણી જોડાણમાં હોવાથી, પરિપથનો કુલ (પરિણામી) અવરોધ.

(E 6.5)
$$R' = R + \frac{GS}{G+S}$$

વિદ્યુતચાલક બળ *E*ના કારણે પરિપથમાં કુલ પ્રવાહ *I* નીચે મુજબ લખી શકાય

(E 6.6)
$$I = \frac{E}{R + \frac{GS}{G+S}}$$

જો G અવરોધ ધરાવતા ગૅલ્વેનોમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહ I'_g હોય, તો

$$GI'_g = S\,(I - I'_g)$$

(E 6.7)
અથવા
$$I'_g = \frac{IS}{G+S}$$

સમીકરણ (E 6.6)માંથી Iનું મૂલ્ય સમીકરણ (E 6.7)માં મૂકતાં વિદ્યુતપ્રવાહ I'_g નીચે મુજબ દર્શાવી શકાય

$$\left[I'_g = \frac{IS}{G+S} = \frac{E}{R+\dfrac{GS}{G+S}} \cdot \frac{S}{G+S} \right]$$

$$I'_g = \frac{ES}{R(G+S)+GS} \qquad \text{(E 6.8)}$$

ગૅલ્વેનોમીટરના વિદ્યુતપ્રવાહ I'_g માટે, જો ગૅલ્વેનોમીટરનું આવર્તન તેના પ્રારંભિક મૂલ્ય કરતાં અડધું $\left(=\frac{\theta}{2}\right)$ સુધી ઘટાડવામાં આવે ત્યારે

$$I'_g = k\left(\frac{\theta}{2}\right) = \frac{ES}{R(G+S)+GS}$$

સમીકરણ (E 6.2) ને સમીકરણ (E 6.8) વડે ભાગતાં,

$$\frac{I_g}{I'_g} = \frac{E}{R+G} \times \frac{R(G+S)+GS}{ES} = 2$$

અથવા $R\ (G + S) + GS = 2S\ (R + G)$

$RG = RS + GS$

$G\ (R - S) = RS$

અથવા $$G = \frac{RS}{R - S} \qquad \text{(E 6.9)}$$

R અને *S*નાં મૂલ્યો જાણવાથી, ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ *G* જાણી શકાય છે. સામાન્ય રીતે S ($\sim$ 100Ω)ની સાપેક્ષમાં *R* ખૂબ જ મોટો ($\sim$ 10 kΩ) પસંદ કરવામાં આવે, તો

$$G \approx S$$

દર્શકના એક કાપા જેટલા આવર્તન માટે જરૂરી વિદ્યુતપ્રવાહને ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ *(k)* તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય, જે $k = \frac{I}{\theta}$ છે. (E 6.10)

ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ નક્કી કરવા માટે પરિપથની ગોઠવણીમાં કળ K_2 ને ખુલ્લી રાખો. સમીકરણ (E 6.2) અને (E 6.3)નો ઉપયોગ કરી ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ

$k = \frac{1}{\theta}\left(\frac{E}{R+G}\right)$ વડે આપી શકાય. (E 6.11)

E, R, G અને θના મૂલ્ય જાણવાથી ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ ગણી શકાય છે.

પદ્ધતિ

(1) જોડાણ માટેના તાર (વાયર)ને કાચપેપરની મદદથી સાફ કરો અને ચોખ્ખા કરો અને વિદ્યુત-પરિપથમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ચુસ્ત જોડાણ કરો. (આકૃતિ E 6.1)

(2) ઉચ્ચ અવરોધવાળી અવરોધપેટી ($R_{Box\ 1}$) (1 – 10 kΩ)માંથી 5 kΩની કળ કાઢો અને પછી કળ K_1 બંધ કરો. આ અવરોધપેટીમાંથી અવરોધ R એવી રીતે ગોઠવો કે ગૅલ્વેનોમીટરના ડાયલ પર પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન મળે. અવરોધ Rનું આ મૂલ્ય અને આવર્તન θ નોંધો.

(3) K_2 કળ દાખલ કરો અને R ચોક્કસ રાખો. શંટના અવરોધ Sનું મૂલ્ય એવી રીતે ગોઠવો કે ગૅલ્વેનોમીટરનું આવર્તન θનું બરાબર અડધું થાય. Sનું મૂલ્ય નોંધો. શંટના અવરોધ Sનું મૂલ્ય નોંધ્યા બાદ કળ K_2 દૂર કરો. (ખુલ્લી કરો.)

(4) θ બેકી સંખ્યાનું આવર્તન હોય તેવાં પાંચ અવલોકનો માટે પદ 2 અને 3નું પુનરાવર્તન કરો અને અવલોકનો માટે R, S, θ અને $\theta/2$ને અવલોકન-કોષ્ટકમાં (સ્વરૂપે) નોંધો.

(5) સમીકરણ (E 6.9) અને (E 6.11)નો ઉપયોગ કરીને અનુક્રમે ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ G અને ફિગર ઑફ મેરિટ kની ગણતરી કરો.

અવલોકનો

બૅટરીનું વિદ્યુતચાલક બળ E = ... V

ગૅલ્વેનોમીટરના પૂર્ણ સ્કેલમાં કાપા (વિભાગ)ની સંખ્યા = ...

કોષ્ટક E 6.1 : ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ

ક્રમ	મોટો અવરોધ R (Ω)	ગૅલ્વેનોમીટરનું આવર્તન θ (વિભાગ)	શંટનો અવરોધ S (Ω)	ગૅલ્વેનોમીટરનું અર્ધ આવર્તન $\frac{\theta}{2}$ (વિભાગ)	$G = \frac{RS}{R-S}$ (Ω)	$k = \frac{E}{R+G} \cdot \frac{1}{\theta}$ એમ્પિયર / વિભાગ
(1)						
(2)						
--						
(5)						

ગણતરીઓ

G (ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ)નું સરેરાશ મૂલ્ય = ... Ω

k (ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ)નું સરેરાશ મૂલ્ય = ... એમ્પિયર / વિભાગ

પરિણામ

(1) અર્ધ આવર્તનની રીતથી ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ G = ... Ω

(2) ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ k = ... ઍમ્પિયર / વિભાગ

સાવચેતીઓ

(1) અવરોધપેટીમાંથી મોટા મૂલ્યનો અવરોધ R કાઢ્યા પછી જ કળ K_1ને ભરાવવી જોઈએ, નહિતર ગૅલ્વેનોમીટરનું ગૂંચળું બળી જઈ શકે.

(2) Rનું મૂલ્ય એવું ગોઠવો કે ગૅલ્વેનોમીટરમાં બેકી વિભાગોનું આવર્તન મળે જેથી $\frac{\theta}{2}$ ખૂબ જ સહેલાઈથી મેળવી શકાય.

(3) બૅટરીનું વિદ્યુતચાલક બળ અચળ રહેવું જોઈએ.

(4) પ્રાયોગિક રીતે શક્ય હોય તેટલો ઊંચા મૂલ્યનો R ઉપયોગમાં લો. આ Gનું ખાતરીપૂર્વક સચોટ મૂલ્ય આપે છે.

(5) બધાં જ જોડાણો અને અવરોધપેટીમાંની બધી કળ ચુસ્ત હોવી જોઈએ.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

(1) અવરોધપેટીમાંની કળ ઢીલી હોઈ શકે અથવા તે સાફ ન પણ હોઈ શકે.

(2) બૅટરીનું વિદ્યુતચાલક બળ અચળ ન પણ હોઈ શકે.

ચર્ચા

(1) K_2 કળ બંધ કરવાથી અને અવરોધપેટી $R_{Box\ 2}$ના અવરોધનું મૂલ્ય ગોઠવતાં તમને ગૅલ્વેનોમીટરમાં θ/2 આવર્તન મળે છે, ત્યારે અવરોધ S ગૅલ્વેનોમીટરના અવરોધ G જેટલો બને છે, કારણ કે R માંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહનો અડધો ભાગ S દ્વારા અને અડધો ભાગ ગૅલ્વેનોમીટર દ્વારા વહેંચાય છે. તે નોંધપાત્ર છે કે R એ S અથવા Gની સાપેક્ષે ખૂબ મોટો છે તેથી કળ K_2 ખોલવાથી કે બંધ કરવાથી Rમાંથી વહેતા વિદ્યુતપ્રવાહમાં નજીવો ફેરફાર કરે છે.

(2) ગૅલ્વેનોમીટરની પ્રવાહ સંવેદિતા Cને આપણે એકમ વિદ્યુતપ્રવાહ દીઠ આવર્તન તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરી શકાય. કળ K_2 ખુલ્લી રાખી, તેમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ

$$C\theta = \frac{E}{R}$$

$$C = \frac{E}{R\theta}$$

(3) સમીકરણ E 6.9 પરથી $RS = G\ (R - S)$. RSને Y-અક્ષ પર અને $(R - S)$ ને X-અક્ષ પર લઈ દોરેલા RS વિરુદ્ધ $(R - S)$ના આલેખના ઢાળ પરથી પણ ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ G નક્કી કરી શકાય છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) તમે ગૅલ્વેનોમીટરનો ઉપયોગ કરી વિદ્યુતપ્રવાહનું માપન કેવી રીતે કરશો ?

(2) (a) ગૅલ્વેનોમીટર, એમીટર અને વોલ્ટમીટરમાંથી કોને મહત્તમ અવરોધ હશે અને કોને લઘુત્તમ હશે ? સમજાવો.

(b) બે મીટરમાંથી કોને ઓછો અવરોધ હશે - મિલિએમીટર અથવા માઇક્રોએમીટર ?

(3) ગૅલ્વેનોમીટરની સંવેદિતા ક્યાં પરિબળો પર કેવી રીતે આધાર રાખે છે ?

(4) કોષનો આંતરિક અવરોધ શૂન્ય લીધેલ છે. આ દર્શાવે છે કે પ્રયોગમાં આપણે તાજો ચાર્જ કરેલો સંગ્રાહક કોષ અથવા સારી બૅટરી એલિમિનેટર વાપરવી જોઈએ. જો આંતરિક અવરોધ મર્યાદિત હોય, તો તે પરિણામ પર કેવી રીતે અસર કરશે ?

(5) શું $\frac{1}{3}$ આવર્તન લઈને ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ શોધવાનું શક્ય છે ? જો હા તો Gના મૂલ્યની ગણતરીના સૂત્રમાં શું જરૂરી ફેરફાર કરવા જોઈએ ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો/પ્રવૃત્તિઓ

(1) R અને $\frac{1}{\theta}$ વચ્ચેનો આલેખ દોરો. (Rને X-અક્ષ પર લો.) આલેખનો ઉપયોગ G અને k નક્કી કરવા માટે કરો.

(2) θને Y-અક્ષ પર અને $\left(\frac{E}{R+G}\right)$ને X-અક્ષ પર લઈ θ વિરુદ્ધ $\left(\frac{E}{R+G}\right)$નો આલેખ દોરો. તમે આ આલેખ પરથી k કઈ રીતે નક્કી કરશો.

(3) G અને kનાં મૂલ્યોનો ઉપયોગ કરીને આપેલા ગૅલ્વેનોમીટરને 0 –3 Aની અવધિવાળા એમીટરમાં રૂપાંતર કરવા જરૂરી શંટનું મૂલ્ય ગણો.

(4) આપેલા ગૅલ્વેનોમીટરને 0 – 30 V ની અવધિવાળા વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતર કરવા જરૂરી શ્રેણી-અવરોધનું મૂલ્ય ગણો.

પ્રયોગ 7

હેતુ

આપેલા ગૅલ્વેનોમીટર (અવરોધ અને ફિગર ઑફ મેરિટ જ્ઞાત હોય તેવા)ને (i) ઇચ્છિત અવધિ (0 થી 30 mA) ધરાવતા એમીટર અને (ii) ઇચ્છિત અવધિ (0 થી 3V) ધરાવતા વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતર કરો અને તેની ચકાસણી કરવી.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

અવરોધ અને ફિગર ઑફ મેરિટ જ્ઞાત હોય તેવું ગૅલ્વેનોમીટર, 26 અથવા 30 SWG (Standard Wire Gauge) વાળો કોન્સ્ટન્ટન અથવા મેંગેનીનનો તાર, બૅટરી અથવા બૅટરી એલિમિનેટર, એકમાર્ગી કળ, 200 Ωની અવધિવાળું રીઓસ્ટેટ, 0 – 30 mA અવધિવાળું એમીટર, 3V અવધિવાળું વોલ્ટમીટર, જોડાણ માટેના વાયર અને કાચપેપર.

(i) સિદ્ધાંત (ગૅલ્વેનોમીટરનું એમીટરમાં રૂપાંતર)

ગૅલ્વેનોમીટર એક સંવેદનશીલ સાધન છે કે જે 100 mAના ક્રમના ખૂબ જ નાના વિદ્યુતપ્રવાહની હાજરી નોંધી શકે છે. એમ્પિયરના ક્રમનો વિદ્યુતપ્રવાહ માપવા માટે, G અવરોધ ધરાવતા ગૅલ્વેનોમીટરને સમાંતરમાં શંટ તરીકે ઓળખાતો લઘુ અવરોધ S જોડવામાં આવે છે.

જો પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન માટે પરિપથમાં વહેતો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ I_0 હોય, તો S માંથી પસાર થતો પ્રવાહ $(I_0 - I_g)$ થશે, જ્યાં I_g એ પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન માટે ગૅલ્વેનોમીટરમાંથી પસાર થતો વિદ્યુતપ્રવાહ છે. સાધનને એ રીતે અંકિત (માપનું અંકન) કરવામાં આવે છે કે જેથી વિદ્યુતપ્રવાહ સીધેસીધો એમ્પિયરમાં માપી શકાય અને તેનો ઉપયોગ એમીટર તરીકે કરી શકાય. G અને S એકબીજાને સમાંતર જોડાણમાં હોવાથી બંનેના છેડાઓ વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત સમાન થશે. આથી,

$$I_g G = (I_0 - I_g)\, S \qquad \text{(E 7.1)}$$

અથવા
$$S = \frac{I_g G}{I_0 - I_g} \qquad \text{(E 7.2)}$$

ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ જે k સંજ્ઞા વડે રજૂ કરાય છે. તે એક વિભાગને અનુરૂપ વિદ્યુતપ્રવાહ દર્શાવે છે. આમ, જો ગૅલ્વેનોમીટરના માપક્રમ પર કુલ વિભાગની સંખ્યા (કોઈ એક બાજુએ) N હોય, તો વિદ્યુતપ્રવાહ I_g નું મૂલ્ય, $I_g = kN$ વડે આપી શકાય.

જો n એ રૂપાંતરિત ગૅલ્વેનોમીટરમાં વાસ્તવિક આવર્તન દર્શાવતું હોય, તો કુલ વિદ્યુતપ્રવાહ

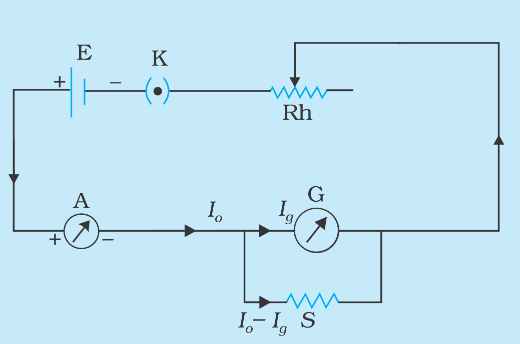
$$I = n\frac{I_o}{N}.$$

પદ્ધતિ

(1) પ્રયોગ 6માં આપેલ પદ્ધતિ અનુસાર ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ G અને ફિગર ઑફ મેરિટ k નક્કી કરો. (નોંધ : જો બૅટરી એલિમિનેટર બદલી શકાય તેવા વૉલ્ટેજ વાળું હોય તો રીઓસ્ટેટની જરૂર નથી.)

(2) ગૅલ્વેનોમીટરના માપક્રમ પર શૂન્યની કોઈ એક તરફ રહેલા કુલ વિભાગોની સંખ્યા N ગણો.

(3) $I_g = Nk$ સંબંધ અનુસાર ગૅલ્વેનોમીટરના પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન માટેનો વિદ્યુતપ્રવાહ I_g ગણો. જ્યાં k એ ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ છે.



આકૃતિ E 7.1 : ગૅલ્વેનોમીટરનું એમીટરમાં રૂપાંતર ચકાસવા માટેનો વિદ્યુત પરિપથ

(4) $S = \frac{I_g G}{I_o - I_g}$ સૂત્રનો ઉપયોગ કરીને શંટનો અવરોધ S ગણો.

(5) તારની ત્રિજ્યા r માપો અને વિશિષ્ટ અવરોધ ρના આપેલ મૂલ્ય પરથી, Sના અવરોધ માટે, તારની લંબાઈ l ગણો. ($l = \frac{S\pi r^2}{\rho}$ સૂત્રનો ઉપયોગ કરો.)

(6) ધારો કે ગણતરીથી મળેલ તારની લંબાઈ 10 cm છે. તે લંબાઈ કરતાં 3 – 4 cm વધારે લંબાઈવાળો તાર કાપો અને તેને ગૅલ્વેનોમીટરની સમાંતરમાં જોડો અને આકૃતિ E 7.1માં દર્શાવ્યા મુજબ વિદ્યુત-પરિપથ પૂર્ણ કરો.

(7) તારની લંબાઈ એવી ગોઠવો કે જેથી આપણે ગૅલ્વેનોમીટરમાં પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન જોઈ શકીએ ત્યારે એમીટરમાં વિદ્યુતપ્રવાહ 30 mA થાય.

(8) આમ, હવે ગૅલ્વેનોમીટર જેની અવધિ 30 mA છે તેવા એમીટરમાં રૂપાંતરિત થયું.

(9) હવે શંટના તારની ચોક્કસ લંબાઈ માપો અને અગાઉ માપેલ ત્રિજ્યાના મૂલ્ય અને જાણીતા વિશિષ્ટ અવરોધના મૂલ્ય પરથી તેના અવરોધની ગણતરી કરો.

(10) અવરોધના ઉપર્યુક્ત મૂલ્યને સૂત્ર $S = \frac{l \times \rho}{\pi r^2}$ ના ઉપયોગથી ગણતરી કરેલ મૂલ્ય સાથે સરખાવો.

અવલોકનો

(1) ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ G (આપેલ) = ... Ω

(2) ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ, k (આપેલ) = ... ઍમ્પિયર / વિભાગ

(3) ગૅલ્વેનોમીટરના માપક્રમ પર શૂન્યની કોઈ એક તરફ આવેલા વિભાગોની સંખ્યા N = ... વિભાગ

(4) N વિભાગનું પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન ઉત્પન્ન કરવા (મેળવવા) જરૂરી વિદ્યુતપ્રવાહ $I_g = kN$ = ... ઍમ્પિયર

(5) તારની ત્રિજ્યાઃ

આપેલ સ્ક્રૂગૅજનું લઘુત્તમ માપ = ... cm

શૂન્ય ત્રુટિ = ... cm

શૂન્ય સુધારો = ... cm

તારના અવલોકિત વ્યાસઃ

(i) .... cm (ii) .... cm

(iii) .... cm (iv) .... cm

અવલોકિત સરેરાશ વ્યાસ D = ... cm

તારની ત્રિજ્યા $r = \frac{D}{2}$ = ... cm

ગણતરીઓ

(1) શંટ અવરોધ = $S = \frac{I_g G}{I_0 - I_g}$ = ... Ω

(2) તારના દ્રવ્યના વિશિષ્ટ અવરોધનું આપેલ મૂલ્ય ρ = ... Ω m

(3) તારની જરૂરી લંબાઈ $l = \frac{S\pi r^2}{\rho}$ = ... cm

(4) ઇચ્છિત અવધિ માટે શંટના તારની અવલોકિત લંબાઈ l' = ... cm

(5) અવલોકિત લંબાઈના તાર પરથી શંટનો અવરોધ $S' = \frac{l' \times \rho}{\pi r^2}$ = ... Ω

પરિણામ

આપેલ ગૅલ્વેનોમીટરને 0 થી .... ઍમ્પિયરની અવધિ ધરાવતા ઍમીટરમાં રૂપાંતરિત કરવા માટે,

(1) ગણતરી કરેલ શંટ તારનો અવરોધ S = ... Ω

(2) અવલોકિત શંટ તારનો અવરોધ S' = ... Ω

સાવચેતીઓ

(1) ચકાસણી માટે જે એમીટરનો ઉપયોગ કરો તેની અવધિ રૂપાંતર માટેની અવધિ જેટલી હોવી જોઈએ.

(2) ગણતરી કરેલ તારની લંબાઈ કરતાં 3 થી 4 cm વધારે કાપો.

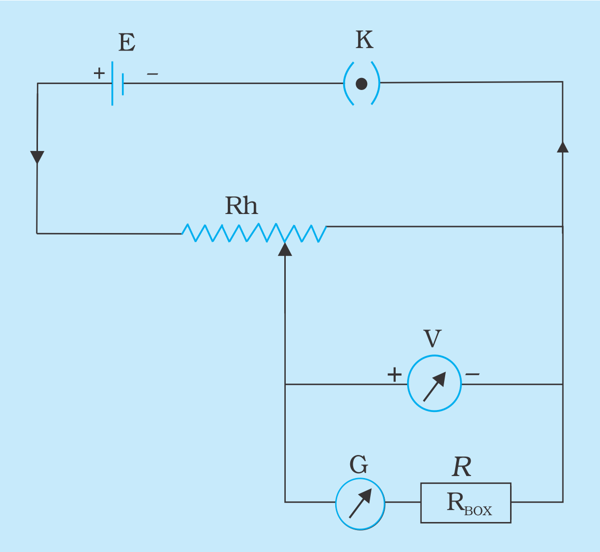
(3) તારની લંબાઈની ગોઠવણી કર્યા બાદ, બે પ્લગની વચ્ચેની તારની લંબાઈ ચોકસાઈપૂર્વક માપો.

(ii) સિદ્ધાંત (ગૅલ્વેનોમીટરનું વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતર)

ગૅલ્વેનોમીટર સાથે શ્રેણીમાં યોગ્ય મૂલ્યનો મોટો અવરોધ જોડવાથી, તે વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતરિત થાય છે. વોલ્ટમીટર હંમેશાં જે વિદ્યુત ઘટકના બે છેડા વચ્ચેનો વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત માપવાનો હોય તેને સમાંતર જોડવામાં આવે છે.

જો ગૅલ્વેનોમીટર (G અવરોધ ધરાવતું) મહત્તમ પ્રવાહ માટે પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન દર્શાવે, તો ગૅલ્વેનોમીટરના સમાંતર વિદ્યુતસ્થિતિમાનનો તફાવત $I_g G$. જો રૂપાંતરિત ગૅલ્વેનોમીટરની ઇચ્છિત અવધિ V_o વોલ્ટ રાખવી હોય, તો ગૅલ્વેનોમીટરની શ્રેણીમાં જોડવો પડતો જરૂરી અવરોધ $R = \frac{V_o}{I_g} - G$ વડે આપી શકાય.

પદ્ધતિ



આકૃતિ E 7.2 : ગૅલ્વેનોમીટરનું વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતરની ચકાસણી માટેનો વિદ્યુત પરિપથ

(1) V_o, I_g અને Gનાં આપેલ મૂલ્યો માટે શ્રેણી-અવરોધ Rના મૂલ્યની ગણતરી કરો.

(2) આકૃતિ E 7.2માં દર્શાવ્યા મુજબ કોષ અને રૂપાંતરિત ગૅલ્વેનોમીટર અને નજીકની સમાન અવધિ ધરાવતું વોલ્ટમીટર, ઉચ્ચ અવરોધ ધરાવતા રીઓસ્ટેટ સાથે સમાંતરમાં જોડો. (નોંધ : જો બૅટરી એલિમિનેટર બદલી શકાય તેવા વૉલ્ટેજ વાળું હોય તો રીઓસ્ટેટની જરૂર નથી.)

(3) કળ K બંધ કરો અને રીઓસ્ટેટને એવી રીતે ગોઠવો કે વોલ્ટમીટરએ ઇચ્છિત અવધિ (3 V)ના વોલ્ટેજ દર્શાવે. સાથે સાથે, રીઓસ્ટેટના સ્લાઇડરની સ્થિતિ અને અવરોધપેટીમાંના અવરોધનું મૂલ્ય પણ એવું ગોઠવો કે જેથી ગૅલ્વેનોમીટરમાં પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન અવલોકિત થાય ત્યારે વોલ્ટમીટર 3 V દર્શાવે. અવરોધપેટીમાંનો કુલ અવરોધ નોંધો.

અવલોકનો

(1) ગૅલ્વેનોમીટરનો અવરોધ G (આપેલ) = ... Ω

(2) ગૅલ્વેનોમીટરની ફિગર ઑફ મેરિટ, k (આપેલ) .... એમ્પિયર / વિભાગ

(3) ગૅલ્વેનોમીટરના માપક્રમ પર શૂન્યની કોઈ એક તરફ આવેલા વિભાગોની સંખ્યા N = ... વિભાગ

(4) N વિભાગનું પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન ઉત્પન્ન કરવા (મેળવવા) જરૂરી વિદ્યુતપ્રવાહ $I_g = kN$ = ... એમ્પિયર

(5) અવરોધપેટીમાંથી કાઢેલ કુલ અવરોધ = ... Ω

ગણતરીઓ

ગૅલ્વેનોમીટર સાથે શ્રેણીમાં જોડેલ અવરોધ

$$R = \frac{V_o}{I_g} - G = \text{..................}\ \Omega$$

પરિણામ

આપેલ ગૅલ્વેનોમીટરનું 0 થી .... Vની અવધિવાળા વોલ્ટમીટરમાં રૂપાંતર કરવા,

(1) ગણતરી કરેલ શ્રેણી-અવરોધનું મૂલ્ય R = ... Ω

(2) અવલોકિત કરેલ શ્રેણી-અવરોધનું મૂલ્ય R' = ... Ω

(3) પૂર્ણ સ્કેલ આવર્તન માટે વિદ્યુતપ્રવાહ I_g = ... એમ્પિયર

સાવચેતીઓ

(1) ઉપયોગમાં લીધેલ અવરોધપેટી ઉચ્ચ અવરોધવાળી હોવી જોઈએ.

(2) રીઓસ્ટેટ પોટૅન્શિયલ ડિવાઇડર (વિદ્યુતસ્થિતિમાન વિભાજક) તરીકે વાપરવું જોઈએ.

(3) ગૅલ્વેનોમીટરને થતું કોઈ પણ પ્રકારનું નુકસાન અટકાવવા માટે અવરોધપેટીમાંથી પ્રથમ 10 $k\Omega$ના ક્રમનો ઉચ્ચ અવરોધ કાઢો (ઉપયોગ કરો) અને પછી બૅટરીની કળ બંધ કરો.

ત્રુટિનાં ઉદ્‌ગમો

તાર અસમાન આડછેદનું ક્ષેત્રફળ ધરાવતો હોઈ શકે.

ચર્ચા

(1) જો તારના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ અસમાન હોય તો, તે અવલોકનોને કઈ રીતે અસર કરશે ?

(2) રીઓસ્ટેટને પ્રવાહ વિભાજક અને વિદ્યુતસ્થિતિમાન વિભાજક તરીકે ઉપયોગ કરો.

(3) તમારા સાધનમાં ઘર્ષણ ઘણું નાનું છે તે તપાસવા માટે, સમાન ગોઠવણી માટે 5 થી 10 વખત θનું માપન કરો. જો દરેક વખતે, દર્શક માપક્રમ પરના ચોક્કસ સમાન બિંદુએ જ આવે, તો તમારા સાધનમાં ઘર્ષણ ખૂબ જ નાનું છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

(1) તમે રૂપાંતરિત ગૅલ્વેનોમીટરની અવધિ વધારીને 0 – 60 mA કેવી રીતે કરશો ?

(2) તમે રૂપાંતરિત ગૅલ્વેનોમીટરની અવધિ ઘટાડીને 0 — 20 mA કેવી રીતે કરશો ?

(3) જો $S << G$ તો રૂપાંતરિત ગૅલ્વેનોમીટરના અવરોધનો ક્રમ શું હશે ?

(4) વિદ્યુત-પરિપથમાં એમીટર શા માટે હંમેશાં શ્રેણી-જોડાણમાં જોડવામાં આવે છે ?

(5) વિદ્યુત-પરિપથમાં વોલ્ટમીટર શા માટે હંમેશાં સમાંતર જોડાણમાં જોડવામાં આવે છે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

(1) જો સમાન દ્રવ્યના તારની ત્રિજ્યા બમણી કરવામાં આવે, તો તારની લંબાઈ ગણો.

(2) જો સમાન ત્રિજ્યા હોય પરંતુ ઉપયોગમાં લીધેલ દ્રવ્ય તાંબું હોય, તો તારની લંબાઈ ગણો.

(3) એમીટર અને વોલ્ટમીટરની અવધિ બદલો અને ઉપર પ્રયોગમાં દર્શાવેલ સમાન પદ્ધતિને અનુસરી પુનરાવર્તન કરો.

(4) રૂપાંતરિત એમીટર / વોલ્ટમીટરનો ચકાસણી માટે ઉપયોગ કરો કે અવધિ રૂપાંતર માટેની સમાન અવધિ હોય.

પ્રયોગ 8

હેતુ

સોનોમીટર અને વિદ્યુતચુંબકનો ઉપયોગ કરી પ્રત્યાવર્તી પ્રવાહ (ઊલટસૂલટ પ્રવાહ-ac)ની આવૃત્તિ નક્કી કરો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

સોનોમીટર કે જેના ઉપર નરમ લોખંડનો તાર ખેંચાયેલ હોય, વિદ્યુતચુંબક (electromagnet), સ્ટેપડાઉન ટ્રાન્સફોર્મર, ખાંચાવાળા $\frac{1}{2}$ kg ના વજનિયાંનું હેંગર, ભૌતિક તુલા, તીક્ષ્ણ ધારવાળી બે ફાચર (ટેકાઓ) અને વજનપેટી

સિદ્ધાંત

બંને છેડે જડિત આધારવાળી, ખેંચાયેલી દોરીમાં મૂળભૂત રીતે દોલનો (મોડ ઑફ વાઇબ્રેશન)ની આવૃત્તિ $n = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}$ વડે આપી શકાય છે. (E 8.1)

અહીં l એ દોલિત દોરીની લંબાઈ છે, T એ તારમાં તણાવબળ છે અને m એ દોરી (અથવા તાર)ની એકમ લંબાઈ દીઠ દ્રવ્યમાન છે.

જો વિદ્યુતચુંબકની કૉઇલ (ગૂંચળા)માંથી ઊલટસૂલટ પ્રવાહ પસાર કરવામાં આવે છે, કોર (ગર્ભ)માં ઉદ્ભવતું ચુંબકત્વ એ વિદ્યુતપ્રવાહના તાત્ક્ષણિક મૂલ્યના સમપ્રમાણમાં હોય છે. જો વિદ્યુતચુંબકને સોનોમીટર તારની નજીક મધ્યમાં મૂકવા (રાખવા)માં આવે, તો તાર દરેક ચક્ર દરમિયાન વિદ્યુતચુંબક તરફ બે વખત આકર્ષાય છે. તાર દ્વારા અનુભવાતું આકર્ષણ બળ એ વિદ્યુતચુંબકના કોરમાં ઉદ્ભવતા ચુંબકત્વના સમપ્રમાણમાં હોય છે. દરેક ચક્ર દરમિયાન, તાર બે વખત ખેંચાશે અને તેથી અનુનાદ વખતે, તે એવી આવૃત્તિથી દોલિત થશે કે જે ઊલટસૂલટ પ્રવાહની આવૃત્તિથી બમણી હશે. આથી, જો એ ઊલટસૂલટ પ્રવાહની આવૃત્તિ f હોય તો

$$f = \frac{n}{2} = \frac{1}{4l}\sqrt{\frac{T}{m}} \qquad \text{(E 8.2)}$$

$$4\ n^2 l^2 m = T$$

અથવા $l^2 = \dfrac{1}{4n^2m} \times T$

T (X-અક્ષ પર લઈને) અને l^2 (Y-અક્ષ પર લઈને) વચ્ચેનો આલેખ સુરેખ રેખા મળવી જોઈએ.

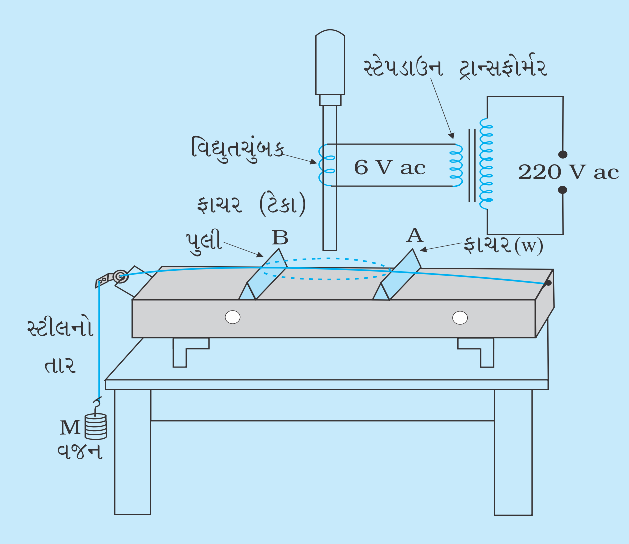
આ રેખાનો ઢાળ $\dfrac{1}{4n^2m}$ મળવો જોઈએ. આથી

$$n^2 = \frac{1}{4m \times \text{ઢાળ}} \qquad \text{(E 8.3)}$$

$$\therefore \mathrm{n} = \frac{1}{2}\frac{1}{\sqrt{\mathrm{m} \times \text{ઢાળ}}}$$

ઊલટસૂલટ પ્રવાહની આવૃત્તિ $f = \dfrac{\mathrm{n}}{2} = \dfrac{1}{4}\dfrac{1}{\sqrt{\mathrm{m} \times \text{ઢાળ}}}$ એ ઢાળના મૂલ્યનો ઉપયોગ કરી નક્કી કરી શકાય.

પદ્ધતિ



આકૃતિ E 8.1 : સોનોમીટરની મદદથી ac મેઈન્સની આવૃત્તિ શોધવા માટેની ગોઠવણી

(1) સોનોમીટરને ગોઠવો અને હેંગરમાં $\frac{1}{2}$ kgનું વજનિયું મૂકીને તાર ABને ખેંચો. (આકૃતિ E 8.1)

(2) વિદ્યુતચુંબકને સ્ટેન્ડમાં ગોઠવો અને તેને સ્ટેપડાઉન ટ્રાન્સફોર્મરના ગૌણ ગૂંચળા સાથે જોડો. તેના સ્થાનને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તેનો એક છેડો સોનોમીટર તારના મધ્યની નજીકમાં રહે.

(3) ઊલટસૂલટ પ્રવાહના પુરવઠાને ચાલુ કરો અને ફાચર (ટેકા) W અથવા W' ને સરકાવીને દોલિત ગાળા ABની લંબાઈને ગોઠવો. આ ગોઠવણી ત્યાં સુધી કરો કે જેથી દોલિત થતા તારમાં કંપવિસ્તાર મહત્તમ મળે.

(4) દોલિત લંબાઈ માપો અને દોરીમાં તણાવની નોંધ કરો.

(5) વજનિયાં $\frac{1}{2}$ kgના પદ (ક્રમ)માં વધારતા જાવ અને દરેક સમયે દોલિત-લંબાઈ શોધો.

(6) ac પુરવઠો બંધ કરો. સોનોમીટર તારને તેની ખીલીઓમાંથી ખોલો અને ભૌતિક તુલા વડે તેનું દ્રવ્યમાન કરો. 100 cmના સોનોમીટરના તારનું દ્રવ્યમાન ગણો. તેથી, તાર માટે એકમ લંબાઈ દીઠ દ્રવ્યમાન, m શોધો.