ત્રુટિના ઉદ્ગમો

1. હંમેશા થોડીક ઊર્જા ઘર્ષણના કારણે વ્યય થાય જ છે.
2. બંને સમતલો જ્યાં મળતા હોય ત્યાં જંક્શન પાસે સતતતાના અભાવે, ગબડતો ગોળો બીજા સમતલ સાથે અથડામણ અનુભવે છે જેના કારણે થોડીક ઊર્જાનો વ્યય થાય છે.

ચર્ચા

1. જો ઊર્જા સંરક્ષણના નિયમને બરાબર ચકાસવો હોય તો સ્ટીલના ગોળા અને ઢોળાવવાળા સમતલનાં તંત્રમાં રોલિંગ ઘર્ષણ શક્ય એટલું ઓછું હોવું જોઈએ. આથી, ગોળા અને સમતલની સપાટીઓ લીસી, સ્વચ્છ અને ભેજરહિત હોવી જોઈએ.
2. ઘર્ષણના કારણે વ્યય થતી ઊર્જા ઘટાડવી હોય તો સ્ટીલના ગોળા અને ઢોળાવવાળા સમતલનો પરસ્પર સંપર્ક ક્ષેત્રફળ શક્ય એટલું ઓછું કરવું જોઈએ. આથી, પૉલીસ કરેલી ઍલ્યુમિનિયમની ચેનલનો ઉપયોગ કરી ઢોળાવવાળો પથ બનાવવો વધારે હિતાવહ છે.
3. ઢાળવાળા સમતલની સપાટી સખત અને લીસી હોય તો ઘર્ષણની ભૂમિકા લઘુત્તમ રહે છે.
4. જેમ સમતલનો ઢાળ વધારે, તેમ ઊર્જાનો વ્યય વધારે (કેવી રીતે ?) આથી, સમતલનો ઢાળ નાનો રાખવો જોઈએ.

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. શું આ પ્રવૃત્તિને નાના વ્યાસવાળા સ્ટીલના ગોળાનો ઉપયોગ કરી સફળતાપૂર્વક કરી શકાય ?
2. જો ગોળો બીજી તરફના સમતલમાં એ જ ઊંચાઈએ (જ્યાંથી મુક્ત કર્યો હતો) ન પહોંચે તે કિસ્સામા તમારા અવલોકન વિશે ટીપ્પણી કરો.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃતિઓ

1. ઢાળવાળા સમતલ પરથી સરક્યા સિવાય ગબડતા ગોળા માટે તેના દ્રવ્યમાન અને કદની શું અસર થાય ? તેનો અભ્યાસ કરો.
2. રોલિંગ ઘર્ષણાંક પર સમતલના ઢાળની શું અસર થાય ? તેનો અભ્યાસ કરો

પ્રવૃત્તિ 7

હેતુ

સમય સાથે સાદા લોલકની ઊર્જાના વ્યયનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

હુક લગાડેલ ધાતુનો ભારે ગોળો, દૃઢ આધાર, પાતળો લાંબો અને મજબૂત દોરો (1.5 mથી 2 m), મીટરપટ્ટી, વજનતુલા, કાગળ, રૂ, સેલોકેન શીટ (કાગળ જેવો પારદર્શક પદાર્થ)

સિદ્ધાંત

જ્યારે સાદું લોલક સરળ આવર્તગતિ કરે ત્યારે પુનઃ સ્થાપકબળ F નીચેના સૂત્ર વડે અપાય

(A 7.1) $$F(t) = -k\,x(t)$$

જ્યાં $x(t)$ એ 't' સમયે સ્થાનાંતર છે અને $k = mg/L$, સંજ્ઞાઓ k, m, g, L, પ્રયોગ E 6માં સમજાવેલ છે,

(A 7.2) સ્થાનાંતર, $$x(t) = A_0 \cos(\omega t - \theta)$$

જ્યાં ω = કોણીય આવૃત્તિ અને θ = અચળ, A_0 એ દરેક દોલનમાં થતું મહત્તમ સ્થાનાંતર છે જેને કંપવિસ્તાર કહે છે. લોલકની કુલ ઊર્જા,

(A 7.3) $$E_0 = \frac{1}{2} k A_0^2$$

આદર્શ લોલકની કુલ ઊર્જા અચળ રહે છે કારણ કે તેનો કંપવિસ્તાર અચળ હોય છે.

પરંતુ, વાસ્તવમાં લોલકનો કંપવિસ્તાર ક્યારેય અચળ રહેતો નથી. તે સમયની સાથે ઘણા કારણોસર જેવા કે, હવાનું ખેંચાણ, દોરીમાં દૃઢતાનો અભાવ અથવા જ્યાંથી તેને લટકાવ્યું છે તે બિંદુએ લાગતું ઘર્ષણ વગેરેના કારણે ઘટતો જાય છે. આમ, દરેક દોલન વખતે કંપવિસ્તાર A_0 સમય સાથે ઘટતો જાય છે. કંપવિસ્તાર સમયનું વિધેય બને છે જે નીચે મુજબ આપી શકાય :

(A 7.4) $$A(t) = A_0 e^{-\lambda t/2}$$

જ્યાં A_0 પ્રારંભિક કંપવિસ્તાર છે અને λ એ અચળાંક છે જે ગોળાના દ્રવ્યમાન અને

અવમંદન પર આધાર રાખે છે. 't' સમયે લોલકની કુલ ઊર્જા

$$E(t) = \frac{1}{2} k A^2(t)$$

$$= E_0 e^{-\lambda t} \quad \text{(A 7.5)}$$

એટલે કે સમય સાથે ઊર્જા ઘટે છે કારણ કે થોડીક ઊર્જા પરિસરમાં ગુમાવાય છે.

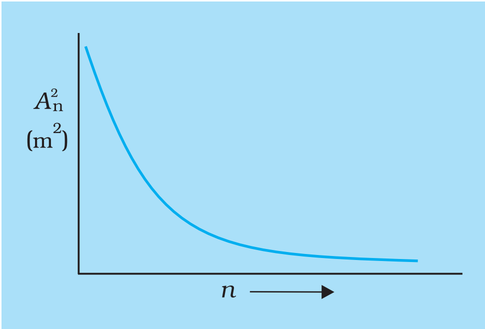
અવમંદિત દોલકની આવૃત્તિ કંપવિસ્તાર પર બહુ આધાર રાખતી નથી. આથી સમય માપવાના સ્થાને આપણે દોલનોની સંખ્યા (n) પણ માપી શકીએ. 'n' દોલનોના અંતે $t = n$T જ્યાં T = આવર્તકાળ. પછી સમીકરણ (A 7.5)ને આ રીતે લખી શકાય $E_n = E_0 e^{-\alpha n}$ (A 7.6)

જ્યાં $\alpha = \lambda t$

E_n એ 'n' દોલનોના અંતે દોલકની ઊર્જા છે.

પદ્ધતિ

1. લોલકના ગોળાનું દ્રવ્યમાન શોધો.
2. પ્રયોગ E 6ના પદ 1થી 5 નું પુનરાવર્તન કરો.
3. લોલકની નીચે તેના દોલનના સમતલમાં રહે તેમ મીટરપટ્ટી ગોઠવો, શૂન્યનું નિશાન સ્થિર લોલકના ગોળાની બરાબર સહેજ નીચે રહેવું જોઈએ.
4. જ્યારે લોલક, દોલન કરે ત્યારે, તમારે મીટરપટ્ટી પર ગોળાના મહત્તમ સ્થાનાંતરનું બિંદુ નોંધવાનું છે. 0.5 cm સુધી જ અવલોકન લો, mmના માપક્રમની ચિંતા ન કરો.
5. લોલકના ગોળાને 15 cm ના નિશાન સુધી ખેંચો. આથી, $n = 0$ માટે પ્રારંભિક કંપવિસ્તાર $A_0 = 15$ cm થાય. હળવેકથી ગોળાને છોડી દોલન શરૂ કરાવો.
6. ગોળો કોઈ એક બાજુએ, મહત્તમ સ્થાનાંતર કરે તે પ્રમાણે દોલનોની સંખ્યા ગણો.
7. 'n' દોલનોના અંતે, કંપવિસ્તાર A_n નોંધો. $n = 5, 10, 15$ આમ પાંચ-પાંચ દોલનો વધારતાં જાવો. તમે દરેક 10 દોલનોના અંતે પણ A_n નોંધી શકો છો.
8. A_n^2 વિરુદ્ધ nનો આલેખ દોરી તેનું અર્થઘટન કરો. (આકૃતિ A 7.1).
9. ગોળાની નીચે રૂ ને અથવા પેપરની પટ્ટી ચોંટાડી અવમંદન વધારીને પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો.



આકૃતિ A 7.1 : સાદા લોલક માટે A_n^2 વિરુદ્ધ *n*નો આલેખ

અવલોકનો

તુલાનું લઘુત્તમ માપ = ... g

માપપટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ = ... cm

લોલકના ગોળાનું દ્રવ્યમાન m = ... g

લોલકના ગોળાની (આપેલ) ત્રિજ્યા (r) = ... cm

લોલકની અસરકારક લંબાઈ (જ્યાંથી લટકાવ્યું છે તે બિંદુથી ગોળાની ટોચ સુધી), L = ... cm

બળઅચળાંક, $k = mg/L$ = ... Nm^{-1}

દોલનનો પ્રારંભિક કંપવિસ્તાર, A_0 = ... cm

પ્રારંભિક ઊર્જા, $E_0 = \frac{1}{2}(k\,A_0^2)$ = ... J

કોષ્ટક A 7.1 : સમય સાથે કંપવિસ્તારનો ઘટાડો તથા સાદા લોલકની ઊર્જાનો વ્યય

ક્રમ નં	કંપવિસ્તાર A_n (cm)	દોલનોની સંખ્યા, n	A_n^2	દોલકની ઊર્જા E_n (J)	ઊર્જાનો વ્યય $(E_n - E_0)$ (J)
1					
2					
3					
4					

પરિણામ

આલેખ પરથી તારવી શકાય કે સાદા લોલકની ઊર્જા સમય સાથે વ્યય થાય છે.

સાવચેતીઓ

1. પ્રયોગને પ્રયોગશાળામાં એવી જગ્યાએ કરવો જોઈએ કે જ્યાં હવાનો પ્રવાહ ખૂબ ઓછો હોય.
2. કંપવિસ્તારનું અવલોકન લેતાં પહેલાં, દોલકને ઓછામાં ઓછું બે વખત દોલવા દો, જેથી ખાતરી થઈ જાય કે દોલક એ જ સમતલમાં દોલન કરે છે.

ત્રુટિના ઉદ્‌ગમો

1. પ્રયોગશાળામાં હંમેશાં હવાની થોડી અવરજવર હોય છે.
2. કંપવિસ્તારનું ચોકસાઈભર્યું માપન મુશ્કેલ છે.

ચર્ચા

1. સાદા લોલકના સમય સાથે ઊર્જાના વ્યયમાં $A - n$ અને $A^2 - n$ પૈકી તમે કયા આલેખનો અભ્યાસ કરવાનું પસંદ કરશો ? શા માટે ?
2. (a) ગોળાના કદ (b) ગોળાના દ્રવ્યમાન અને (c) લોલકની લંબાઈ સાથે દોલનનો કંપવિસ્તાર સમય સાથે કેવી રીતે બદલાય છે ?

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. A^2 અને n ની વચ્ચેનો તમે દોરેલા આલેખનું અર્થઘટન કરો.
2. સમય સાથે દોલનોનો કંપવિસ્તાર કેવી રીતે બદલાય છે, તે તપાસો.
3. સાદા લોલકની ઊર્જાનો સમય સાથે ફેરફારના સ્વરૂપમાં દોલનોના કંપવિસ્તારનો સમય સાથે ઘટાડો શું દર્શાવે છે ?
4. A અને n વચ્ચેનો આલેખ, A^2 અને n વચ્ચેના આલેખ કરતાં કઈ રીતે જુદો પડે છે ?
5. (a) નાના અવમંદિત દોલનો માટે

   (b) મોટા અવમંદિત દોલનો માટે $A^2 - n$ ના દોરેલા આલેખ સરખાવો.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃતિઓ

5 cm વ્યાસનો પ્લાસ્ટીકનો દડો લઈ તેના વ્યાસ પર બે કાણાં કરો, તેમાં રેતી ભરો. આવા રેતી ભરેલા દડાનો ઉપયોગ કરી 100 cm લંબાઈનું લોલક બનાવો. લોલકને દોલન આપી, તેમાંથી રેતને પડવા દો. લોલકના કંપવિસ્તારનો ઘટવાનો દર શોધો. તેને જ્યારે ગોળાનું દ્રવ્યમાન અચળ હોય તે કિસ્સા સાથે સરખાવો.

પ્રવૃત્તિ 8

હેતુ

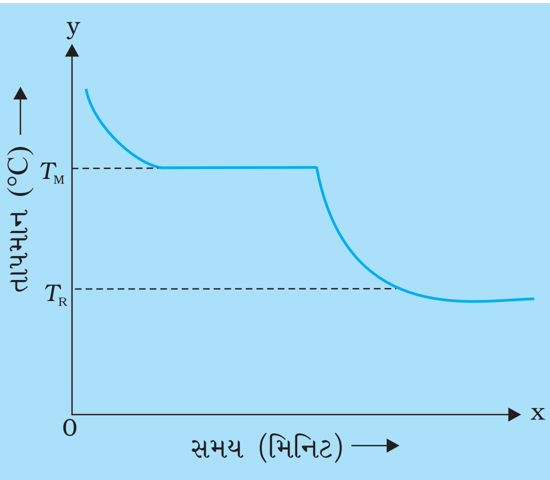
પીગળેલા મીણ માટે અવસ્થાનો ફેરફારનો અભ્યાસ કરી, શીત-વક્ર દોરવા

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

500 mL નું બીકર, ત્રિપગુ સ્ટેન્ડ, તારની જાળી, ક્લૅમ્પ સ્ટેન્ડ, સખત કાચની, ઉત્કલન નળી, 0.5 °C લઘુત્તમ માપ વાળું સેલ્સિયસ થર્મોમીટર, સ્ટોપ વૉચ/સ્ટોપ ક્લોક, બર્નર, પેરાફિન મીણ, ઉત્કલન નળીમાં ફિટ કરવા કાણું પાડેલ બૂચ કે જે થર્મોમીટરને ઉર્ધ્વ રાખી શકે.

સિદ્ધાંત

દ્રવ્યના ત્રણ સ્વરૂપો છે : ઘન, પ્રવાહી અને વાયુ. ઘન પદાર્થને ગરમ કરતાં તેનું તાપમાન વધે છે અને વિસ્તરણ થાય છે. તેને વધુ ગરમ કરતા તેની અવસ્થા બદલાય છે. ઘનમાંથી પ્રવાહી સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થવાની પ્રક્રિયાને ગલન કહે છે. જે તાપમાને આ રૂપાંતર થાય, તે તાપમાનને ગલનબિંદુ કહે છે. આખા ઘન પદાર્થના સંદર્ભમાં ગલનની પ્રક્રિયા તરત જ થતી નથી. ઘન-પ્રવાહી સંયુક્ત અવસ્થાનું તાપમાન જ્યાં સુધી સમગ્ર ઘન, પ્રવાહીમાં રૂપાંતર ના થાય ત્યાં સુધી અચળ રહે છે. ગલનની પ્રક્રિયા માટેનો સમય ઘન પદાર્થના દ્રવ્યમાન અને તેના પ્રકાર પર આધાર રાખે છે. ગલનબિંદુ જેટલું જ તાપમાન નીચું લઈ જઈ પ્રવાહીને ઠંડુ પાડતાં તે ઘન અવસ્થામાં ફેરવાય છે. આ કિસ્સામાં પણ પ્રવાહી ઘન સંયુક્ત અવસ્થાનું તાપમાન જ્યાં સુધી સમગ્ર પ્રવાહી, ઘનમાં રૂપાંતર ના થાય ત્યાં સુધી અચળ રહે છે.

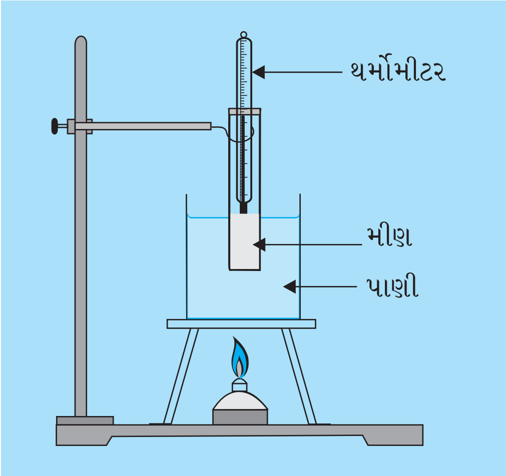


આકૃતિ A 8.1 : શીતવક્ર

પેરાફીન મીણ રોજબરોજના જીવનમાં ખૂબ જ વપરાય છે. શીતવક્ર દોરીને મીણનું ગલનબિંદુ નક્કી કરી શકાય. પીગળેલા મીણનું સરખા સમયગાળા ના અંતરે તાપમાન નોંધવામાં આવે છે. શરૂઆતમાં મીણનું તાપમાન સમય સાથે ઘટે છે, ત્યારબાદ T_M પાસે અચળ બને છે (જ્યારે ઘનીકરણ થાય ત્યારનું ગલનબિંદુ છે). હજી વધારે ઠંડો પાડવામાં આવે ત્યારે ઘન મીણનું તાપમાન ઓરડાના તાપમાને ઘટે છે, જે આકૃતિ A 8.1માં T_R વડે દર્શાવેલ છે.

પદ્ધતિ :

1. થર્મોમીટરનું લઘુત્તમ માપ અને અવધિ નોંધો.
2. સ્ટોપ ક્લૉકનું લઘુત્તમ માપ નોંધો.
3. ઓરડાનું તાપમાન નોંધો.
4. આકૃતિ A 8.2 માં દર્શાવ્યા મુજબ ત્રિપગા સ્ટેન્ડ, બર્નર અને ગરમ કરવાની વ્યવસ્થા ગોઠવો.
5. ઉત્કલન નળી અને થર્મોમીટરને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી અંકિત કરેલા કાપાઓ વાંચી શકાય.
6. પાણીને ગરમ કરો અને મીણની અવસ્થાનું અવલોકન કરો, જ્યાં સુધી મીણ સંપૂર્ણ પીગળી ના જાય ત્યાં સુધી ગરમ કરતાં જાવ અને અંદાજિત ગલનબિંદુ નોંધો.
7. મીણને પાણીના બાથમાં ત્યાં સુધી ગરમ કરતા જાવ જ્યાં સુધી તાપમાન પદ 6માં મળેલ અંદાજિત ગલનબિંદુ કરતાં 20 °C ઉપર આવે.
8. બર્નર બંધ કરો અને કાળજીપૂર્વક ક્લેમ્પને ઉપર કરો, ઉત્કલનનળીને પાણીના બાથમાંથી કાઢો.
9. દર બે મિનિટે તાપમાનના અવલોકનો નોંધો.
10. તાપમાનને y-અક્ષ પર અને સમયને x-અક્ષ પર લઈ આલેખ દોરો.
11. આલેખ પરથી
    (i) મીણનું ગલનબિંદુ નક્કી કરો.
    (ii) મીણની પ્રવાહી અવસ્થા/ઘન અવસ્થા માટેનો સમયગાળો નોંધો.



આકૃતિ A 8.2 : પ્રાયોગિક ગોઠવણ

અવલોકનો

થર્મોમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... °C

થર્મોમીટરની અવધિ = ... °C થી ... °C

ઓરડાનું તાપમાન = ... °C

સ્ટોપ ક્લૉકનું લઘુત્તમ માપ = ... s

કોષ્ટક A 8.1 : પીગળેલા મીણના તાપમાનનો સમય સાથેનો ફેરફાર

ક્રમ નં.	સમય (s)	તાપમાન °C
1		
2		
3		
4		

પરિણામ

પીગળેલા મીણનો શીતવક્ર આલેખમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે છે. આલેખ પરથી (i) મીણનું ગલનબિંદુ ... °C અને (ii) મીણ ... s સમય માટે પ્રવાહી અવસ્થા અને ... s સમય માટે ઘન અવસ્થામાં રહે છે.

સાવચેતીઓ

1. મીણ સાથેની ઉત્કલન નળીને જ્યોત પર ક્યારેય સીધી ગરમ ન કરો.
2. સ્ટોપ ક્લૉક સાધનની જમણી બાજુએ રાખવી જોઈએ જેથી જોવામાં સરળતા રહે.
3. મીણને તેના ગલનબિંદુ કરતાં 20 °C થી વધારે ગરમ ન કરવી જોઈએ.

ત્રુટિના ઉદ્‌ગમો

સમય અને તાપમાનનું એકસાથે માપન કરવાના કારણે કંઈક ત્રુટિ ઉદ્‌ભવી શકે છે.

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. આપણે મીણને શા માટે જ્યોત પર સીધું ગરમ ન કરવું જોઈએ ?
2. મીણને ગલન કરવા માટે અને તેને વધુ ગરમ કરવા માટે પાણીના બાથનો ઉપયોગ શા માટે કરવો જોઈએ ?
3. કયા મહત્તમ તાપમાન સુધી પીગળેલા મીણને પાણીના બાથમાં ગરમ કરી શકાય ?
4. શું આ પદ્ધતિ વડે પ્લાસ્ટીકનું ગલનબિંદુ નક્કી કરી શકાય ? તમારા જવાબનું કારણ આપો.
5. શું ગરમ પાણીના ઠંડા થવાની ક્રિયામાં વક્રનો આકાર મીણના કિસ્સા કરતાં જુદો હોય ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃતિઓ

1. બરફનું ગલનબિંદુ શોધો.
2. રંગહીન મીણમાં રંગ અથવા સુગંધ ઉમેરી તેના ગલનબિંદુ પર થતી અસરનો અભ્યાસ કરો. જુદા-જુદા પ્રમાણમાં મીણમાં રંગ/સુગંધ ઉમેરી તે પ્રમાણે તેના ગલનબિંદુમાં થતો ફેરફાર શોધો.

પ્રવૃત્તિ 9

હેતુ

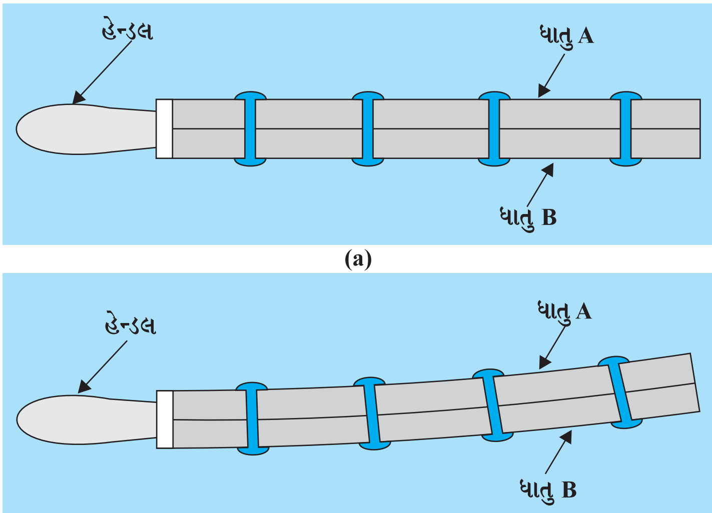
દ્વિ-ધાત્વીય (bi-metallic) પટ્ટી પર તાપમાનની અસરનું અવલોકન કરવું અને સમજાવવું.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

અવાહક (લાકડાના) હેન્ડલ સાથેની લોખંડ-પિત્તળની દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટી, હીટર/બર્નર.

સાધનનું વર્ણન

દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટી બે જુદી-જુદી ધાતુના સળિયા/પટ્ટીથી બનેલી હોય, જેના પરિમાણ સમાન હોય. ધાતુના આ સળિયા/પટ્ટીઓ (A અને B)ને લંબાઈને અનુરૂપ કસીને જોડેલા હોય છે. આ દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીના એક છેડે એક હેન્ડલ (લાકડાનું અવાહક) જોડેલ હોય છે. દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટી બનાવવામાં પસંદ કરેલી બે ધાતુના તાપમાનના રેખીય પ્રસરણાંકોના મૂલ્યોમાં મોટો તફાવત હોય છે.



આકૃતિ A 9.1 : **દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટી (a) સીધી (b) વળેલી અવસ્થામાં**

દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટી ઓરડાના તાપમાને (આકૃતિ A 9.1 (a))માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સીધી હોય છે. જ્યારે તેને ગરમ કરવામાં આવે છે ત્યારે બંને ધાતુના જુદા-જુદા રેખીય તાપમાન પ્રસરણને લીધે તે (આકૃતિ A 9.1) પ્રમાણે વળી જાય છે.

સિદ્ધાંત

તાપમાનનું રેખીય પ્રસરણ એ, ગરમ કરવાથી સળિયાની લંબાઈમાં થતો ફેરફાર છે. જો L_1 અને L_2 ધાતુના સળિયાની t_1 °C અને t_2 °C તાપમાને લંબાઈઓ હોય તો (જ્યાં $t_2 > t_1$)

લંબાઈમાં થતો ફેરફાર $(L_2 - L_1)$એ મૂળ લંબાઈ L_1 અને તાપમાનના વધારા $(t_2 - t_1)$ ના સમપ્રમાણમાં છે.

(A 9.1) આમ, $(L_2 - L_1) = \alpha L_1 (t_2 - t_1)$

(A 9.2) અથવા $L_2 = L_1 [1 + \alpha (t_2 - t_1)]$

(A 9.3) અને $\alpha = (L_2 - L_1) / L_1 (t_2 - t_1)$

જ્યાં α એ સળિયા માટે તાપમાનનો રેખીય પ્રસરણાંક છે.

તાપમાનનો રેખીય પ્રસરણાંક એટલે એકમ લંબાઈ ધરાવતા સળિયાનાં તાપમાનમાં એક અંશ જેટલો વધારો કરતા લંબાઈમાં થતો વધારો. તેનો SI એકમ K^{-1} છે.

પદ્ધતિ

1. બર્નરને સળગાવો અથવા હીટરની સ્વીચ ચાલુ કરો.
2. દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટી ને સમક્ષિતિજ સ્થિતિમાં રાખી અવાહક હેન્ડલ વડે પકડો અને બર્નર/હીટરની મદદથી ગરમ કરો. દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીની કઈ બાજુ ઉષ્માના સ્રોતના સીધા સંપર્કમાં છે તે નોંધો.
3. પટ્ટી પર તાપમાનની અસરનું અવલોકન કરો. હવે કાળજીપૂર્વક દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીનો મુક્ત છેડો ઉપર કે નીચેની તરફ (કઈ તરફ) વળે છે તે નોંધો.
4. ધાતુ A અને Bમાં કઈ અંતર્ગોળ બાજુએ અને કઈ બર્હિગોળ બાજુએ છે તે ઓળખો. બેમાંથી કઈ ધાતુનું તાપમાન પ્રસરણ વધુ છે તે જુઓ. (જે બહિર્ગોળ બાજુએ છે તેનું પ્રસરણ વધુ થાય જેથી તેનો રેખીય તાપમાન પ્રસરણાંક વધુ હોય).
5. દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીની ધાતુઓ A અને B ના તાપમાન રેખીય પ્રસરણાંકોની જ્ઞાત કિંમતો નોંધો તથા ચકાસો કે ધાતુ/દ્રવ્યના વળવાની દિશા (ઉપર કે નીચે) એ ઓછા રેખીય પ્રસરણાંક ધરાવતા ધાતુ/દ્રવ્યની તરફ છે કે નહિ.
6. દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીને ઉષ્માના સ્રોતથી દૂર લઈ જાઓ અને ઓરડાના તાપમાને તેને ઠંડુ થવા દો.
7. પદ 1થી 6નું, દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીના બીજા છેડે ઉષ્મા આપી, પુનરાવર્તન કરો અને દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીના વળવાની દિશાનું અવલોકન કરો. શું ફેરફાર છે ? જો હોય તો આગળના તબક્કા કરતાં કેવો ફેરફાર છે ?

પરિણામ

દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીનું ગરમ કરવાથી વળવું એ બે ધાતુના તાપમાનના રેખીય પ્રસરણાંકોના તફાવતના લીધે છે.

સાવચેતીઓ

બે સળિયાઓ અથવા પટ્ટીઓ તેમના છેડાઓથી પૂર્ણ રીતે જોડાયેલી હોવી જોઈએ.

ચર્ચા

દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીની વળવાની દિશા જે ધાતુના તાપમાનનો રેખીય પ્રસરણાંક ઓછો હશે તે તરફ હશે.

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. તમને સમાન પરિણામવાળા ધાતુ/દ્રવ્યના સળિયાઓ આપેલ છે. તેમના α નીચે મુજબ છે. તેની દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટી બનાવો.

   ઍલ્યુમિનિયમ ($\alpha = 23 \times 10^{-6}\ K^{-1}$), નિકલ ($\alpha = 13 \times 10^{-6}\ K^{-1}$), કૉપર ($\alpha = 17 \times 10^{-6}\ K^{-1}$), ઈન્વાર ($\alpha = 0.9 \times 10^{-6}\ K^{-1}$) (ઈન્વાર એ આયર્ન અને નિકલની મિશ્રધાતુ છે.), લોખંડ ($\alpha = 12 \times 10^{-6}\ K^{-1}$), પિત્તળ ($\alpha = 18 \times 10^{-6}\ K^{-1}$) કઈ બે ધાતુઓ/દ્રવ્યની જોડી બનાવવાની દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીના વળવાની (વંકન)ની ઘટના ખૂબ જ સારી રીતે સમજી શકાય.
2. દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીના વંકન પર ખૂબ ઊંચા તાપમાને ગરમ કરવાથી શું અસર થાય ?
3. એવા થોડાક સાધનોના નામ આપો કે જેમાં દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીનો થર્મોસ્ટેટ તરીકે ઉપયોગ થાય છે.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ :

ફાયર ઍલાર્મ સરકીટની ડીઝાઈન દ્વિ-ધાત્વીય પટ્ટીનો ઉપયોગ કરી બનાવો.

પ્રવૃત્તિ 10

હેતુ

પાત્રમાં રહેલા પ્રવાહીની સપાટીની ઊંચાઈ (level) પર તાપમાનની અસરનો અભ્યાસ કરવો અને અવલોકનોનું અર્થઘટન કરવું.

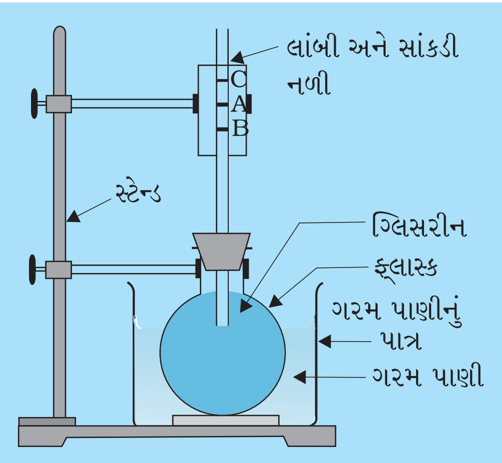
સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

500 mL ની ક્ષમતાવાળો ગોળાકાર તળિયાનો ફ્લાસ્ક, 20 cm લંબાઈની સાંકડી ટ્યુબ(નળી) કે જેનો આંતરિક વ્યાસ 2 mm હોય, રબરનો બૂચ, ગ્લિસરીન, ગરમ પાણી, ફ્લાસ્કને પકડી રાખતું સ્ટેન્ડ, આલેખપત્રની પટ્ટી, થર્મોમીટર.

સિદ્ધાંત

પ્રવાહી ભરેલા પાત્રમાંના પ્રવાહીને ગરમ કરતાં પ્રવાહી અને પાત્ર બંનેનું પ્રસરણ થાય છે. આમ, પ્રવાહીનું અવલોકીત પ્રસરણ એ આભાસી પ્રસરણ છે. એટલે કે (પ્રવાહીનું પ્રસરણ) – (પાત્રનું પ્રસરણ) કરવાથી પ્રવાહીનું વાસ્તવિક પ્રસરણ જાણવા મળે છે. આપણે પાત્રના પ્રસરણને ગણતરીમાં લેવું જ જોઈએ. આમ, વાસ્તવિક પ્રસરણ = પ્રવાહીનું આભાસી પ્રસરણ + પાત્રનું પ્રસરણ

પદ્ધતિ



આકૃતિ A 10.1 **:** પ્રવાહીનું પ્રસરણ (ગ્લિસરીન)

1. ફ્લાસ્કનો ગોળાકાર ભાગ ગ્લિસરીનથી ભરો અને તેના મુખને રબરના બૂચ વડે હવાચુસ્ત બંધ કરો. બૂચમાંથી લાંબી અને સાંકડી નળી પસાર કરો. ગ્લિસરીન નળીમાં ઉપર જશે. ગ્લિસરીનના લેવલને ‘A’ માર્ક કરો. આકૃતિ A 10.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધનની ગોઠવણી કરો.
2. ફ્લાસ્કને ગરમ પાણી ભરેલ પાત્રમાં મૂકો તથા તેને પકડી શકાય તે માટે દર્શાવ્યા પ્રમાણે સ્ટેન્ડ ગોઠવો.

અવલોકનો

જ્યારે ફ્લાસ્કને ગરમ પાણી ભરેલા બીકરમાં ડુબાડવામાં આવે ત્યારે ગ્લિસરીનનું લેવલ નળીમાં પહેલા ‘B’ બિંદુ સુધી નીચું જાય છે, પછી ‘C’ બિંદુ સુધી ઉપર વધે છે.

ચર્ચા

જ્યારે ફ્લાસ્ક ગરમ પાણીના સંપર્કમાં આવે ત્યારે તેના પ્રસરણના કારણે લેવલ Aથી B જાય છે, જે ફ્લાસ્ક (પાત્ર)નું પ્રસરણ દર્શાવે છે. થોડા સમય પછી ગ્લિસરીન ગરમ થતાં તેનું પ્રસરણ થાય છે. અંતે ગ્લિસરીનનું લેવલ ‘C’ પાસે સ્થિર થાય છે. આમ, ગ્લિસરીનનું પ્રસરણ BC વાસ્તવિક પ્રસરણ છે અને AC આભાસી પ્રસરણ છે.

સ્વ-મૂલ્યાંકન

ફ્લાસ્કમાંના પાણીને એક વાર 25 °Cથી 45 °C સુધી ગરમ કરો અને બીજીવાર 50 °C થી 70 °C સુધી ગરમ કરો. ચકાસો કે બંને કિસ્સામાં આભાસી અને વાસ્તવિક પ્રસરણ શું સમાન છે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

એક કાચનું અને સ્ટીલનું સરખા આકાર અને પરિમાણવાળા પાત્રો લઈ તેમાં સરખા કદનું પાણી ભરો. બંનેને થર્મોકૉલની શીટ વડે બંધ કરો અને દરેકમાં સાંકડા વેહવાળી નળી દાખલ કરો. બંનેને 25 °C થી 50 °C સુધી ગરમ કરો અને બંને કિસ્સામાં આભાસી અને વાસ્તવિક પ્રસરણનો અભ્યાસ કરો. શું તેઓ સમાન છે ? તમારા જવાબનું કારણ આપો.

પ્રવૃત્તિ 11

હેતુ

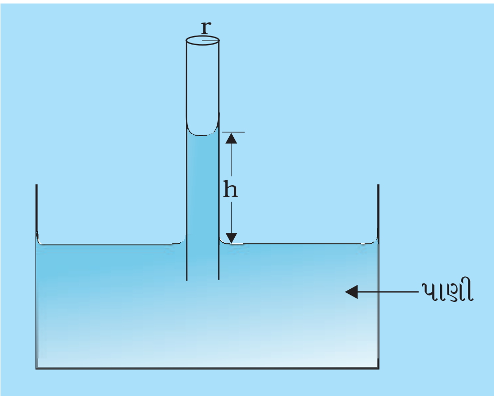
પાણીના પૃષ્ઠતાણ પર ડીટર્જન્ટની અસરનો અભ્યાસ કેશાકર્ષણની મદદથી કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

કેશનળી, 250 mL નું બીકર, થોડીક માત્રામાં ડીટર્જન્ટ (ઘન કે પ્રવાહી), 15/30 cmની પ્લાસ્ટિકની માપપટ્ટી, રબરબેન્ડ, ક્લેમ્પ સાથેનું સ્ટેન્ડ અને પાણી.

સિદ્ધાંત

સપાટી પર લાગેલા ડાઘ, ગ્રીસ કે ધબ્બા દૂર કરવા વપરાતા પદાર્થને ડીટર્જન્ટ કહે છે. તેમને જ્યારે પાણીમાં નાંખવામાં આવે ત્યારે વધારાના આંતરઆણ્વીય બળક્રિયાને કારણે પૃષ્ઠતાણને ઓછું કરે છે.



આકૃતિ A 11.1 **:કેશનળીમાં પ્રવાહીનું ઉર્ધ્વગમન (ઊંચે ચઢવું)**

પૃષ્ઠતાણનું ડીટર્જન્ટ ઉમેરવાથી ઓછું થવું એ કેશાકર્ષણથી અવલોકી શકાય છે.

પાણી ભરેલા પાત્રમાં '*r*' ત્રિજ્યાની કેશનળી ઊભી મૂકેલ છે, જેમાં '*h*' ઊંચાઈ સુધી ઉપર જતા પાણીને દર્શાવેલ છે (આકૃતિ A 11.1)

$$h = \frac{2S\cos\theta}{\rho g r}$$

અથવા

$$S = \frac{h\rho g r}{2\cos\theta}$$

જ્યાં S = પાણીનું પૃષ્ઠતાણ, θ = સંપર્કકોણ, ρ = પાણીની ઘનતા, g = ગુરુત્વપ્રવેગ. ચોખ્ખા પ્રવાહી માટે અને ચોખ્ખી કેશનળી માટે $\theta \approx 8°$ અથવા $\cos\theta \approx 1$ આમ,

$$S = \frac{1}{2}h\rho g r$$

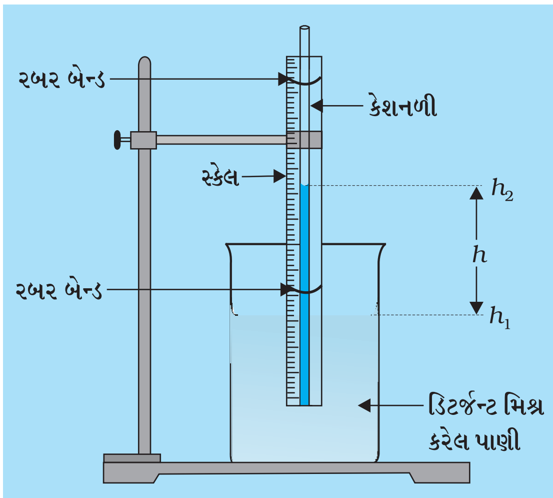
આ પરિણામનો ઉપયોગ કરી, પાણીમાં જુદા-જુદા ડીટર્જન્ટનાં દ્રાવણ (ક્લીક)નું પૃષ્ઠતાણ સરખાવી શકાય. ચોખ્ખા પ્રવાહી (પાણી) કરતાં ડીટર્જન્ટયુક્ત પાણીમાં કેશાકર્ષણ (અથવા પૃષ્ઠતાણ) ઓછું હોય છે. જો ડીટર્જન્ટનું પ્રમાણ વધારીએ તો કેશાકર્ષણનું પ્રમાણ ઓછું થાય છે.

જે ડીટર્જન્ટ માટે કેશાકર્ષણ સૌથી ન્યૂનતમ હોય (અથવા પાણીનું પૃષ્ઠતાણ સૌથી વધુ ઘટાડે) તે ડીટર્જન્ટની સાફ કરવાની ક્ષમતા વધારે હોય છે તેમ કહેવાય.

પદ્ધતિ

1. નિયમિત વેહવાળી એક કેશનળી લો, તેને શુદ્ધ પાણી વડે વીંછળીને સાફ કરો. બીકરને પણ વીંછળીને સાફ કરો. અડધા બીકર સુધી પાણી ભરો. ખાતરી કરો કે કેશનળી સૂકી અને ગ્રીસ (ડાઘ)થી મુક્ત હોય તથા ચકાસો કે કેશનળી ખુલ્લી હોય.
2. પ્લાસ્ટિકની માપપટ્ટીને અને કેશનળીને એકબીજા સાથે રબરબેન્ડથી જડો.
3. ક્લેમ્પ સ્ટેન્ડની મદદથી કેશનળી અને માપપટ્ટીને સીધી સ્થિતિમાં રાખો.
4. માપપટ્ટીના નીચેના છેડેથી અડધું ભરેલું બીકર મૂકો, માપપટ્ટીને ધીમે-ધીમે નીચે કરતાં જાવ, જ્યાં સુધી તેનો નીચેનો છેડો પાણી ભરેલા બીકરની અંદર ડૂબે. (આકૃતિ A 11.2).
5. પાણીના લેવલની કેશનળીની અંદર અને કેશનળીની બહાર, સ્થિતિઓ નોંધો. ધારો કે આ સ્થિતિઓ અનુક્રમે h_2 અને h_1 છે. કેશનળીમાં પાણીની ઉંચાઈ $h = h_2 - h_1$ થશે.
6. સાદા પાણી વડે કેશનળીને વીંછળો અને સૂકી કરો.
7. થોડીક માત્રામાં ડીટર્જન્ટ લઈ તેના બીકરના પાણીમાં મિશ્ર કરો.
8. ડિટર્જન્ટના દ્રાવણ વડે પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો અને ફરીથી કેશાકર્ષણ શોધો. જેને h' કહો.

નોંધ : દ્રાવણમાં ડિટર્જન્ટની સાંદ્રતા વધુ નહી રાખવી. નહિ તો દ્રાવણની ઘનતા પાણીની ઘનતા કરતાં દેખીતી રીતે બદલાશે તથા કાચની સપાટી અને દ્રાવણ વચ્ચેનો સંપર્કકોણ પર દેખીતી રીતે બદલાશે.



આકૃતિ A 11.2 **:ડીટર્જન્ટ મિશ્ર કરેલ પાણી માટે કેશનળીમાં ઉર્ધ્વગમન**

અવલોકનો

કેશનળીમાં પાણીની વધેલી ઊંચાઈ h = ... cm

કેશનળીમાં ડીટર્જન્ટ દ્રાવણની વધેલી ઊંચાઈ h' = ... cm

પરિણામ

ડીટર્જન્ટના દ્રાવણની કેશનળીમાં ઊંચાઈનો વધારો h' એ પાણીની કેશનળીમાં ઊંચાઈનો વધારો h કરતાં ઓછી છે.

સાવચેતીઓ

1. સાફ કર્યા બાદ બીકરની અંદરની સપાટી તથા કેશનળીનો જે ભાગ બીકરમાં ડૂબાડેલો છે, તેને હાથથી સ્પર્શ કરવો નહિ. હાથ વડે દ્રાવણ દૂષિત થતું અટકાવવા આ જરૂરી છે.
2. કેશનળી બરાબર ભીંજાય તે માટે, પહેલાં પાણીમાં ડૂબાડો અને પછી ઉપર કરી, ક્લેમ્પ વડે જડો અથવા બીકરને પ્રથમ ઉપર કરો અને પછી નીચે લો.

ત્રુટિના ઉદ્‌ગમો

1. કેશનળીમાં રહેલ અશુદ્ધિઓ કે પાણીની સપાટી પર રહેલ અશુદ્ધિઓને સંપૂર્ણપણે દૂર કરી શકાતી નથી.
2. નળીનાં બંને છેડા અથવા એક છેડો બંધ હોય.

ચર્ચા

શું તમે એવું કોઈ દ્રવ્ય વિચારી શકો કે જે પ્રવાહીનું પૃષ્ઠતાણ વધારી શકે. જો હા હોય તો કયું ? [**Hint :** પોલીમેરીક દ્રવ્યો (કેટલાક) વડે પાણીનું પૃષ્ઠતાણ વધારી શકાય છે. આવા દ્રવ્યોને હાઇડ્રોફિલિક કહે છે. તેનો ઉપયોગ ઓછા પાવર વડે જમીનમાંથી તેલ (Oil) કાઢવા માટે થાય છે.]

પ્રવૃત્તિ 12

હેતુ

પ્રવાહી વડે ગુમાવાતી ઉષ્માના દર પર અસર કરતાં પરિબળોનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

જુદા-જુદા પરિમાણવાળા કૉપરના બે કેલૉરીમીટર (એક નાનું અને બીજું મોટું), સમાન પરિમાણવાળા કૉપરના બે કેલૉરીમીટર (એક કાળા રંગનું પેઈન્ટ કરેલ અને બીજું ખૂબ જ પૉલીશ કરેલું), સમાન પરિમાણવાળા બે ટમ્બલર (એક ધાતુનું અને એક પ્લાસ્ટીકનું), 0.5 °C લઘુત્તમ માપ વાળા –10 °Cથી 110 °C અવધિ ધરાવતા બે થર્મોમીટર, સ્ટોપ વૉચ/સ્ટોપ ક્લોક, કેલૉરીમીટરને ઢાંકવા માટેના બે કાર્ડબોર્ડ, બે લેબોરેટરી સ્ટેન્ડ, પાણીને ગરમ કરવાનું પાત્ર, અંકિત નળાકાર, પ્લાસ્ટીક મગ.

સિદ્ધાંત

ગરમ પદાર્થને જ્યારે ઠંડા પરિસરમાં મૂકવામાં ત્યારે તેના દ્વારા ગુમાવાતી ઉષ્મા $\frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}s}$ વડે અપાય છે.

Q = દ્વવ્યમાન × વિશિષ્ટ ઉષ્માક્ષમતા (s) × તાપમાન (θ) = $ms\,\theta$

$$\frac{\mathrm{d}Q}{\mathrm{d}t} = ms\frac{\mathrm{d}\theta}{\mathrm{d}t}$$

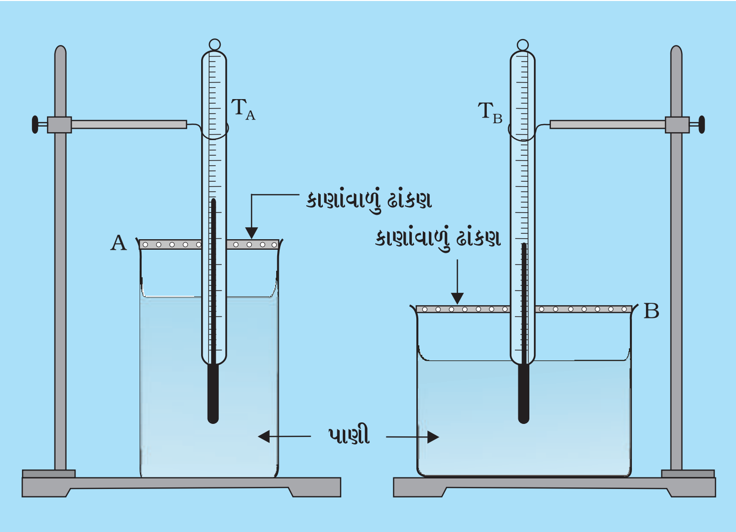
આથી ઉષ્મા ગુમાવવાનો દર, તાપમાનના ફેરફારના દરના સમપ્રમાણમાં છે.

પદાર્થનો ઉષ્મા ગુમાવવાનો દર (a) ગરમ પદાર્થ અને પરિસર વચ્ચે તાપમાનના તફાવત (b) ઉષ્મા ગુમાવતી સપાટીના ક્ષેત્રફળ (c) ઉષ્મા ગુમાવતી સપાટીના પ્રકાર (d) પાત્રના દ્રવ્યના પ્રકાર પર આધાર રાખે છે.

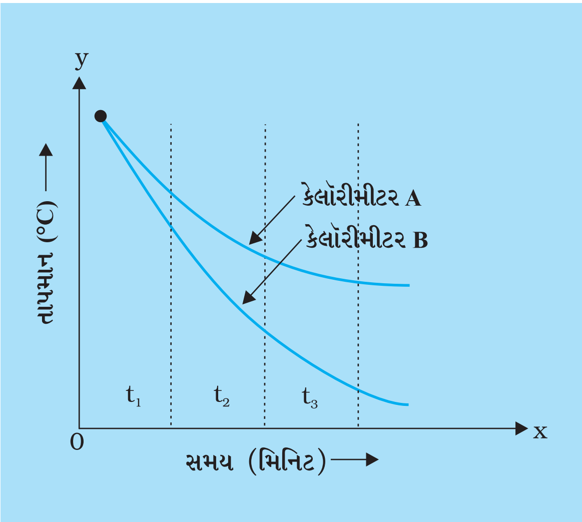
પદ્ધતિ

(A) ઉષ્મા ગુમાવવાના દર પર સપાટીના ક્ષેત્રફળની અસર

1. ઓરડાનું તાપમાન તથા બે થર્મોમીટર (T_A અને T_B)નું લઘુત્તમ માપ શોધો.



આકૃતિ A 12.1 : ઠંડા પડવાની પ્રક્રિયા પર સપાટીના ક્ષેત્રફળની અસરના અભ્યાસની પ્રાયોગિક ગોઠવણ



આકૃતિ A 12.2 : કૅલૉરીમીટર A અને Bમાં ઠંડા થયેલ પાણી માટે શીતવક્ર C કૅલૉરીમીટર B માટે સપાટીનું ક્ષેત્રફળ A કરતાં વધુ છે.

2. એક મોટું (A) અને બીજું નાનું (B) કૅલૉરીમીટર લો.
3. પાત્રમાં પાણીને 80 °C સુધી ગરમ કરો (ઉકાળવાની જરૂરિયાત નથી).
4. કૅલૉરીમીટર (A) અને (B) માં 100 mL ગરમ પાણી ભરો. માપક્રમવાળા નળાકારમાં પ્લાસ્ટીકના મગ વડે 100 mL ગરમ પાણી કાળજી પૂર્વક ખૂબ જ ઓછા સમયમાં ભરો.
5. બંને કૅલૉરીમીટરમાં થર્મોમીટર ભરાવો, સ્ટૅન્ડનો ઉપયોગ કરી થર્મોમીટરને ઉર્ધ્વ રાખો. ખાતરી કરો કે થર્મોમીટરમાં પારાની ગોળી ગરમ પાણીની બરાબર અંદર છે. (આકૃતિ A 12.1).
6. બંને કૅલૉરીમીટરમાં રહેલા પાણીનું તાપમાન શરૂઆતમાં જ્યાં સુધી ઓરડાના તાપમાન કરતાં લગભગ 40-30°C ઉપર રહે ત્યાં સુધી 1 મિનિટના સમયગાળા માટે અને ત્યારબાદ ગરમ પાણીનું તાપમાન ઓરડાના તાપમાન કરતાં લગભગ 20-10°C ઉપર રહે ત્યાં સુધી બંને કૅલૉરીમીટરમાં રહેલા પાણીનાં તાપમાન 2 મિનિટના સમયગાળા માટે માપો.
7. કોષ્ટક A 12.1માં તમારા અવલોકનો નોંધો. θ_A વિરુદ્ધ સમય તથા θ_B વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ બંને કૅલૉરીમીટર માટે એક જ આલેખ પેપર પર દોરો. (આકૃતિ A 12.2).
8. θ વિરુદ્ધ tના આલેખનો ઢાળ 5 મિનિટના ગાળાઓ માટે શોધો.

અવલોકનો :

થર્મોમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... °C

ઓરડાનું તાપમાન = ... °C

કોષ્ટક A 12.1 : ઠંડા પડવાના દર (શીતન દર) પર સપાટીના ક્ષેત્રફળની અસર

	કેલૉરીમીટર A (મોટું)			કેલૉરીમીટર B (નાનું)	
ક્રમ નં.	સમય	તાપમાન θ_A	ક્રમ નં.	સમય	તાપમાન θ_B

(B) પાત્રની સપાટીના પ્રકારની પ્રવાહીના શીતન-દર પર થતી અસર

1. બે સમાન નાના કેલૉરીમીટર લો. એક કાળા રંગથી પેઈન્ટ કરેલું (A) અને બીજું ખૂબ જ પૉલીશ સપાટીવાળું (B).
2. પદ 3થી 8 (વિભાગ A)નું પુનરાવર્તન કરો.

કોષ્ટક A 12.2 : શીતન દર પર સપાટીના પ્રકારની અસર

	કાળું કેલૉરીમીટર A (મોટું)			સફેદ કેલૉરીમીટર (B) (નાનું)	
ક્રમ નં.	સમય	તાપમાન θ_A	ક્રમ નં.	સમય	તાપમાન θ_B

(C) પ્રવાહીના શીતન દર પર પાત્રના દ્રવ્યની અસર

1. કેલૉરીમીટરના સ્થાને ધાતુનું ટમ્બલર (A) અને પ્લાસ્ટીકનું ટમ્બલર (B) વાપરો.
2. વિભાગ-Aના પદ 3થી 8 પુનરાવર્તિત કરો. તમારા અવલોકનો કોષ્ટક A 12.1 જેવું ટેબલ બનાવી તેમાં નોંધો.

પરિણામ

3 આલેખપત્ર પર દોરેલા છ (6) આલેખ પરથી

1. શીતનનો દર ... °C/min [નાના કેલૉરીમીટરની સાપેક્ષે મોટા કેલૉરીમીટરમાં]

2. શીતનનો ન્યૂનતમ દર ... °C/min કેલૉરીમીટર ...માં છે. [વિભાગ A/B/C]
3. આપેલા તાપમાને કાળી સપાટી પર દ્વારા ઉત્સર્જિતા ઉષ્માનો સમય દર, સફેદ અથવા પૉલીશ કરેલી સપાટી દ્વારા ઉત્સર્જાતા ઉષ્માના સમયદરની સાપેક્ષે ...
4. ચા પીવા માટે પ્લાસ્ટીકના મગ ઉપયોગમાં લેવાય છે કેમકે તેમાં પ્રવાહીના શીતનનો દર ...

સાવચેતીઓ

1. θ_A, θ_B અને સમયના અવલોકનો એકસાથે લેવાના હોવાથી, એવુ આયોજન કરવું કે જેમાં બન્ને થર્મોમીટરનું વાંચન એક સાથે અને ઝડપથી થાય.
2. કેલૉરીમીટરનું ઢાંકણ અવાહક હોવું જોઈએ, જેથી ઉષ્મા કેલૉરીમીટરની સપાટી દ્વારા જ ગુમાવાય.
3. ઉપરની ત્રણે પ્રવૃત્તિઓ હવા અને પરિસરના તાપમાનની સમાન પરિસ્થિતિઓમાં થવી જોઈએ. જેથી શીતનના દર પર તેમની અસર ઓછી કરી શકાય.

ચર્ચા

1. ઉનાળામાં શીતન દર શિયાળા કરતાં ઓછો હોય છે, તમારા જવાબનું કારણ આપો.
2. ધાતુની કિટલીની સપાટીઓ પૉલીશ કરેલી હોય છે જેથી તેમાં રહેલ ચા ગરમ રહે.
3. જ્યારે પ્રવાહીનું તાપમાન ઓરડાના તાપમાન નજીક હોય ત્યારે શીતનનો દર શા માટે ઘટે છે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃતિઓ

1. ચા પીવા વપરાતા કાચના પ્યાલા અને થર્મોકોલના બનેલા ડિસ્પોઝેબલ પ્યાલાની અસરકારકતા સરખાવો.
2. સિરામિકની ચાની ઝારી (Tea pot)માં અને સ્ટેનલેસ સ્ટીલ (ધાતુની) ચાની ઝારી (Tea pot)માં ભરેલા ચા ના શીતન દરનો અભ્યાસ કરો.
3. કપમાં ભરેલ ચા અને રકાબીમાં ભરેલ ચા ના શીતન દરને સરખાવો.

પ્રવૃત્તિ 13

હેતુ

જડીત કરેલી માપપટ્ટી (cantilever) પર (i) અંત્યભાગમાં (ii) મધ્યભાગમાં વજન લટકાવવાથી થતા વંકનની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

A. અંત્યભાગમાં લગાડેલ વજનથી માપપટ્ટીનું વંકન

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

માપપટ્ટી (અથવા આશરે 1m લંબાઈની લાકડાની જાડી પટ્ટી), દોરો, હેંગર સહિત ખાંચાવાળા વજનીયાં, સ્લોટ પાડેલા વજન (10 g, 20 g, 50 g, 100 g), વંકન માપવા માટે બીજી એક અંકિત કરેલી માપપટ્ટી, પીન, સૅલોટેપ, ક્લેમ્પ.

થીયરી

'L' લંબાઈના બાહુધરણ (cantilever)નો એક છેડો જડિત હોય અને બીજા મુક્ત છેડે દ્રવ્યમાન M (વજન Mg) લટકાવતાં થતું વંકન 'y'.

$$y = \frac{MgL^3}{3Y\left(bd^3/12\right)}$$

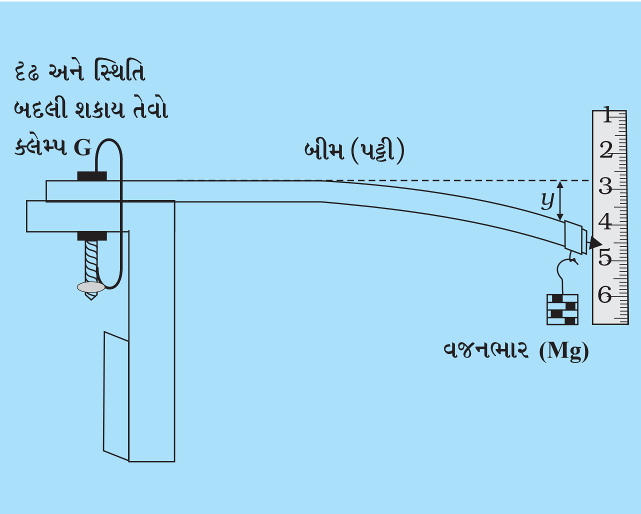
જ્યાં L, b, d અનુક્રમે લંબચોરસ cantileverની લંબાઈ, પહોળાઈ અને જાડાઈ છે તથા Y એ સળિયાના દ્રવ્યનો સ્થિતિસ્થાપક અંક (યંગ મૉડ્યુલસ) છે.

અથવા $y = \dfrac{4MgL^3}{Ybd^3}$

આપેલા કિસ્સામાં cantileverનું વંકન એક છેડે લટકાવેલ ભાગ અવરોધમાં ફેરફારના કારણે લેવામાં આવે છે. વંકનનો લોડ (વજન) સાથેનો ફેરફાર રેખીય અપેક્ષિત છે.

પદ્ધતિ

1. ટેબલની ધાર પાસે મીટરસ્કેલ, આકૃતિ A 13.1માં દર્શાવ્યા મુજબ ક્લેમ્પ વડે જડીત કરો. ખાતરી કરો કે માપપટ્ટીની લંબાઈ અને પહોળાઈ સમક્ષિતિજ સમતલમાં રહે તથા માપપટ્ટીની લંબાઈના 90 cm જેટલો ભાગ બહાર રહે. મીટરપટ્ટીના મુક્ત છેડે, સેલોટેપ વડે પીન ચોંટાડો જે પોઇન્ટર તરીકે કામ કરે.



આકૃતિ A 13..1 : કેન્ટીલીવરના મુક્ત છેડા પર વજન લટકાવતા મીટર માપપટ્ટી (જેને કેન્ટીલીવર તરીકે ઉપયોગ કરીએ)ના વંકનનો અભ્યાસ કરવાની પ્રાયોગિક ગોઠવણ

2. માપક્રમ અંકિત કરેલો અન્ય સ્કેલ શિરોલંબ દિશામાં જડિત મીટરપટ્ટીના મુક્ત છેડાની નજીક લગાવો તેનું લઘુત્તમ માપ માપો. પોઈન્ટર આ અંકિત માપક્રમવાળી માપપટ્ટીની સહેજ જ ઉપર રાખો. (cantilever તેને સ્પર્શે નહિ તે રીતે).
3. પોઈન્ટર 'P'નું વજન લટકાવ્યા વગર અવલોકન નોંધો.
4. જ્ઞાત દ્રવ્યમાનવાળું જેના પર સ્લોટ પાડેલા વજન ભરાવી શકાય તેવું હેંગર, cantileverના મુક્ત છેડે લટકાવો.
5. શિરોલંબ સ્કેલ પર પોઈન્ટર 'P'નું અવલોકન નોંધો.
6. 20 g ના દ્રવ્યમાન હેંગર પર ક્રમશઃ વધારતાં જઈ દરેક વખતે દોલન સ્થિર થાય પછી પોઈન્ટરનું અવલોકન નોંધો.
7. વજન ક્રમશઃ વધારતાં જઈ 6-7 અવલોકનો નોંધો, ત્યારબાદ તબક્કાવાર વજન ઘટાડતાં જઈ અવલોકનો નોંધો.
8. લટકાવેલ વજન અને વંકન વચ્ચેનો આલેખ દોરો.

અવલોકનો

cantilever (લાકડાની પટ્ટી)ની લંબાઈ = L = ... cm

cantileverની પહોળાઈ b = ... cm

cantileverની જાડાઈ d = ... cm

વજન લટકાવ્યા વગરના મુક્ત છેડાનું અવલોકન l_0 = ...

કોષ્ટક A 13.1 :Cantileverના વંકન પર વજનની અસર

ક્રમ નં.	દ્રવ્યમાન M (g)	cantileverના મુક્તછેડાનું અવલોકન			વંકન $y = l_m - l_0$
		l_1 (cm) જ્યારે વજન વધારતાં જઈએ	l_2 (cm) જ્યારે વજન ઘટાડતાં જઈએ	સરેરાશ $l_m = \frac{l_1 + l_2}{2}$ (cm)	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					

પરિણામ

વંકન 'y' એ લગાડેલા લોડ Mના સમપ્રમાણમાં છે.

સાવચેતીઓ

1. પટ્ટીનો એક છેડો દઢતાથી ક્લેમ્પમાં જડીત હોવો જોઈએ.
2. સ્લોટ પાડેલા વજનને વધારવાની અને ઘટાડવાની ક્રિયામાં પટ્ટી કે લટકાવેલ હેંગરની સ્થિતિ બદલાય નહિ તેમ ધ્યાનથી કરવું.
3. શિરોલંબ સ્કેલ, પોઇન્ટરની નજીક એવી રીતે રાખવો કે જેથી પોઇન્ટર ઘસાયા વગર મુક્ત રીતે ખસી શકે.

ત્રુટિના ઉદ્ગમો

1. પટ્ટી (મીટરસ્કેલ)ને તેની સ્થિતિસ્થાપકતાની હદ ઉપર વજન (લોડ) ન આપવો જોઈએ. (આ નક્કી કરવા લોડ લગાડ્યા વગરની સ્થિતિમાં અવલોકન અને પ્રયોગના અંતે મહત્તમ લોડ દૂર કર્યા પછીના અવલોકનની સરખામણી કરી જાણી શકાય).
2. અવલોકન લેતી વખતે પટ્ટીના દોલન ચાલુ ન હોવા જોઈએ.
3. અવલોકન નોંધતી વખતે, આંખો પોઇન્ટરની અણી તથા શિરોલંબ સ્કેલ પર સામાન્ય લેવલે રાખવી.
4. દ્રવ્યમાન દૂર કરતાં જાવ, તેમ અવલોકનો પુનરાવર્તિત થવા જોઈએ.

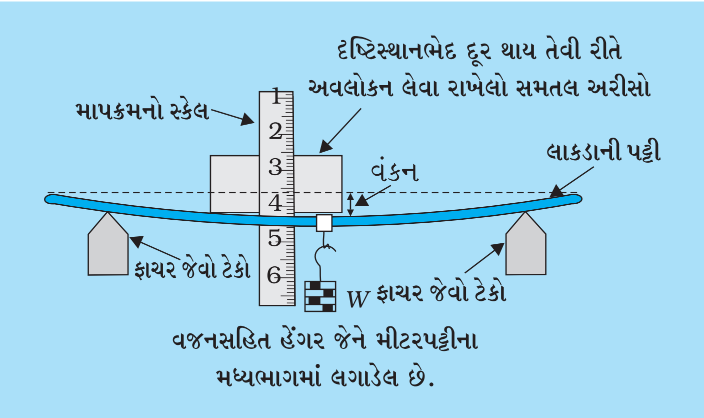
(B) મીટરસ્કેલ (પટ્ટી)ની મધ્યમાં વજન (ભાર) લટકાવતા માપપટ્ટીનું વંકન

જરૂરી સાધન-સામગ્રી

મીટરપટ્ટી, મીટરપટ્ટીના બે છેડાઓ ગોઠવવા બે ફાચર જેવા ટેકાઓ, દોરો, સ્લોટ પાડેલા 200 gના વજનો, હેંગર, માપક્રમ માટેનો સ્કેલ જેને શિરોલંબ રીતે સ્ટેન્ડમાં લગાડેલ હોય, સમતલ કાચનો અરીસો, પોઇન્ટર (પીન), પ્લાસ્ટીસાઈન (એક પ્રકારની પટ્ટી)

સાધનનું વર્ણન

આકૃતિ A 13.2 પ્રાયોગિક વ્યવસ્થા દર્શાવે છે. એક સમક્ષિતિજ મીટરપટ્ટી (લાકડાની પટ્ટી)ને બે ટેકા પર ગોઠવેલી છે, મધ્યમાં ભાર લટકાવવા એક હેંગર લગાવેલ છે. પોઇન્ટરને મધ્યબિંદુએ વંકન માપવા માટે લગાવાય છે. (1 mm ના લઘુત્તમ માપવાળી) માપક્રમ અંકિત કરેલો સ્કેલ, સમતલ અરીસા સાથે લો. તેને શિરોલંબ સ્થિતિમાં રાખવા માટે સમક્ષિતિજ મીટરપટ્ટીની પાછળ સ્ટેન્ડમાં એક અરીસાની સ્ટ્રીપ (પટ્ટી) સાથે લગાવો.



આકૃતિ A 13.2 : પટ્ટીના મધ્યભાગમાં ભાર લટકાવી વંકનનો અભ્યાસ કરવા માટેની પ્રાયોગિક ગોઠવણી

સિદ્ધાંત

અંત્યભાગમાંથી ટેકાઓ પર ગોઠવેલ અને મધ્યભાગમાં ભાર લટકાવેલ સળિયો(બીમ) આકૃતિ A 13.2માં દર્શાવ્યા મુજબ છે, જેની લંબાઈ ‘L’, પહોળાઈ ‘*b*’ અને જાડાઈ ‘*d*’ છે. જ્યારે મધ્યભાગમાં ‘W’ વજનભાર લટકાવવામાં આવે ત્યારે થતું વંકન,

$$y = \frac{Wl^3}{4bd^3Y}$$

જ્યાં ‘Y’ = સળિયાના દ્રવ્યનો યંગ મૉડ્યુલસ, W = mg (જ્યાં ‘m’ હેંગર પર લટકાવેલ દ્રવ્યમાન છે).

વંકન ‘*y*’ લટકાવેલ ભારના સમપ્રમાણમાં છે.

પદ્ધતિ

1. મીટરપટ્ટીને બે ત્રિકોણીય ટેકાઓ પર (5–10 cm) બહાર રહે તેમ (બંને બાજુએ) ગોઠવો.
2. ભારના મધ્યમાં દોરાનો લૂપ રાખો, જેથી સ્લોટ પાડેલા દરેક 200 gના વજનને હેંગર પર લટકાવી શકાય. દોરો ટાઈટ બાંધો જેથી સરકે નહિ.
3. (0.1 cm લઘુત્તમ માપ હોય એવી) માપક્રમ અંકિત કરેલી સ્કેલને મીટરસ્કેલ (પટ્ટી)ના કેન્દ્ર પર શિરોલંબ રહે તેમ ગોઠવો. શિરોલંબ સ્કેલના અવલોકન બરોબર લઈ શકાય તે માટે તેને મીટરપટ્ટીથી દૂર રાખો. હેંગર સાથે એક પીન જડી તેના પોઈન્ટરને શિરોલંબ સ્કેલની ધારની નજીક રાખો.
4. 200 g દ્રવ્યમાન ધરાવતું હેંગર લટકાવી (દોરાના લૂપમાં) પોઈન્ટરની સ્થિતિનું અવલોકન લો. અરીસાની પટ્ટીના ઉપયોગથી દૃષ્ટિસ્થાનભેદ દૂર કરી અવલોકન લઈ શકાય.

5. 200 g દ્રવ્યમાન હેંગરમાં ઉમેરતાં જાઓ અને દરેક વખતે પોઇન્ટરની સ્થિતિનું અવલોકન નોંધો.
6. આવી રીતે લગભગ 6 અવલોકનો લો.
7. હવે એક-એક કરી 200 g ના દ્રવ્યમાન દૂર કરતાં જાવ અને દરેક વખતે પોઇન્ટરની સ્થિતિનું અવલોકન નોંધો.
8. પહેલાં M દ્રવ્યમાન માટે વંકન નોંધો અને તે પરથી એકમ દ્રવ્યમાન (ભાર) માટેનું વંકન શોધો.
9. વંકન 'y' વિરુદ્ધ સંલગ્ન ભારનો આલેખ દોરો અને પરિણામનું અર્થઘટન કરો.

અવલોકનો

બીમ (મીટરપટ્ટી)ની પહોળાઈ b = ...

બીમ (મીટરપટ્ટી)ની જાડાઈ d = ...

બે ટેકાઓની વચ્ચે રહેલ બીમ (મીટરપટ્ટી)ની લંબાઈ L = ...

કોષ્ટક A 13.2 : જુદા-જુદા ભાર (વજન) માટે બીમ (મીટરપટ્ટી)નું વંકન

ક્રમ નં.	ભાર M (g)	મધ્યકેન્દ્ર માટે cantileverનું અવલોકન			M (g) ના ભાર માટેનું વંકન y cm	એકમ ભાર માટેનું વંકન y /M (cm)/(g)	સરેરાશ y /M (cm)/(g)
		ભાર વધારતી વખતે r_1' (cm)	ભાર ઘટાડતી વખતે r_2' (cm)	સરેરાશ અવલોકન $r = \frac{r_1' + r_2'}{2}$ (cm)			
1	0			r_0	0		
2	200			r_1	$r_1 - r_0$		
3	400			r_2	$r_2 - r_0$		
4							
5							
6							

પરિણામ

મીટરપટ્ટીનું મધ્યમાંથી વંકન = ... mm/g. વંકન 'y' એ ભાર Mના સમપ્રમાણમાં છે.

ત્રુટિના ઉદ્‌ગમો

1. સળિયાને સ્થિતિસ્થાપકતાની હદની ઉપર ભારિત કરવી જોઈએ નહિ.

2. જ્યારે અવલોકન લેતા હોઈ ત્યારે સળિયાનું દોલન થવું જોઈએ નહિ.
3. અવલોકન લેતી વખતે આંખ, મીટરપટ્ટી અને પોઈન્ટરની ટોચ સાથે લંબ રૂપે રાખવી જોઈએ.
4. સળિયો તેની સમગ્ર લંબાઈ પર સમાન જાડાઈની અને સમાન ઘનતાની હોવી જોઈએ.
5. લીધેલા દ્રવ્યમાન પ્રમાણિત હોવા જોઈએ.

સાવચેતીઓ

1. ત્રિકોણીય ટેકા પર લાકડાની પટ્ટી સંમિત રહેવી જોઈએ.
2. વજનના વધારવાની અને ઘટાડવાની ક્રિયામાં મધ્યકેન્દ્રને ખલેલ ન પહોંચે તે ધ્યાન રાખવું
3. કાચની પટ્ટી દ્રષ્ટિસ્થાનભેદની ત્રુટિ દૂર કરવા માટે વાપરી છે. તેના વડે પ્રાયોગિક ગોઠવણીમાં ખલેલ પહોંચવી જોઈએ નહિ.

પરિયોજનાઓ
PROJECTS

પરિયોજના 1

હેતુ

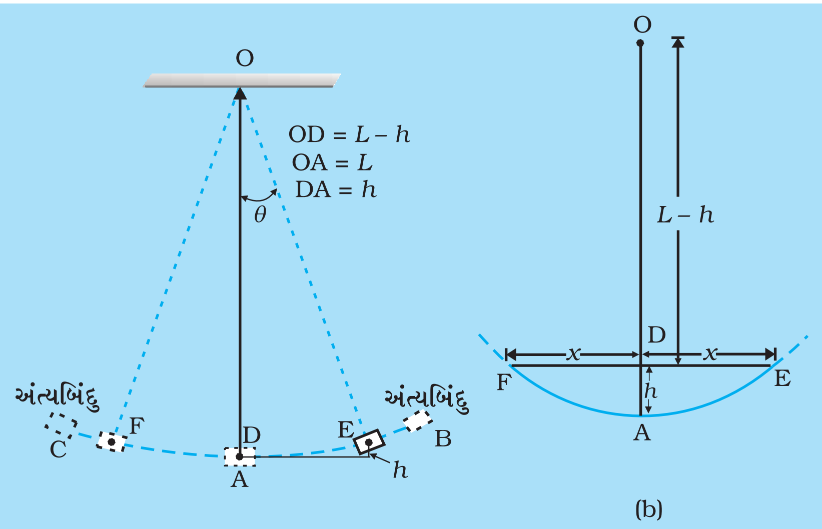
સાદા લોલકની ઊર્જાનું સંરક્ષણ થાય છે કે કેમ તે તપાસવું.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

ક્લેમ્પો સાથેનું ઊંચું લેબોરેટરી સ્ટૅન્ડ, બૂચ, ઈંટ (અથવા ધાતુનું ભારે વજન) કે જે લોલકના ગોળા તરીકે ઉપયોગી, મજબૂત કોટનનો દોરો (1.5 mથી 2.0 mનો) સ્ટોપ વૉચ, ટીકર ટાઈમર, પેપરટેપ, તુલા, લાકડાનો બ્લૉક, સૅલોટેપ, મીટરપટ્ટી અને આલેખ પેપર.

સિદ્ધાંત

ઊર્જા ઉત્પન્ન થતી નથી કે તેનો નાશ થતો નથી, તેનું માત્ર એક સ્વરૂપમાંથી બીજા સ્વરૂપમાં રૂપાંતર થાય છે. બ્રહ્માંડમાં રહેલી દરેક પ્રકારની ઊર્જાનો સરવાળો અચળ રહે છે (ઊર્જા સંરક્ષણનો નિયમ). કોઈ પણ અલગ કરેલા યાંત્રિક તંત્રમાં વ્યવહારિક રીતે શ્યાનતાબળ/ હવાના અવરોધ/ ઘર્ષણને કારણે ઊર્જાનો વ્યય અવગણ્ય/ શૂન્ય વિખેરણ હોય તેવા કિસ્સામાં ગતિઊર્જા અને સ્થિતિઊર્જાનો સરવાળો અચળ રહે છે. અહીં કોણીય કંપવિસ્તાર નાનો ($\theta \leq 15°$) રાખેલ છે. લોલક અવગણ્ય અવમંદન સાથે સરળ આવર્તગતિ કરે છે. આથી, દોલિત યાંત્રિક તંત્રમાં ઊર્જા સંરક્ષણના નિયમને તપાસવા અથવા માન્ય કરવા એક સગવડપૂર્ણ વ્યવસ્થા પૂરી પાડે છે. જેની અસરકારક લંબાઈ ‘L’ છે, તેવા સાદા લોલકના દોલનોમાં નિયતબિંદુ ‘A’ પર તથા



આકૃતિ P 1.1 : આંદોલિત દોલક

અંત્યબિંદુઓ B અને C પર છે (આકૃતિ P 1.1 મુજબ). અંત્યબિંદુઓ B અને C પરથી દોલન કરતાં ગોળાને નિયતબિંદુથી ચોક્કસ ઊંચાઈ h (= AD) પર લઈ જવામાં આવે છે, જ્યાં તેની સ્થિતિઊર્જા મહત્તમ તથા ગતિઊર્જા ન્યૂનતમ છે. નિયતબિંદુ A પર દોલક મહત્તમ ગતિઊર્જા અને ન્યૂનતમ સ્થિતિઊર્જા ધરાવે છે. વચ્ચેની કોઈ પણ સ્થિતિઓ જેવી કે E અને F માટે લોલકનો ગોળો સંયુક્ત રીતે ગતિઊર્જા અને સ્થિતિઊર્જા બંને ધરાવે છે. લોલકની અસરકારક લંબાઈ L (= $l + r$), જે બિંદુએથી તેનું લટકાવ્યું છે (બિંદુ 0) ત્યાંથી ગોળાના ગુરુત્વકેન્દ્ર સુધીની લંબાઈ છે. (આકૃતિ P 1.1 તથા પ્રયોગ E 6 પણ જુઓ). ખૂબ નાના કોણીય કંપવિસ્તાર (θ) (લગભગ 8°થી 10°) માટે લંબાઈ EA = (FA) જે રેખીય અંતર ED = (FD) = x જેટલું હોય. D બિંદુ ઉપર, બિંદુઓ E અને F સંમિત છે.

આકૃતિ P 1.1ની ભૂમિતિ પરથી

DF . DE = OD . DA

$x \times x = (L - h)\, h$

x અને hની નાની કિંમતો માટે $x << L$ અને $h << x$

(P 1.1) $$h = \frac{x^2}{L}$$

લોલકના ગોળાની (અહીં ઈંટ) કે જેનું દ્રવ્યમાન 'm' છે તેની બિંદુ E (અથવા F) પાસે સ્થિતિઊર્જા

(P 1.2) $$= mgh = \frac{mg}{L}x^2$$

(P 1.3) v વેગથી ગતિ કરતા ગોળાની બિંદુ E (અથવા F) પાસે ગતિઊર્જા $= \frac{1}{2}mv^2$

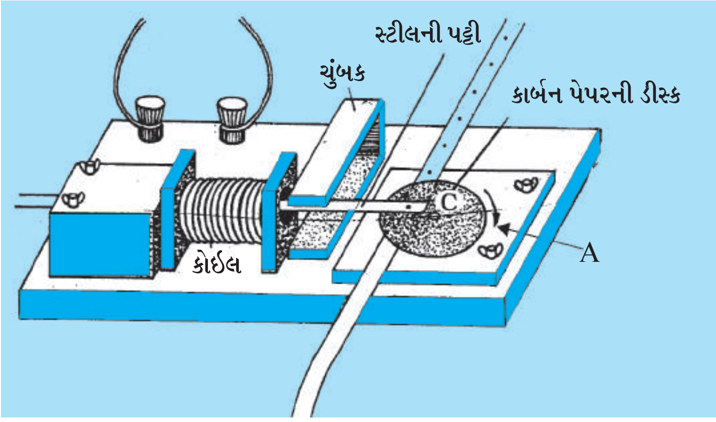
આમ, ગોળાની (દોલકની) કુલ ઊર્જા

(E 1.4) $$E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{mg}{L}x^2$$

આ સંબંધ પરથી તપાસી શકાય છે કે સાદા લોલકની કુલ ઊર્જા (E) અચળ રહે છે કે નથી રહેતી ?

ખૂબ નાનો સમયગાળો માપવા માટે (પ્રયોગશાળામાં)નું સાધન : ટીકર ટાઈમર

ટીકર ટાઈમરનો ઉપયોગ પ્રયોગશાળામાં ખૂબ નાના સમયગાળાને માપવા માટે થાય છે. આ સાધન 0.02 s સુધી ઊંચી ચોકસાઈપૂર્વક નાનો સમયગાળો માપી શકે છે, જ્યારે સ્ટોપ વૉચનું લઘુત્તમ માપ 0.1 s છે, તેથી તે 0.1 s સુધી જ માપી શકે છે. ટીકર ટાઈમર જુદી-જુદી ડીઝાઈનમાં ઉપલબ્ધ હોય છે.

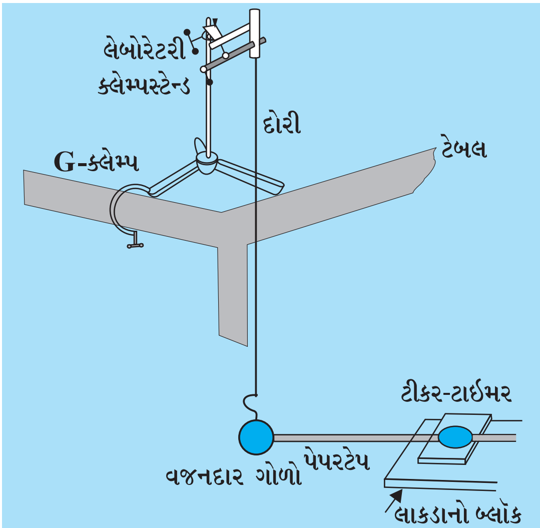


આકૃતિ P 1.2 : ટીકર-ટાઈમર

સાદા પ્રકારનું ટીકર-ટાઇમર આકૃતિ P 1.2માં દર્શાવ્યું છે. જેમાં વિદ્યુત ચુંબક વડે જ્ઞાત આવૃત્તિથી દોલિત થતી એક સ્ટીલ/ધાતુની પટ્ટી T છે. એક અણીવાળી હથોડીથી સ્ટીલની પટ્ટી દોલિત થાય છે, જે નાની કાર્બનની પેપર ડીસ્ક પર અથડાય છે, જેના નીચે પેપર ટેપ મૂકેલ છે, જે દોલન કરતી વસ્તુ વડે ખેંચાય છે અને તેની ઉપર જ્યારે પટ્ટી દોલે ત્યારે અણીવાળી હથોડીથી ટપકાંના નિશાન થાય છે.
પેપર ટેપ પર ટપકાંના નિશાન નિયમિત (સમાન) સમયગાળામાં થાય છે. દરેક ટપકું સ્ટીલની પટ્ટીની દોલિત ગતિનું એક પૂર્ણ દોલન દર્શાવે છે. બે ક્રમિક ટપકાંના નિશાન વચ્ચેનો સમયગાળો ટીકના સમયના એકમ તરીકે લઈ શકાય. દોલન કરતી પટ્ટીનો આવર્તકાળ તેના દોલનની જ્ઞાત આવૃત્તિ પરથી શોધી શકાય છે. જો તેના 6 Vના સ્ટેપ ડાઉન એ.સી. સપ્લાયથી ચલાવવામાં આવતી હોય તો તેની આવૃત્તિ એ.સી. આવૃત્તિ (ભારતમાં 50 Hz) જેટલી જ હોય છે.
આ રીતે એક ટીક માટે માપેલો સમયગાળો (બે ક્રમિક ટપકાંના નિશાન વચ્ચેનો સમય) સમયના માપન માટે મૂળભૂત (આધારભૂત) એકમ, સેકન્ડમાં ફેરવી શકાય. (સમયના માપન માટે). આ રીતે પ્રયોગશાળામાં ટીકર-ટાઇમર ચોકસાઈપૂર્વક 0.02 s સુધી માપી શકે છે.

પદ્ધતિ

1. લોલકના ગોળાનું દ્રવ્યમાન શોધો.
2. r અને l માપી, દોલકની અસરકારક લંબાઈ $L = l + r$ લો.
3. આકૃતિ P 1.3 માં બતાવ્યા મુજબ ટીકર-ટાઇમર લો અને તેને ગોળાના કેન્દ્રથી સરખા લેવલે રાખો. લાકડાના બ્લૉક પર ટીકર-ટાઇમર અને ટેપને નિશ્ચિત કરો, એ વાતનું ધ્યાન રાખો કે જ્યારે ટેપ ખેંચાય ત્યારે ટીકર-ટાઇમરની સ્થિતિમાં ખલેલ ન પહોંચે.
4. ટીકર-ટાઇમરની પેપર ટેપને સેલોટેપ વડે ગોળા સાથે એવી રીતે જોડો કે જેથી સ્થિર સ્થિતિમાં ગોળાનું ગુરુત્વકેન્દ્ર અને પેપરટેપ એક જ લાઇનમાં સમક્ષિતિજ રહેવા જોઈએ.

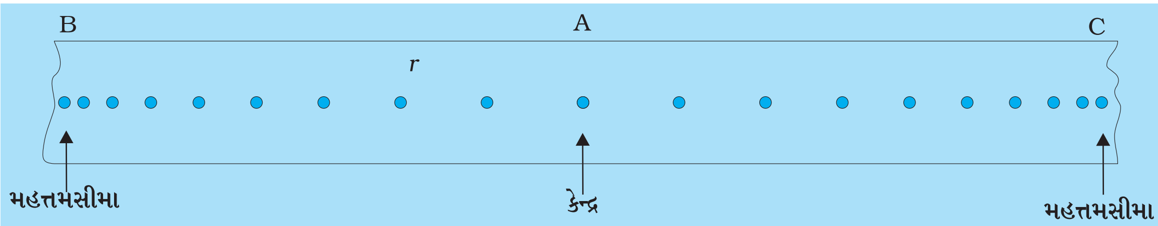


આકૃતિ P 1.3 : ઊર્જા સંરક્ષણના અભ્યાસ માટેની પ્રાયોગિક ગોઠવણી

5. ગોળાને ટાઇમર તરફ એવી રીતે ખેંચો કે જેથી તેનું કોણીય સ્થાનાંતર, શિરોલંબ સ્થિતિથી તેની લંબાઈના દસમા ભાગ જેટલું હોય ($\theta < 10°$) એ વાતનું ધ્યાન રાખો કે ટીકર ટેપ જરૂર જેટલી હળવી હોવી જોઈએ કે જેથી ગતિની શરૂઆત થતાં સાથે જ ગોળાના ખેંચાણથી તે સરળતાથી ફરે.

6. ટીકર-ટાઇમર કાળજીપૂર્વક ચાલુ કરો અને ગોળાને દોલન કરવા દો. જ્યારે ગોળો ટાઇમરની બીજી તરફ ગતિ કરે ત્યારે તે પેપરટેપને ટાઇમરની આસપાસ ખેંચે છે. આમ, ટીકર-ટાઇમર ગોળાની સ્થિતિઓનું ચોક્કસ સમયગાળામાં નોંધ કરે છે.

7. જ્યારે ઈંટ બીજા અંત્ય છેડા સુધી પહોંચે ત્યારે ટીકર-ટાઇમર બંધ કરો. પેપરટેપ કાઢી લો અને તપાસો. ટેપ પર થયેલાં ટપકાંમાંથી અંત્યબિંદુના ટપકાંઓ લોલકના અંત્ય સ્થાનો B અને C રજૂ કરે છે. અર્ધ દોલનોનું મધ્યબિંદુ A એ બે અંત્યબિંદુઓનું મધ્યબિંદુ છે જેને આકૃતિ P 1.4 મુજબ અડધા મીટરના માપક્રમ પર માર્ક કરાય.



આકૃતિ P 1.4 : **દોલન કરતા ગોળાની દોલનના જુદા-જુદા સ્થાનોના પેપરટેપ પર થયેલા નિશાનો**

8. કેન્દ્ર Aની બંને બાજુ દરેક ટપકાં (આશરે 10થી 12) ને અનુરૂપ ગોળાના સ્થાનાંતરો x_1, x_2 ... તરીકે માપો. લોલકના મધ્યમાન બિંદુ Aથી ટપકાંની સંખ્યા ગણી, દરેક ટપકું બન્યું તેનો સમય $t_1, t_2,...$ શોધો. જો કેન્દ્રબિંદુ A ટીકર-ટાઇમરના નિશાન કરેલા બિંદુ કોઈ પર સંપાત ના થાય તો ટીકર-ટાઇમરના આવર્તકાળનો અમુક યોગ્ય અંશ ઉમેરી સાચા t_1, t_2, t_3 ... શોધવા.

9. યોગ્ય સાર્થક સંખ્યા અને SI એકમનો ઉપયોગ કરી અવલોકનોને કોષ્ટકમાં નોંધો.

10. દરેક પસંદ કરેલી ટપકાંની સ્થિતિને અનુરૂપ વેગ ગણો $v_1 (= \Delta x_1 / \Delta t_1)$. આ માપવા માટે એક આગળનો અને એક પાછળનું ટપકું લઈ તેમની વચ્ચેનું અંતર લો, બે ટપકાં વચ્ચેનું અંતર Δx_1 અને આ અંતર કાપવા માટે લાગતો સમય Δt_1 છે. પછી

ગતિઊર્જાનું મૂલ્ય $\frac{1}{2}mv^2 = \left[\frac{m}{2}\left(\frac{\Delta x_1}{\Delta t_1}\right)^2\right]$

અને સ્થિતિઊર્જાનું મૂલ્ય $mgh_i \left[= mg\left(\frac{x_i^2}{L}\right)\right]$ શોધો. દરેક કિસ્સામાં ગતિઊર્જા અને સ્થિતિઊર્જાનો સરવાળો શોધો. મેળવેલ પરિણામને યોગ્ય સાર્થક સંખ્યા અને SI એકમ લઈ લખો.

11. સ્થાનાંતર (x_1) અને સમયનો આલેખ દોરો. (x_1એ કેન્દ્રના ટપકાંથી અન્ય ટપકાંઓનું અંતર છે.)
12. મધ્યમાન (નિયત) સ્થાનની ડાબી બાજુના પાંચથી છ બિંદુઓ લઈ આલેખનો ઢાળ શોધી વેગ (v)શોધો. તે જ રીતે જમણી બાજુના બિંદુઓ માટે કરો. આલેખના દરેક બિંદુઓની સ્થિતિને સંલગ્ન ગતિઊર્જા $\left(\frac{mv^2}{2}\right)$ ગણો.
13. ગતિઊર્જા અને ગોળાની સ્થિતિ (x) વચ્ચેનો આલેખ દોરો. જ્યાં ગતિઊર્જા લઘુત્તમ હોય તે બિંદુનું સ્થાન શોધો.
14. તમે જે બિંદુઓ માટે ગતિઊર્જા ગણી છે, તે જ બિંદુઓ માટે સ્થિતિઊર્જા $PE\left(= mg\frac{x_i^2}{2}\right)$ પણ ગણો. સ્થિતિઊર્જા વિરુદ્ધ સ્થાનાંતરીત સ્થિતિ (x)નો આલેખ એ જ આલેખ પેપર પર દોરો જ્યાં તમે ગતિઊર્જા વિરુદ્ધ સ્થાનનો આલેખ દોર્યો છે.
15. દરેક સ્થાનાંતરીત સ્થિતિ (x) માટે લોલકના કિસ્સામાં ગતિઊર્જા અને સ્થિતિઊર્જાનો સરવાળો કરી યાંત્રિક ઊર્જા (E) શોધો. તમારા પરિણામને યોગ્ય સાર્થક સંખ્યા અને SI એકમનો ઉપયોગ કરી રજૂ કરો. કુલ યાંત્રિક ઊર્જા (E) વિરુદ્ધ સ્થાનાંતરીત સ્થિતિ (x)નો આલેખ આપેલા લોલક માટે એ જ આલેખ પર દોરો જ્યાં તમે પદ 13 અને 14માં ગતિઊર્જા અને સ્થિતિઊર્જાના આલેખ દોર્યા છે.

અવલોકનો :

ગોળાના દ્રવ્યમાન અને સાદા લોલકની અસરકારક લંબાઈનું માપન

(a) સાદા લોલકની અસરકારક લંબાઈ

મીટરપટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ = ... mm = ... cm

ઈંટ અથવા ગોળાના ઉપરના ભાગનું જ્યાંથી લટકાવેલ છે તે બિંદુ સુધીનું અંતર l = ... cm = ... m

ગોળાનો વ્યાસ 2 r = ... cm

સાદા લોલકની અસરકારક લંબાઈ $L = l + r$ = ... cm = ... m

(b) ગોળાનું દ્રવ્યમાન ... g

ટીકર-ટાઈમરનો આવર્તકાળ = ... s

ડાબી બાજુએ સાચો T_1 શોધવા માટે ઉમેરેલો આવર્તકાળનો અંશ = ...

જમણી બાજુએ સાચો T_1 શોધવા માટે ઉમેરેલો આવર્તકાળનો અંશ = ...

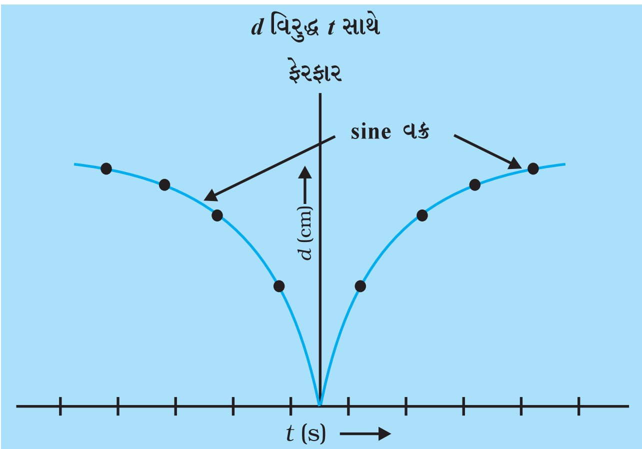
કોષ્ટક P 1.1 : ટીકર-ટાઈમર અને મુદ્રિત ટેપનો ઉપયોગ કરી સ્થાનાંતર અને સમયનું માપન

ક્રમ નં.	ટેપ પરનાં ટપકાંનો ક્રમ (i)	સ્થાનાંતર (કેન્દ્રથી ટપકાંના અંતર, x) (cm)	મધ્યબિંદુથી 'i' મા બિંદુ વચ્ચે ટીકર-ટાઈમરના દોલનોની સંખ્યા	$T_i (s)$	વેગ v ms^{-1}
1	ડાબી તરફ બીજું				
2	ડાબી તરફ ચોથું				
3	ડાબી તરફ છઠ્ઠું				
	જમણી તરફ બીજું				
	જમણી તરફ ચોથું				
	જમણી તરફ છઠ્ઠું				

(c) સ્થાનાંતર વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ દોરવો.

સમય t ને x-અક્ષ પર અને સ્થાનાંતર xને y-અક્ષ પર લો. કોષ્ટક P 1.1 પરથી અવલોકીત કિંમતો વડે યોગ્ય પ્રમાણમાપ પસંદ કરી t અને x વચ્ચેનો આલેખ દોરો. જે આકૃતિ P 1.5માં દર્શાવ્યા મુજબ છે. $x \rightarrow t$ના આલેખનો આકાર કેવો છે ?

ગણતરી :



આકૃતિ P 1.5 : દોલિત ગોળાના સ્થાનાંતર અને સમય વચ્ચેનો આલેખ

(i) નિયત બિંદુ 'O'થી આલેખમાં બંને તરફના પાંચથી છ બિંદુ માટે આલેખ પરથી (આકૃતિ P 1.5) ગોળાનો વેગ શોધો. સમીકરણ P 1.3નો ઉપયોગ કરી દરેક વેગને અનુરૂપ ગતિઊર્જા શોધો. આ કિંમતો કોષ્ટક P 1.2માં મૂકો.

(ii) સ્થાનાંતર (અંતર) xને x-અક્ષ પર અને (K.E.) ગતિઊર્જાને y-અક્ષ પર લઈ કોષ્ટક P 1.2 ની કિંમતો પ્રમાણે આકૃતિ P 1.6માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આલેખ દોરો.

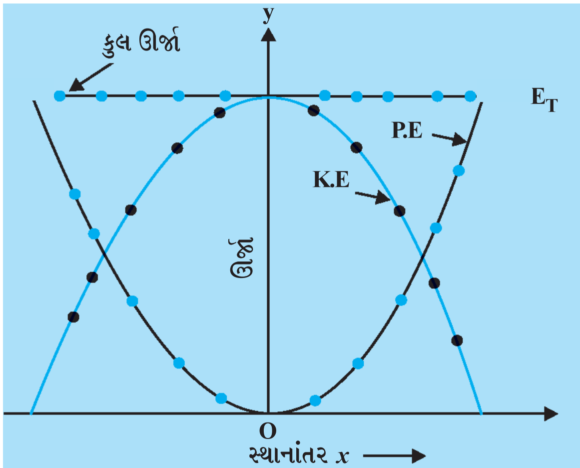
(iii) સ્થાનાંતરની દરેક કિંમત માટે સમીકરણ P 1.2નો ઉપયોગ કરી સ્થિતિઊર્જાના મૂલ્યો ગણો.

કોષ્ટક P 1.2 : દોલન કરતા ગોળા માટે સ્થિતિઊર્જા, ગતિઊર્જા અને કુલઊર્જા શોધવા

ક્રમ નં.	વેગ v (ms^{-1})	ગતિઊર્જા $\frac{1}{2}mv^2$ (J)	સ્થિતિઊર્જા $mg\frac{x^2}{L}$ (J)	કુલઊર્જા = સ્થિતિઊર્જા + ગતિઊર્જા (J)
1				
2				
3				
4				

(iv) સ્થાનાંતર (અંતર) xને x-અક્ષ અને સ્થિતિઊર્જા (P.E.)ને y-અક્ષ પર લઈ એ જ આલેખ પેપર પર આલેખ દોરો (આકૃતિ P 1.6).

(v) ગતિઊર્જા અને સ્થિતિઊર્જાનો સરવાળો કરી કુલઊર્જા E_T ગણો. સ્થાનાંતરને x-અક્ષ પર અને કુલઊર્જા E_Tને y-અક્ષ પર લઈ એ જ આલેખ પેપર પર આલેખ દોરો (આકૃતિ P 1.6).



આકૃતિ P 1.6 : દોલન કરતા ગોળા માટે સ્થાનાંતર અને ઊર્જા વચ્ચેનો આલેખ

પરિણામ

ગતિપથના બધાં જ બિંદુઓ માટે સાદા લોલકના ગોળાની ગતિઊર્જાના સરવાળા સ્વરૂપે, કુલ ઊર્જાનું સંરક્ષણ થાય છે. (સમાન રહે છે).

ચર્ચા

1. પદ 3થી 5 કે જે પ્રયોગ E6માં પેજ 65 પર આપ્યા છે તે જુઓ.
2. સમીકરણ P 1.1 x, h અને Lનો સાદાલોલકના કિસ્સામાં સંબંધ દર્શાવે છે. જે લોલક માટે નાના કોણીય કંપવિસ્તાર ($\theta < 10°$) અને $h << x << L$ની શરતોના અનુસંધાનમાં સાચું છે.
3. નાના કોણીય કંપવિસ્તાર માટે 8° થી 10°ના કોણીય સ્થાનાંતરને અનુરૂપ ગોળાનું રેખીય સ્થાનાંતર x, કે જે લોલકની અસરકારક લંબાઈનું આઠમાંથી દસમાં ભાગ

સુધીનું હોય છે. પેપર પર મધ્યબિંદુ અથવા મધ્યસ્થાનેથી પેપરટેપ પર ટપકાંનું સ્થાનાતર (અંતર) એ લોલકના ગોળાનું મધ્યમાન સ્થાનેથી સાચું સ્થાનાંતર દર્શાવે છે.

4. આકૃતિ P 1.5 અને આકૃતિ P 1.6 માં દર્શાવેલ આલેખના આકાર આદર્શ પરિસ્થિતિને સંલગ્ન છે કે જેમાં ઘર્ષણ કે હવાના અવરોધના લીધે ઊર્જાનો વ્યય થતો નથી. દોરેલો આલેખ અવલોકિત ડેટા પરથી બનાવેલ છે, જે ડેટા ભેગા કરવાની રીત અથવા ઘર્ષણ જેવા પરિબળોને કારણે જુદો પડી શકે છે.

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. દોલન કરતા સાદાલોલક માટે તમે દોરેલા સ્થાનાંતર-સમયના આલેખના આકારને ઓળખો. તેનું અર્થઘટન કરો.
2. સાદાલોલક માટે તમે દોરેલા ગતિઊર્જા-સ્થાનાંતર અને સ્થિતિઊર્જા-સ્થાનાંતરના આલેખના આકારને ઓળખો.

   સ્થાનાંતરના દરેક સ્થાન માટે સ્થિતિઊર્જા અને ગતિઊર્જાના ફેરફારનો અભ્યાસ કરો. આ આલેખોનું અર્થઘટન કરો અને તેમની સરખામણી કરો.
3. તમે સાદા લોલક માટે દોરેલા કુલ (યાંત્રિક)ઊર્જા-સ્થાનાંતરના આલેખનો આકાર કેવો છે ? અર્થઘટન કરી તેમાંથી શું નિષ્કર્ષ નીકળે છે તે દર્શાવો.

પરિયોજના 2

હેતુ

મીટરપટ્ટીનો પટ્ટીલોલક (bar pendulum) તરીકે ઉપયોગ કરી તેના દ્રવ્યમાનકેન્દ્રને અનુલક્ષીને ચક્રાવર્તનની ત્રિજ્યા શોધવી.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

નિયમિત અંતરે કાણાં પાડેલ એક મીટરપટ્ટી, ચપ્પાની ધાર આકારની ધરી, દઢ આધાર, કાચની બે પ્લેટો (લટકાવવા માટેના સમતલ તરીકે) સ્પ્રિંગતુલા, સ્પિરિટ લેવલ, સ્ટેન્ડ પર જડિત ટેલિસ્કૉપ, સ્ટોપ વૉચ, આલેખ પેપર.

સિદ્ધાંત

એક દઢ પદાર્થ શિરોલંબ સમતલમાં, સમક્ષિતિજ અક્ષને અનુલક્ષીને દોલન કરે છે, આ રચનાને સંયુક્ત લોલક (Compound pendulum) કહે છે. જે બિંદુમાંથી ભ્રમણાક્ષ પસાર થાય, તે બિંદુને જ્યાંથી લટકાવ્યું છે, તેનું કેન્દ્ર ગણાય.

સંયુક્ત લોલકનો આવર્તકાળ,

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgl}} \qquad \text{(P 2.1)}$$

જ્યાં m એ દઢ પદાર્થનું દ્રવ્યમાન, l એ જે બિંદુએ લટકાવ્યું છે તે બિંદુનું ગુરુત્વકેન્દ્રથી અંતર, I એ દોલનની અક્ષને અનુલક્ષીને જડત્વની ચાકમાત્રા અને g એ ગુરુત્વપ્રવેગ છે.

જો K એ ગુરુત્વકેન્દ્રમાંથી પસાર થતી અક્ષને અનુલક્ષીને ચક્રાવર્તનની ત્રિજ્યા હોય તો લટકાવેલ જગ્યાના કેન્દ્રને અનુલક્ષીને જડત્વની ચાકમાત્રા,

$$I = m(K^2 + l^2)$$

$$= m\,l\left(l + \frac{K^2}{l}\right) \qquad \text{(P 2.2)}$$

આથી, $T = 2\pi\sqrt{\dfrac{ml\left(l + \dfrac{K^2}{l}\right)}{mgl}} = 2\pi\sqrt{\dfrac{\left(l + \dfrac{K^2}{l}\right)}{g}}$

(P 2.3) અથવા, $T = 2\pi\left(\dfrac{L}{g}\right)$

(P 2.4) જ્યાં, $L = \left(l + \dfrac{K^2}{l}\right)$

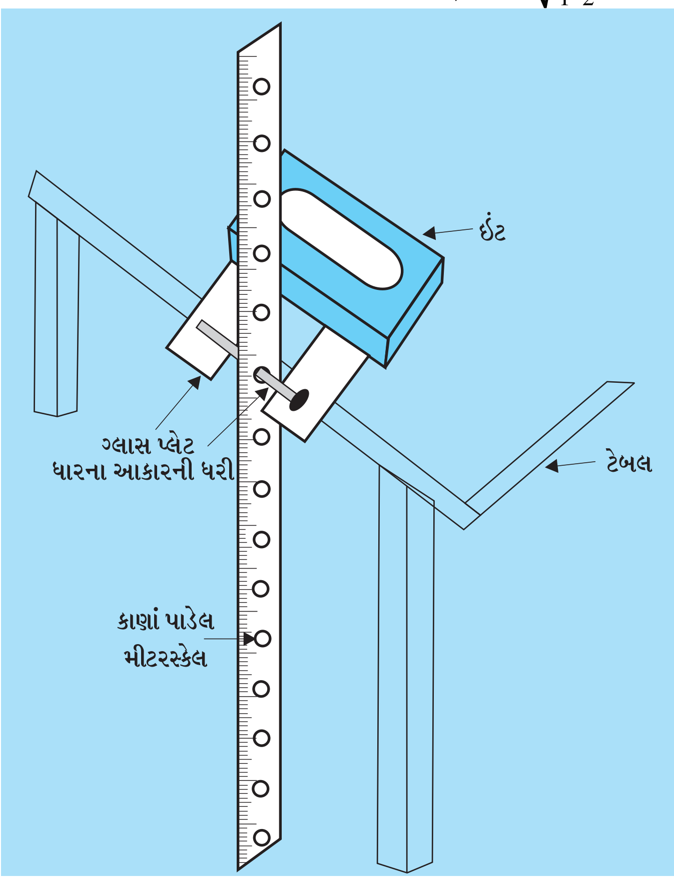
સમીકરણ (P 2.4) ને આ પ્રમાણે પણ લખી શકાય,

(P 2.5) $l \,.\, L = (l^2 + K^2)$ Þ $l^2 - lL + K^2 = 0$

સમીકરણ (P 2.5) દ્વિઘાત સમીકરણ છે, જેના બે બીજ l_1 અને l_2 છે.

$l_1 + l_2 = L$ અને $l_1\, l_2 = K^2$

અથવા, $K = \sqrt{l_1 l_2}$



આકૃતિ P 2.1 : ગુરુત્વકેન્દ્રની નજીક આવેલા બિંદુને અનુલક્ષીને દોલન કરતી મીટરસ્કેલ

પદ્ધતિ

1. એક મીટરપટ્ટી લો. તેની મધ્યમાં લંબાઈને સમાંતર એક રેખા દોરો. આ રેખા પર આશરે 1.6 mm વ્યાસના હોલ કરો. એક છેડાથી બીજા છેડા તરફ દરેક હોલ વચ્ચેનું અંતર 2 cm રાખો.
2. પટ્ટીને ફાચરની ધાર પર મૂકી સંતુલિત કરી તેનું ગુરુત્વકેન્દ્ર શોધો.
3. મીટરપટ્ટીના કોઈ એક છેડા તરફ કરેલા હોલમાંથી ધારના આકારની ધરી પસાર કરો અને તેને કાચની તકતીઓ ઉપર લગાવેલી હોય તેવા આધાર (Sus pension base) ટેકવી દો.
4. કાચની તકતીઓ સસ્પેન્શન સમતલ પર સમક્ષિતિજ અને એ જ લેવલ પર છે તેની ખાત્રી કરી લેવી. તેથી જ્યારે આપણે ચપ્પાની ધાર પર મીટર માપપટ્ટી લટકાવીએ ત્યારે તે શિરોલંબ રહે (આકૃતિ P 2.1).
5. લોલકના નીચેના છેડે એક પેપર સ્ટ્રીપ પર સંદર્ભરેખા બનાવો અને તેને ટેલિસ્કૉપથી ફોકસ કરો. ટેલિસ્કૉપને ત્યાં સુધી ફોકસ કરો જ્યાં સુધી તેનો ઊભો ક્રોસવાયર સંદર્ભરેખા પર ફોકસ ના થાય.

6. મીટરપટ્ટીના નીચેના છેડાને સમતુલિત સ્થિતિમાંથી સમક્ષિતિજ દિશામાં નાના અંતરનું સ્થાનાંતર આપી છોડી દો. લોલક (મીટરપટ્ટી) દોલન કરવાનું ચાલુ કરશે. એ વાતની કાળજી રાખો કે દોલનોનો કોણીય કંપવિસ્તાર 5°થી 6°ની અંદર રહે તથા લોલક શિરોલંબ સમતલમાં આંચકો અનુભવ્યા સિવાય દોલન કરે.
7. દોલન કરતાં લોલક પર કરેલું સંદર્ભ નિશાન જ્યારે ટેલિસ્કૉપના શિરોલંબ (ઊભા) ક્રોસવાયર પરથી પસાર થાય ત્યારે શૂન્ય ગણો અને તે જ સમયે સ્ટોપ વૉચ ચાલુ કરો. (જો ટેલિસ્કૉપ ઉપલબ્ધ ન હોય તો પ્રત્યક્ષ જોઈને પણ દોલનો ગણી શકાય છે.)
8. એક જ તરફની બાજુએથી સંદર્ભરેખા જ્યારે ઊભા ક્રોસવાયર પરથી પસાર થાય તેમ તેમ 2, 3, 4, ... દોલનો ગણતાં જાવ અને 20 દોલનો માટેનો સમય નોંધો. અવલોકનો ઓછામાં ઓછા ત્રણ વખત પુનરાવર્તિત કરો.
9. જ્યાથી લટકાવેલ છે તે બિંદુનું નીચેના છેડેથી અંતર માપો.
10. લોલકના ગુરુત્વકેન્દ્રની બંને બાજુએ બે-બે કાણાં છોડી આવેલા કાણામાં ચપ્પાની ધાર ખસેડીને પદ 7 અને 9નું પુનરાવર્તન કરો. ગુરુત્વકેન્દ્રની એક બાજુએ લોલકની લંબાઈ ધન લો અને બીજી બાજુએ લંબાઈ ઋણ લો. તમારા અવલોકનો કોષ્ટકીય રીતે નોંધો.

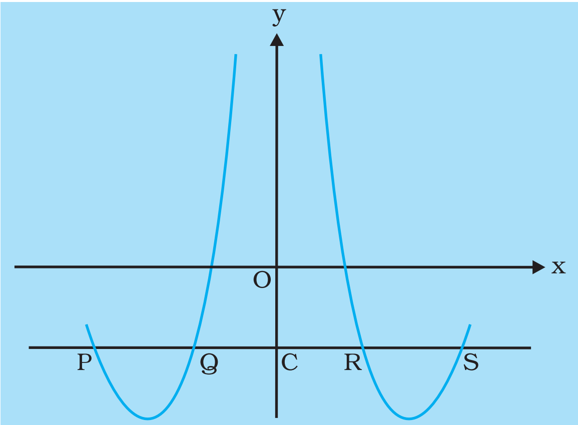
અવલોકનો

કોષ્ટક P 2.1 : સંયુક્ત લોલકના આવર્તકાળનું માપન

કાણાનો ક્રમ	ગુરુત્વકેન્દ્રની એક બાજુ					કાણાંનો ક્રમ	ગુરુત્વકેન્દ્રની બીજી બાજુ				
	ગુરુત્વકેન્દ્રથી અંતર l_1 (cm)	20 દોલનો માટેનો સમય			આવર્તકાળ $T=\frac{t_1+t_2+t_3}{3}$ (S)		ગુરુત્વકેન્દ્રથી અંતર l_2 (cm)	20 દોલનો માટેનો સમય			આવર્તકાળ $T'=\frac{t_1+t_2+t_3}{3}$ (S)
		t_1	t_2	t_3				t_1	t_2	t_3	

ગણતરી

1. lને x-અક્ષ પર અને Tને y-અક્ષ પર લઈ l અને T વચ્ચેનો આલેખ દોરો. આકૃતિ P 2.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે આલેખ બે સંમિત વક્રો ધરાવે છે. x-અક્ષને અનુલક્ષીને આવેલું બિંદુ કે જ્યાં આલેખ સંમિત છે, તે મીટરપટ્ટીથી બનેલા લોલકનું ગુરુત્વકેન્દ્ર છે.



આકૃતિ *P* 2.2 : ગુરુત્વકેન્દ્રથી અંતર અને આવર્તકાળ વચ્ચેનો આલેખ

2. x-અક્ષને સમાંતર રેખા દોરો જે આલેખને બિંદુઓ P, Q, R અને Sમાં કાપે છે.

(a) આલેખ પરથી CP = ... cm, CS = ... cm

$$l_1 = \frac{CP+CS}{2} = ...\ cm$$

(b) આલેખ પરથી CQ = ... cm, CR = ... cm

$$l_2 = \frac{CQ+CR}{2} = ...\ cm$$

(c) ચક્રાવર્તનની ત્રિજ્યા $K = \sqrt{l_1 l_2}$

પરિણામ

મીટરપટ્ટીના દ્રવ્યમાન કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી અક્ષને અનુલક્ષીને ચક્રાવર્તનની ત્રિજ્યા K = ... cm

સાવચેતીઓ

1. લોલકને શિરોલંબ લટકાવવું છે તથા ચપ્પાની ધારને સમક્ષિતિજ રાખવું. જેથી લોલક શિરોલંબ સમતલમાં દોલન કરે.
2. 5થી 6 દોલનો છોડ્યા પછી સમય નોંધવાની શરૂઆત કરો જેથી દોલનમાં કોઈ પણ અનિયમિતતાની અસર દૂર થાય.
3. જો તમે ટેલીસ્કોપનો ઉપયોગ કર્યા વગર અવલોકનો લેવાના હોય તો લોલકની આપેલી લંબાઈ માટે 20 દોલનોના સમય લેવાના અવલોકનોની સંખ્યા વધારી દો.
4. પંખાઓ બંધ રાખો, હવાના પ્રવાહોના કારણે પટ્ટીની સ્થિતિ ખસી જાય છે અને દોલનો એ જ સમતલમાં રહેતા નથી.

ત્રુટિના ઉદ્‌ગમો

1. ઘણીવાર મીટરપટ્ટીમાં દ્રવ્યમાનનું વિતરણ નિયમિત હોતું નથી.
2. ફાચર (wedge) તીક્ષ્ણ હોતા નથી.
3. ડ્રીલ કરેલા કાણાંઓ ક્યારેક સમરેખીય હોતા નથી અથવા અંદરની સપાટી સરખી લીસી હોતી નથી.

ચર્ચા

1. જો લાકડાની પટ્ટીના સ્થાને ધાતુના સળિયાનો ઉપયોગ કરવામાં આવે તો વધારે સારું

પરિણામ મળે છે. કેમકે, તેની જડત્વની સ્થિતિ સારી રીતે પકડાઈ રહે છે. વળી, ધાતુનો સળિયો એક જ દ્રવ્યનો અને નિયમિત આડછેદવાળો સહેલાઈથી બનાવી શકાય.

2. કાટખૂણિયા (સેટસ્ક્વેર)ની અંદરની વક્રસપાટીઓ અથવા વળેલા પ્લાસ્ટીકના ઉલિયાની અથવા ઝાડુંના હાથાની મદદથી લીસા સંમિત આલેખો દોરી શકાય.

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. તમે કેવી રીતે સ્થાપિત કરશો કે સંયુક્ત લોલક સરળ આવર્ત ગતિ કરે છે ?
2. દ્રવ્યમાન કેન્દ્રને અનુલક્ષીને મીટર પટ્ટીની ચક્રાવર્તનની ત્રિજ્યા જાણી, આ જ પટ્ટીના દ્રવ્યમાન કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી અક્ષને અનુલક્ષીને જડત્વની ચાકમાત્રા શોધો.
3. આપણને y-અક્ષને અનુલક્ષીને L — T ના બે સંમિત આલેખો કેમ મળે છે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃતિઓ :

1. કોણીય કંપવિસ્તાર ધીરે-ધીરે વધારતાં જાવ અને તમારું પરિણામ કેવી રીતે બદલાય છે તે જુઓ.
2. તમારા પરિણામોના જે ફેરફાર મૂલ્યાંકન યોગ્ય હોય તેને અનુરૂપ કોણીય કંપવિસ્તાર નોંધો. તમે આ ફેરફારને કેવી રીતે સમજાવશો ?

પરિયોજના 3

હેતુ

અચળ બળની અસર હેઠળ પદાર્થના વેગમાં થતો ફેરફાર તપાસવો અને તેનો પ્રવેગ શોધવો.

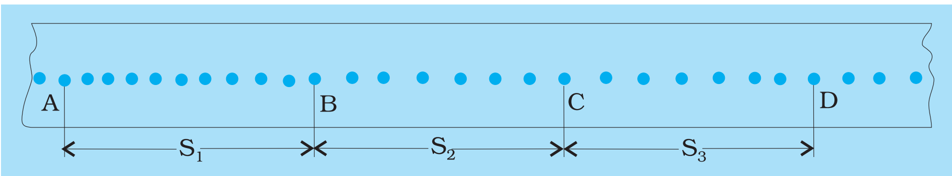
સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

ટીકર-ટાઈમર, સમક્ષિતિજ ટેબલ, બમ્પર (વજનદાર લાકડાનો લંબચોરસ બ્લૉક), ટ્રોલી, ત્રણ G-ક્લેમ્પ, લાંબી પેપરટેપ, પુલી (ગરગડી), મજબૂત દોરો, થોડી ઈંટો, હેંગર, ખાંચા (સ્લોટ) પાડેલા વજનો, પ્લગ-કી અને સ્પ્રિંગતુલા.

સિદ્ધાંત

જો પદાર્થ પર લાગતું બળ અચળ હોય તો તેનો પ્રવેગ અચળ રહે છે. પરિયોજના P 1 માં ટીકર-ટાઈમરનો સિદ્ધાંત અને કાર્યપદ્ધતિની ચર્ચા કરેલ છે. ધારોકે પ્રાયોગિક વ્યવસ્થામાં ગતિ કરતા પદાર્થની સ્થિતિઓને ટીકર-ટાઈમરની ટેપ પર ટપકાંના નિશાનથી માર્ક કરવાની છે. બે ક્રમિક ટપકાં વચ્ચેનો સમય સરખો હશે, પરંતુ તેમની વચ્ચેની જગ્યા સરખી હોય તે જરૂરી નથી. જો બે ટપકાં વચ્ચેની જગ્યા સરખી હોય તો તે નિયમિત ગતિ રજૂ કરે છે અને જો જગ્યા સરખી ન હોય તો તે અનિયમિત ગતિ રજૂ કરે છે.

આપેલા પદાર્થની ઝડપની ગણતરી કરવા માટે પ્રયોગમાં વપરાયેલ કોઈ એક ટેપનો ઉપયોગ કરો. S_1, S_2, S_3... બે ક્રમિક ટપકાંઓ વચ્ચેના અંતર છે. આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બિંદુ Aથી ચાલુ કરી દસેક ટપકાં લઈ માપપટ્ટી વડે અંતરો માપો (આકૃતિ P 3.1).



આકૃતિ P 3.1 : **ટેપ પર કરેલા ટપકાંઓ**

ટીકર-ટાઈમરના દોલકની આવૃત્તિ

= A.C. સપ્લાયની આવૃત્તિ

= 50 Hz