

બે ક્રમિક ટપકાંઓ વચ્ચેનો સમયગાળો = $\frac{1}{50}S$

10 ટપકાં પસાર થાય તે માટે લાગતો સમય (એટલે અંતરો $S_1, S_2, S_3...$ માટે)

$$= \frac{1}{50} \times 10 = 0.2 \text{ S}$$

અંતર S_1 માટે સરેરાશ ઝડપ $v_1 = \frac{S_1 (\text{cm})}{0.2\text{s}} = \dots \text{cms}^{-1}$

અંતર S_2 માટે સરેરાશ ઝડપ $v_2 = \frac{S_2 (\text{cm})}{0.2\text{s}} = \dots \text{cms}^{-1}$

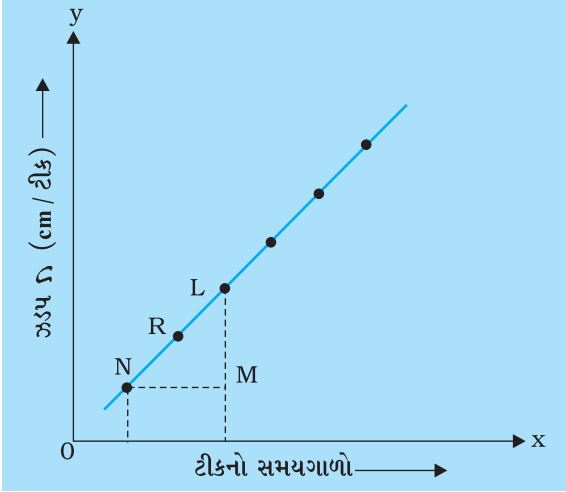
આથી, 0.2 s ના સમયગાળામાં થતો વેગનો વધારો

$$= \frac{S_2}{0.2\text{s}} - \frac{S_1}{0.2\text{s}} = \dots \text{cms}^{-1}$$

સરેરાશ પ્રવેગ = $\frac{(S_2 - S_1)}{0.2 \times 0.2} = \dots \text{cms}^{-2}$

પદ્ધતિ

- લાંબા સમક્ષિતિજ ટેબલના એક છેડે ટીકર-ટાઈમર અને બીજા છેડે બમ્પર જડો, આ માટે આકૃતિ P 3.2માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે G-ક્લેમ્પની મદદ લઈ શકો છો.
- ટાઈમર અને બમ્પરની વચ્ચે ટ્રોલી મૂકો. યોગ્ય લંબાઈ રાખી મજબૂત દોરાનો એક છેડો ટ્રોલી સાથે જોડી તેને ઘર્ષણરહિત ગરગડી (પુલી) પરથી પસાર કરો (જે બમ્પર સાથે જોડેલી છે). દોરાના મુક્ત છેડે હેંગર લટકાવો.
- દોરાની લંબાઈ એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી ટ્રોલી જ્યારે ટાઈમરની નજીક આવે ત્યારે ગરગડી પાસેનું હેંગર તેની મહત્તમ સ્થિતિની ઊંચાઈએ ઊભું હોય.
- ટ્રોલીને ટીકર-ટાઈમરની નજીક લાવો અને છોડી દો. તેની ગતિનું અવલોકન કરો.
- જો ટ્રોલી ઝડપથી ફરતી હોય તો તેમાં એક કે બે નાની ઈંટો મૂકી શકાય તથા હેંગરના વજનને થોડું એડજસ્ટ કરી ટ્રોલીની ઝડપ માપસરની કરી શકાય.
- ટ્રોલીને ટાઈમર પાસેની સ્થિતિમાં ઊભી રાખો. તપાસો કે ટેપ, કાર્બનપેપરની ડીસ્કની નીચેથી પસાર થઈ છે કે કેમ. હવે, ટીકર-ટાઈમરની સ્વીચ ચાલુ કરી ટ્રોલીને છોડી દો. ખાતરી કરો કે, જ્યાં સુધી પલ્લું જમીનને સ્પર્શે નહિ ત્યાં સુધી ટ્રોલી ઝડપ મેળવતી જશે, ત્યારબાદ બમ્પર દ્વારા તે ઊભી રહેશે.
- જ્યારે પલ્લું જમીનને સ્પર્શે ત્યારે, ટેપ પર થયેલા ટપકાંના નિશાનને વર્તુળથી માર્ક કરો, જે ટાઈમરના દોલકના બિંદુની નીચે છે. કેમ કે તે પછી ટ્રોલી પર બળ લાગવાનું અટકી જાય



આકૃતિ E 3.3 : અચળબળની અસર હેઠળ ઝડપ અને સમય વચ્ચેનો આલેખ

છે. આ નિશાનને ‘P’ કહો. દોરેલું P બિંદુનું વર્તુળ એ સ્થિતિ સુધીનું છે કે જ્યાં સુધી ટ્રોલી પર અચળ બળથી પ્રવેગ લાગતો હોય, જે જમીનને સ્પર્શ્યા પહેલાંનું છે.

8. ટેપના જે ભાગમાં ટપકાં થયા છે, તે ભાગને ટાઈમરથી દૂર કરો.
9. શરૂઆતના બિંદુ પાસેના કોઈ એક બિંદુને A માર્ક કરો અને તેને સ્થાનાંતરો માપવા માટેના સંદર્ભ બિંદુ તરીકે લો.
10. ટ્રોલીની આખી ગતિને 10 સરખા સમયગાળામાં વિભાજિત કરો. તે કરવા માટે ટ્રોલીની ગતિ દરમિયાન ટેપ પર થયેલા કુલ ટપકાંઓની સંખ્યા ગણો. Aથી પેપર પર 10 ટીકના અંતે જુદી-જુદી સ્થિતિઓને B, C, D વગેરે માર્ક કરો.

11. અંતરો AB, BC, CD વગેરે માપો અને તેને કોષ્ટક P 3.1માં નોંધો. જુદા-જુદા સમયગાળા માટે સરેરાશ ઝડપ શોધો. (કોષ્ટક P 3.1). આને સમયગાળાની મધ્યના બિંદુ માટે તાત્કાલિક ઝડપ લઈ શકાય. ગણેલી સરેરાશ ઝડપ વિરુદ્ધ સમયગાળાના મધ્યબિંદુને કોષ્ટકરૂપે નોંધો.

12. સમયગાળાના મધ્યબિંદુ એ તાત્કાલિક ઝડપ એ લગભગ દરેક ગાળાની સરેરાશ ઝડપના જેટલી હોય છે.
13. ઝડપ વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ દોરો, જે અચળબળની અસર હેઠળ ટ્રોલીની ગતિ વર્ણવે છે. આ ઝડપ-સમય આલેખનો ઢાળ શોધવાથી તાત્કાલિક પ્રવેગ મળે છે. (આકૃતિ P 3.3).

અવલોકનો

- (a) પલ્લાંનું દ્રવ્યમાન = ... g
- (b) પલ્લાંનું દ્રવ્યમાન + પલ્લામાં મૂકેલા વજનીયાંનું દ્રવ્યમાન = ... g
- (c) ટ્રોલીનું દ્રવ્યમાન + ટ્રોલીમાં મૂકેલું દ્રવ્યમાન = ... g

કોષ્ટક P 3.1 : પદાર્થની તાત્કાલિક ઝડપ

ક્રમ નં.	સમય ગાળો (ટીકના ગાળાના એકમમાં) (S)	અંતર, S (cm)	સરેરાશ વેગ $v_{av} = s/t$ cm s ⁻¹	સમય (ગાળાના મધ્યનો), t (ટીકનો ગાળો) (S)
1	0 – 10	S ₁	...	5
2	10 – 20	S ₂	...	15
3	20 – 30	S ₃	...	25

કોષ્ટક P 3.2 : પદાર્થનો પ્રવેગ

ક્રમ નં.	પસંદ કરેલા બિંદુઓ	સમય, t (ટીકની સંખ્યા)	ગાળો		ઢાળ, $\frac{ML}{NM} =$ પ્રવેગ (cm/ટીક ²)
			ML (cm/ટીક)	NM (ટીક)	

પરિણામ

- અચળબળ લાગતાં, સમય સાથે ટ્રોલીની ઝડપ વધતી જાય છે.
- ટ્રોલીનો શોધાયેલો પ્રવેગ = ... જે મોટા ભાગે પ્રયોગની મર્યાદામાં અચળ છે.

સાવચેતીઓ

- ખાતરી કરો કે ટીકર-ટાઈમર અને બમ્પર દૃઢતાપૂર્વક જડેલા છે.
- પ્રયોગની શરૂઆતમાં જ્યારે ટ્રોલી ગતિની શરૂઆત કરે અને અંતે જે સમયે બળ લાગવાનું બંધ થાય ત્યારે, બંને કિસ્સામાં ટીક પર વર્તુળનું નિશાન યોગ્ય રીતે કરવું, જેથી અંતરનું માપન અને તે પરથી વેગ, પ્રવેગની ગણતરી થઈ શકે.

સ્વ મૂલ્યાંકન

ગણેલ પ્રવેગ શું 'g' જેટલો છે ? જો ના તો કેમ ? પલ્લામાં દ્રવ્યમાન વધારતાં જઈએ તેમ શું પ્રવેગ, ગુરુત્વપ્રવેગની નજીક જતો જાય છે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

- અચળબળ માટે ટ્રોલીમાં મૂકેલા જુદા-જુદા દ્રવ્યમાન પ્રમાણે પ્રવેગમાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો.
- પલ્લામાં મૂકેલ દ્રવ્યમાન બદલતાં જઈને, લાગતાં જુદા-જુદા બળોને અનુરૂપ પ્રવેગમાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ કરવો.

પરિયોજના 4

৩৫

જુદા જુદા પદાર્થોની ઉષ્મીય અવાહક તરીકેની અસરકારકતાની સરખામણી કરવી.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

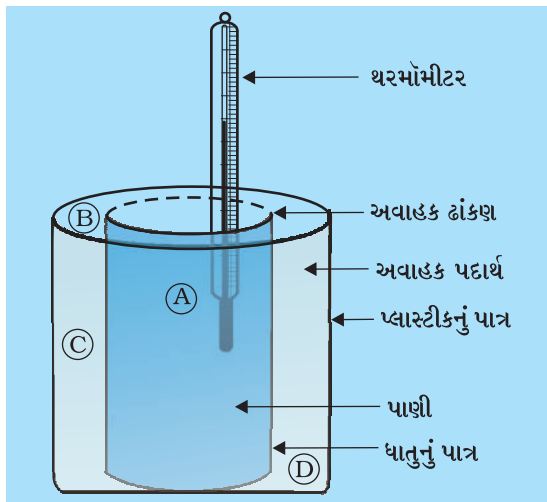
ધાતુનું એક નળાકાર પાત્ર, પ્લાસ્ટીકનું એક નળાકાર પાત્ર (જેની ઊંચાઈ ધાતુના પાત્ર જેટલી જ અને ત્રિજ્યા ધાતુના પાત્ર કરતા ઘણી વધારે હોય), થર્મોમીટર, પ્લાસ્ટીકના નળાકાર પર મુકવા માટે એક અવાહક ઢાંકણ કે જેમાં થર્મોમીટર દાખલ કરવા માટે કાણું હોય, પ્રવાહી અથવા ભુકીના સ્વરૂપમાં જુદા જુદા પદાર્થો.

પદો અને તેની વ્યાખ્યાઓ

ઉખ્મીય અવાહકો તેવા પદાર્થો છે કે જેઓ પોતાનામાંથી ઉખ્માનું વહન સહેલાઈથી થવા નથી દેતા.

सिद्धांत

અંતર્ગત સિદ્ધાંત પ્રમાણે જુદા જુદા પદાર્થોની ઉષ્મીય અવાહક તરીકેની અસરકારકતાની સરખામણી કરવી એટલે કે તેમની ઉષ્માવાહકતાની સરખામણી કરવી. જે પદાર્થની ઉષ્માવાહકતા ઓછી હશે તે પદાર્થ ઉષ્માના અવાહક તરીકે વધુ અસરકારક થશે.



આકૃતિ P 4.1 :

કાર્યપદ્ધતિ

1. ધાતુના પાત્ર Aને પ્લાસ્ટીકના પાત્ર Bમાં એવી રીતે ગોઠવો જેથી બધી બાજુ સરખું અંતર રહે. બંને પાત્રોની વચ્ચે રહેલી ખાલી જગ્યામાં તમે જે અવાહક પદાર્થનો અભ્યાસ કરવા માંગો છો તે પદાર્થ ભરી દો. (આકૃતિ P 4.1).
2. પાત્ર Aમાં ગરમ પાણી (તાપમાન 60°C) ભરી દો.
3. બંને પાત્રોને અવાહક ઢાંકણ વડે ઢાંકી દો.
4. ઢાંકણમાં આપેલ કાણામાં થર્મોમીટર એવી રીતે ગોઠવી દો કે જેથી થર્મોમીટરનો બલ્બ પાણીમાં રહે.
5. તાપમાનનાં 5°C ના દરેક ઘટાડાને લાગતો સમય નોંધી લો.
6. જુદા જુદા અવાહક પદાર્થો માટે ઉપરની પદ્ધતિ નું પુનરાવર્તન કરો.
7. જુદા જુદા પદાર્થો માટે તાપમાન વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ એક આલેખ પેપર પર કરો.

અવલોકનો

થર્મોમીટરનું લઘુત્તમ માપ = ... $^{\circ}\text{C}$

કોષ્ટક P 4.1 : અવાહક તરીકે જુદા જુદા દ્રવ્યોમાં સમય સાથે તાપમાનનો ઘટાડો

ક્રમ નં.	પદાર્થનું નામ	સમય સાથે તાપમાનનો ફેરફાર							
1		તાપમાન							
		સમય							
2		તાપમાન							
		સમય							
3		તાપમાન							
		સમય							
4		તાપમાન							
		સમય							

આલેખ અને અર્થઘટન

એક જ આલેખપેપર પર જુદા જુદા પદાર્થો માટે સમય (t) અને તાપમાન (θ)નો આલેખ દોરો. સમય (t)ને x-અક્ષ પર અને તાપમાન (θ)ને y-અક્ષ પર લો.

જેમ આલેખનો ઢાળ વધુ તેમ પાણીના ઠારણનો દર વધુ ઝડપી. આ સૂચવે છે કે પદાર્થની ઉષ્માના અવાહક તરીકેની કાર્યક્ષમતા ઓછી છે.

પરિણામ

આસપાસના જુદા જુદા અવાહક દ્રવ્યો માટે દોરેલા પાણીના ઠારણ વક્રો પરથી તારવી શકાય કે ઉષ્માના અવાહક તરીકે જુદા જુદા દ્રવ્યોની અસરકારકતાના ઘટતા ક્રમમાં નીચે પ્રમાણે ગોઠવી શકાય.

- (a)
- (b)
- (c)
- (d)

સાવચેતીઓ

1. દરેક દ્રવ્ય માટે અંતર C અને D સમાન રહે તેની ખાતરી કરી લેવી.
2. આ પદ્ધતિ ફક્ત ભુકી અથવા પ્રવાહી સ્વરૂપવાળા અવાહક દ્રવ્યો માટે જ વપરાય છે. કારણ કે તેમાં ઘેરાયેલી હવાની અસર લઘુત્તમ હોય છે.
3. દરેક કિસ્સામાં ખાલી જગ્યાઓ C અને Dમાં અવાહક દ્રવ્યો એક સમાન ધોરણે ભરાયેલા હોવા જોઈએ.
4. અવાહક ઢાંકણ બરાબર બંધ બેસતું હોવું જોઈએ. જેથી ઉષ્માની ઘટ બને તેટલી ઓછી થાય.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

1. આપેલ કાર્યપદ્ધતિ ઠંડા પાણી માટે ફરીથી કરવી. (ગરમ પાણીના બદલે)
2. આ પ્રયોગમાં વાપરેલ અવાહક દ્રવ્યો સિવાયના બીજા અવાહક દ્રવ્યો માટે પ્રયોગ ફરીથી કરવો.

પરિયોજના 5

હેતુ

જુદા જુદા દ્રવ્યોની ધ્વનિશોષક તરીકેની અસરકારકતાની સરખામણી કરવી.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

ઓડિયો ફીક્વન્સી ઓસિલેટર (AFO), કેથોડ રે ઓસિલોસ્કોપ (CRO), બે ટ્રાન્સફોર્મર, માઈક્રોફોન, એક સ્પીકર ($8\ \Omega$), શોષક દ્રવ્યો જેવા કે કાચની પટ્ટી, પૂંદું, લગભગ સમાન જાડાઈ વાળા પ્લાયવુડ અને ફાઈબરનું બોર્ડ, જુદી જુદી જાડાઈવાળા પૂંઠાના ચાર પતરાં, સ્ક્રૂગેજ, વર્નિયર કેલીપર્સ અને મીટર મીટરપટ્ટી.

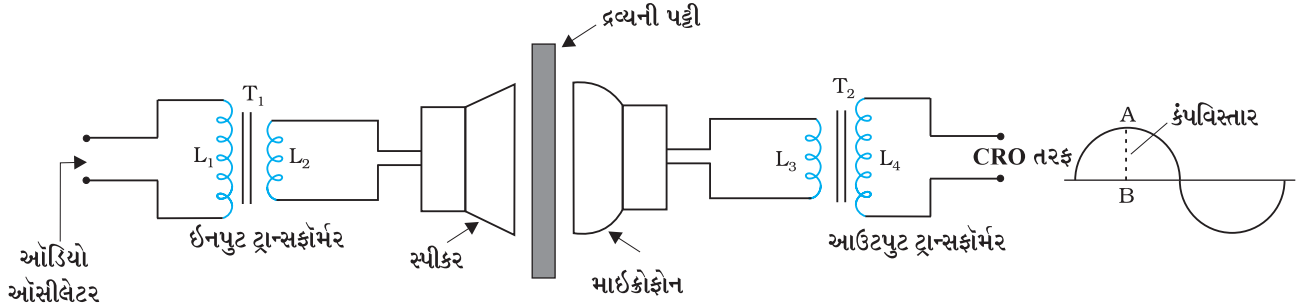
સિદ્ધાંત

જ્યારે ધ્વનિના તરંગો કોઈ પણ દ્રવ્યમાંથી પસાર થાય છે ત્યારે તેની યાંત્રિકઊર્જા આંશિક રીતે શોષાય છે. દ્રવ્ય દ્વારા ધ્વનિઊર્જાના શોષણનું પ્રમાણ

- દ્રવ્યની જાત અને
- દ્રવ્યની જાડાઈ કે જેમાંથી ધ્વનિતરંગો પસાર થાય છે તેની પર આધાર રાખે છે.

પદ્ધતિ

- જુદાં જુદાં શોષક દ્રવ્યો જેવા કે કાચ, પૂંદું, પ્લાયવુડ અને ફાઈબર બોર્ડની તકતીઓ લો.
- દરેકની જાડાઈ સ્ક્રૂગેજ/વર્નિયર કેલીપર્સ/માપપટ્ટી વડે માપો.
- આકૃતિ P 5.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે વિવિધ ઘટકોના પરિપથની ગોઠવણી કરો. બેય ટ્રાન્સફોર્મરોના ઉચ્ચ ઇમ્પીડેન્સ ધરાવતા ગુંચળા L_1 અને L_4 ને ક્રમશઃ ઓડિયો ફીક્વન્સી ઓસિલેટર (AFO) અને કેથોડ રે ઓસિલોસ્કોપ CRO સાથે જોડો. ગુંચળાના ઇમ્પીડેન્સ ને સમતોલવા બેય ટ્રાન્સફોર્મરને ઓછો અવરોધ ધરાવતા ગુંચળાં L_2 અને L_3 સાથે સ્પીકર અને માઈક્રોફોન જોડવું.



આકૃતિ P 5.1 : જુદા જુદા દ્રવ્યોની ધ્વનિશોષક તરીકેની અસરકારકતા સરખાવવા માટેની પરિપથ વ્યવસ્થા

4. CRO ને એવી રીતે ગોઠવવું કે જેથી પડદા પર યોગ્ય તરંગ સ્વરૂપ મળે.
5. સ્પીકરને ઓડિયો ઓસીલેટરમાંથી મેળવેલું, જ્ઞાત આવૃત્તિવાળું ઓડિયો સિગ્નલ આપવું. સ્પીકર અને માઈક્રોફોન વચ્ચે કોઈ પણ તકતી મુક્યાં વગર CRO ના પડદા પર મળતા અનુરૂપ ઓડિયો સિગ્નલનો કંપવિસ્તાર નોંધો.
6. સ્પીકર અને માઈક્રોફોન વચ્ચેનું અંતર બદલ્યા વગર જુદા જુદા દ્રવ્યોના સમાન જાડાઈ ધરાવતી તકતીઓ વારાફરતી સ્પીકર અને માઈક્રોફોન વચ્ચે મૂકો, દરેક વખતે CROના અંકિત પડદા પર અનુરૂપ ઓડિયો સિગ્નલનો કંપવિસ્તાર નોંધો.
7. ધ્વનિઊર્જાના શોષણનું પ્રમાણ અને શોષક દ્રવ્યની પ્રકૃતિ વચ્ચેના સંબંધનું વિશ્લેષણ કરવા માટે અવલોકનોને કોઠા સ્વરૂપે નોંધો.
8. સ્પીકર અને માઈક્રોફોન વચ્ચે સમાન દ્રવ્ય (ધારો કે પૂંઠું)ની જુદી જુદી જાડાઈવાળા ચાર પતરાં વારાફરતી મુકવાં.
9. પ્રયોગનો પદ 5 અને 6નું પુનરાવર્તન કરવું.
10. ધ્વનિઊર્જાના શોષણનું પ્રમાણ અને શોષક દ્રવ્યની જાડાઈ વચ્ચેના સંબંધનું વિશ્લેષણ કરવા માટે અવલોકનોને કોઠા સ્વરૂપે નોંધો.

અવલોકનો

1. સ્ક્રૂ ગેજ/વર્નિયર કેલીપર્સનું લઘુત્તમ માપ = ... mm
2. પૂંઠાંની જાડાઈ = ... mm
કાચની પટ્ટીની જાડાઈ = ... mm
ફાઈબર બોર્ડની જાડાઈ = ... mm
પ્લાયવુડની જાડાઈ = ... mm
3. વપરાયેલા ઓડિયો સિગ્નલની આવૃત્તિ = ... Hz

કોષ્ટક P 5.1 : સમાન જાડાઈવાળા જુદા જુદા શોષક દ્રવ્યોનું ધ્વનિનું શોષણનું પ્રમાણ

અવલોકન ક્રમાંક	શોષક દ્રવ્યનું નામ	CRO પર તરંગનો કંપવિસ્તાર (mm)		
		શોષક દ્રવ્ય મુક્યા પહેલા A_0	શોષક દ્રવ્ય મુક્યા પછી A_1	$\frac{A_1}{A_0}$
1	કાચ			
2	પૂંકું			
3	ફાઈબર બોર્ડ			
4	પ્લાયવુડ			

કોષ્ટક P 5.2 : એક જ શોષક દ્રવ્યની જુદી જુદી જાડાઈઓ માટે ધ્વનિના શોષણના પ્રમાણનો દર

અવલોકન ક્રમાંક	શોષક દ્રવ્યની જાડાઈ	CRO પર તરંગનો કંપવિસ્તાર (mm)		
		શોષક દ્રવ્ય મુક્યા પહેલા A_0	શોષક દ્રવ્ય મુક્યા પછી A_1	$\frac{A_1}{A_0}$
1				
2				
3				
4				

ગણતરી

1. કોષ્ટક P 5.1 માં નોંધેલી પ્રાયોગિક માહિતી પરથી શોષક દ્રવ્યને મુક્યા પહેલા અને પછી મળતા તરંગ સ્વરૂપના કંપવિસ્તારનો ગુણોત્તર શોધો.
2. જુદી જુદી જાડાઈવાળા શોષક દ્રવ્યને મુક્યા પહેલા અને પછી મળતા તરંગ સ્વરૂપના કંપવિસ્તારનો ગુણોત્તર શોધો અને તે પરથી ધ્વનિના શોષણનું અનુમાન કરો.

પરિણામ

1. ધ્વનિતરંગોના શોષણનું પ્રમાણ મહત્તમ ... (દ્રવ્ય)માં અને લઘુત્તમ ... (દ્રવ્ય)માં મળે છે.

2. શોષક દ્રવ્ય (પૂંદું)ની જાડાઈના વધારા સાથે ધ્વનિતરંગોના શોષણનું પ્રમાણ વધે/ઘટે છે.

સાવચેતીઓ

1. સમાન જાડાઈવાળા જુદા જુદા શોષક દ્રવ્ય સાથે પ્રયોગ કરતી વખતે ઈનપુટ ઓડિયો સિગ્નલનો કંપવિસ્તાર અચળ રાખવો.
2. શોષક દ્રવ્યની જાડાઈ એટલી બધી ન રાખવી કે જેથી CROના પડદા પર મળતા અનુરૂપ આઉટપુટ સિગ્નલ માપી શકાય તેવું ન રહે.
3. સ્પીકર, માઈક્રોફોન અને શોષક દ્રવ્યના પતરાંનું સ્થાન પ્રયોગ દરમિયાન બદલવું નહિ.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

1. શોષક દ્રવ્યની ઘનતા (x-અક્ષ પર) વિરુદ્ધ શોષક દ્રવ્ય મુક્યા પહેલા અને પછી મળતા તરંગસ્વરૂપના કંપવિસ્તારનો ગુણોત્તર (y-અક્ષ પર) (કોષ્ટક P 5.1 પરથી)નો આલેખ દોરવો. આલેખની પ્રકૃતિનો અભ્યાસ કરો અને તે પરથી અર્થઘટન કરો.
2. શોષક દ્રવ્યની જાડાઈ (x-અક્ષ પર) વિરુદ્ધ શોષક દ્રવ્ય મુક્યા પહેલા અને પછી મળતા તરંગ સ્વરૂપના કંપવિસ્તારનો ગુણોત્તર (y-અક્ષ પર) (કોષ્ટક P 5.2 પરથી)નો આલેખ દોરો. આલેખની પ્રકૃતિનો અભ્યાસ કરો અને તે પરથી અર્થઘટન કરો.

પરિયોજના 6

હેતુ

રબરના જુદા જુદા નમુનાની સ્થિતિસ્થાપકતાના યંગ મોડ્યુલસની સરખામણી કરવી અને તેમના સ્થિતિસ્થાપક હિસ્ટેરીસીસ વક્રોની સરખામણી કરવી.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

આશરે 10 cm લંબાઈ ધરાવતા રબર બેન્ડના બે નમુના, એક દૃઢ આધાર, અમુક સ્લોટેડ (Slotted) વજન (10g), એક હેંગર (10g), એક માપપટ્ટી અને એક પોઈન્ટર.

પદ અને તેમની વ્યાખ્યા

1. સ્થિતિસ્થાપક હિસ્ટેરીસીસ : વિકૃતિને રીવર્સ કરતા જ્યારે પ્રતિબળ-વિકૃતિનો વક્ર મુળ પથ લેતો નથી, તેવી ઘટનાને સ્થિતિસ્થાપક હિસ્ટેરીસીસ કહે છે.
2. શેષ વિકૃતિ : વિરુપક બળ હટાવતા જો નમુનો ઘટીને પોતાની મુળ લંબાઈ પ્રાપ્ત ન કરે, તો શેષ વિકૃતિ મળે છે.

સિદ્ધાંત

1. રબર માટે પ્રતિબળ વિરુદ્ધ વિકૃતિ (અથવા લંબાઈનો વધારો)નો આલેખ સુરેખ હોતા નથી. તેથી જ, રબર માટે યંગ મોડ્યુલસ એક મળતો નથી. આપેલ પ્રતિબળ માટે, કોઈ એક બિંદુ પર પ્રતિબળ વિરુદ્ધ વિકૃતિના વક્રના ઢાળ તરીકે વ્યાખ્યાયિત કરાય છે.
2. હિસ્ટેરીસીસ વક્ર વડે ઘેરાતા ક્ષેત્રફળ વજનના વધારા (લોડીંગ) અને વજનના ઘટાડાના (અનલોડિંગ) ચક્ર વખતે વ્યય થતી ઊર્જાનું માપ છે.

કાર્યપદ્ધતિ

1. દૃઢ આધાર પરથી એક રબર બેન્ડ લટકાવો અને તેના નીચેના છેડા પર 10 g દળવાળું હેંગર પોઈન્ટર સાથે જોડો.
2. માપપટ્ટી Sને ઉર્ધ્વ દિશામાં એવી રીતે મુકવી જેથી પોઈન્ટર મુક્તપણે હલી શકે અને માપપટ્ટી પર તેનું અવલોકન લઈ શકાય.
3. હેંગરમાં 10 gનું સ્લોટેડ વજન મુકી રબર બેન્ડ સ્થિર થાય ત્યાં સુધી રાહ જુઓ. પછી પોઈન્ટરનું અવલોકન લો.

- લોડમાં 10 g વજનનો વધારો કરતા 80 g થી 100 g વજન થાય ત્યાં સુધી પદ 3નું પુનરાવર્તન કરવું.
- હવે હેંગરમાંથી એક પછી એક 10 g વજન ઘટાડો અને દરેક વખતે પોઈન્ટરનું અવલોકન લો. (દરેક વખતે અવલોકન લેતા પહેલા રબરને સ્થાયી થવાનો સમય આપો.)
- રબર બેન્ડના જુદા જુદા નમુના માટે પદ 1થી 5 ફરીથી કરવા.

અવલોકનો

- માપપટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ = ... cm
- રબર બેન્ડના ખેંચાયા પહેલાની મુળ લંબાઈ $L = \dots$ cm

કોષ્ટક P 6.1 : લોડીંગ કરતી વખતે રબર બેન્ડની લંબાઈમાં વધારો

	ક્રમાંક	લટકાવેલ લોડ = લગાવેલું બળ = F (N)	પોઈન્ટરનું અવલોકન r (cm)		લંબાઈમાં વધારો	
			લોડીંગ વખતે	અનલોડીંગ વખતે	લોડીંગ વખતે	અનલોડીંગ વખતે
નમૂનો A	1					
	2					
	3					
નમૂનો B	1					
	2					
	3					

ગણતરી

- લોડીંગ અને અનલોડીંગ માટે લોડ વિરુદ્ધ લંબાઈના વધારાનો આલેખ દોરો. લોડને x -અક્ષ પર લેવું અને લંબાઈના વધારાને y -અક્ષ પર લેવું.
- નમૂના A માટે હિસ્ટેરીસિસ લુપનો ક્ષેત્રફળ = ...
નમૂના B માટે હિસ્ટેરીસિસ લુપનો ક્ષેત્રફળ = ...
(હિસ્ટેરીસિસ લુપમાં આવેલા ચોરસ ગણીને આ કરી શકાય.)

પરિણામ

- નમૂના Aનો હિસ્ટેરીસિસ એ નમૂના Bના હિસ્ટેરીસિસ કરતા ... (વધુ/ઓછું) છે.

સાવચેતીઓ

1. વજનોને હળવેથી ઉમેરવા કે દૂર કરવા.
2. વજનને ઉમેરી અથવા દૂર કરીને અવલોકન લેતા પહેલા થોડી રાહ જોવી.

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. હિસ્ટેરીસિસ વક્રનો ક્ષેત્રફળ શું દર્શાવે છે ?
2. નમુના A અને Bના હિસ્ટેરીસિસ વક્રો પરથી અર્થઘટન કરો.
3. લોડીંગ અને અનલોડીંગ વખતના વક્રો ક્યાં સંપાત થાય ?
4. લોડીંગ અને અનલોડીંગ વખતના વક્રો ક્યાં સંપાત ન થાય ?
5. મોટા હિસ્ટેરીસિસ લુપ ધરાવતા રબરનો ઉપયોગ શેના માટે થાય છે ?
6. નાના હિસ્ટેરીસિસ લુપ ધરાવતા રબરનો ઉપયોગ શેના માટે થાય છે ?
7. હુકના નિયમની અપેક્ષા પ્રમાણે શું પ્રતિબળ-વિકૃતિનો આલેખ સુરેખ આવે ?
સ્થિતિસ્થાપકતાની હદ વટાવતાં શું થાય ?
8. સ્થિતિસ્થાપકતાની હદ પાર થઈ ગઈ છે તેવું તમને કઈ રીતે ખબર પડે ?

પરિયોજના 7

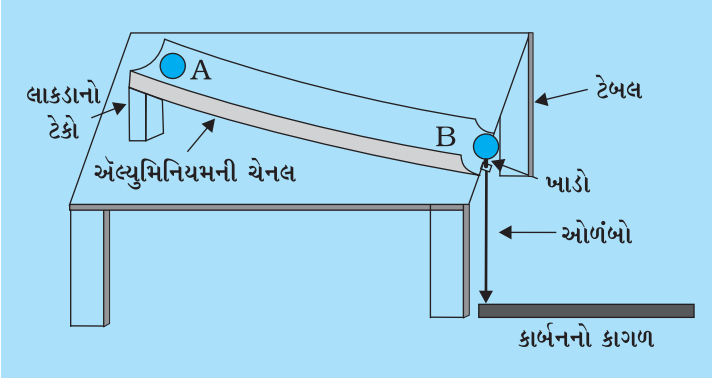
હેતુ

દ્વિપરિમાણમાં બે ગોળાના સંઘાતનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

દ્વિપરિમાણમાં સંઘાત માટેનું સાધન, મીટરપટ્ટી, ડ્રેસીંગ કાગળ, કાર્બન કાગળ, G-ક્લેમ્પ, એક સ્ક્રૂ, સેલોટેપ, કોણમાપક, સ્ટીલના બે સમાન ગોળા અથવા લખોટી અને ઓળંબાની દોરી.

સાધનનું વર્ણન



આકૃતિ P 7.1 : દ્વિપરિમાણમાં બે ગોળાનો સંઘાતનો અભ્યાસ કરવા માટેની વ્યવસ્થા

ખાંચાવાળી માપપટ્ટી અથવા એલ્યુમિનિયમની ચેનલ જેને વચ્ચેથી વાળી હોય જેથી તે ઢોળાવવાળા માર્ગ તરીકે કાર્ય કરે. તેની ઉપર સ્ટીલના ગોળાને ગબડાવી શકાય. તેના નીચેના છેડા પર એક સેટ સ્ક્રૂ ફીટ કરવો કે જેના માથે થોડો ખાડો હોય. આ લક્ષ્યાંકવાળા સ્ટીલના ગોળાને મુકવાનું છે. પ્રયોગશાળાના ટેબલના છેડા પર ધાતુનો બેસ લગાવેલો છે કે જેની ઉપર માપપટ્ટીનો છેડો ગોઠવાયો છે. આકૃતિમાં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સ્ક્રૂ પરથી ઓળંબાની દોરી લટકાવેલ છે.

સિદ્ધાંત

દૃવ્યમાન m અને m' ધરાવતા સ્ટીલના બે ગોળા અનુક્રમે વેગ u અને u' થી ગતિ કરતા કરતા સંઘાત પામે, તો સંઘાત બાદ તેમના વેગ બદલાય છે. જો સંઘાત બાદ તેમના વેગ અનુક્રમે v અને v' હોય તો વેગમાન સંરક્ષણના નિયમ પ્રમાણે

$$mu + mu' = mv + mv'$$

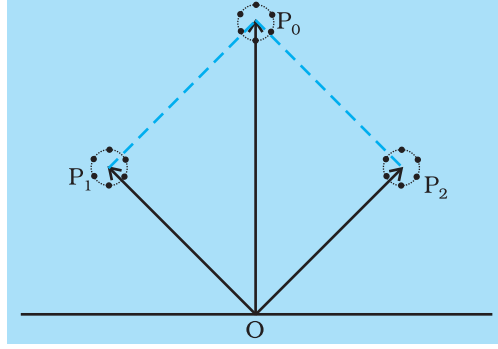
આ પ્રવૃત્તિમાં આપણે બે ગોળાનો દ્વિપરિમાણમાં સંઘાતનો અભ્યાસ આપેલ સાધન વડે કરીએ છે અને વેગમાનના સંરક્ષણનો નિયમ ચકાસીએ છે. આપણે એક ગોળાને ઢાળવાળા માર્ગ પર

ગબડવા દઈ નીચેના છેડે મુકેલા સ્થાયી ગોળા સાથે અથડાવવા દઈએ છે. સરળતા ખાતર બંને ગોળાને સમાન લઈએ.

સંઘાત બાદ બંને ગોળા જુદી જુદી દિશામાં નીચે પડે અને જમીન સાથે અથડાય છે. દરેક ગોળાનો સમક્ષિતિજ વેગ તેમને કાપેલા સમક્ષિતિજ અંતરને સમપ્રમાણમાં હોય છે. (એવું શા માટે થાય તે વિચારો) સમક્ષિતિજ અંતર એટલે જ્યાંથી સ્થિર ગોળો પડે તે સ્થાનના એકદમ નીચે જમીન પરના બિંદુથી જ્યાં ગોળા જમીનના સંપર્કમાં આવે તે બિંદુ વચ્ચેનું અંતર. આ જ સમક્ષિતિજ અંતરને દરેક ગોળાના વેગમાનનું મૂલ્ય દર્શાવવા વાપરી શકાય કારણ કે તેમના દ્રવ્યમાન સમાન છે.

પદ્ધતિ

1. આકૃતિ P 7.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે સાધન ગોઠવો. સેટ સ્કૂને એવી રીતે ગોઠવો જેથી તેમાં આવેલો ખાડો, છેડાથી ગોળાની એક ત્રિજ્યા જેટલો પહેલા હોય. સ્ટીલના એક ગોળાને ઉપરથી ગબડાવો અને સેટ સ્કૂને ઉપરનીચે કરી એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી ગોળો સ્કૂને મુક્તપણે ઓળંગે. સ્કૂના ખાડા પર બીજો ગોળો નિશાન તરીકે મુકો. ઓળંગ્યાને સ્કૂ પરથી લટકાવો.
2. પછી સેટ સ્કૂને એવી સ્થિતિમાં ગોઠવો કે જેથી આવનાર ગોળો લક્ષ્યાંકવાળા ગોળાને કોઈ એક ખૂણે અથડાય. આપાત થનાર અને લક્ષ્યાંકવાળા ગોળાને 1 અને 2 તરીકે દર્શાવીએ. સુનિશ્ચિત કરો કે બંને ગોળા સંઘાત પામતી વખતે જમીનથી સમાન ઊંચાઈ પર હોય.
3. જમીન પર એક કાર્બન પેપર પર તેના જેટલાં જ માપનું ટ્રેસીંગ (Tracing) પેપર મુકો. આ જોડકાં પર સ્ટીલના ગોળા પડશે અને તેમની છાપ મુકશે. જો મોટા સાઈઝના કાર્બનપેપર અથવા સાદા પેપર ના મળે તો A-4 સાઈઝના પેપરો ભેગા કરી મોટી શીટ (Sheet) બનાવવી.
4. જમીન પર કાર્બન પેપર એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી તેની શાહીવાળી બાજુ ઉપર તરફ રહે. ટ્રેસીંગપેપર તેના પર સીધું મુકી દો. પેપર એવી રીતે મુકો કે આખા શીટનું મધ્યબિંદુ ઓળંગ્યાની એકદમ નીચે આવે.
5. સેટ સ્કૂ પર લક્ષ્યાંકવાળો ગોળો મુક્યા વગર 1 નંબર લખેલા ગોળાને ગબડાવો. જ્યાં ગોળો ટ્રેસીંગપેપર પર પડે તે બિંદુને P_0 માર્ક કરો. આ પ્રક્રિયાને પુનરાવર્તિત કરો અને બિંદુઓનો $P_{01}, P_{02}, P_{03}...$ વિગેરેનો સમુહ મેળવો. આ બધા બિંદુઓના કેન્દ્ર શોધી તેને P_0 નામ આપો.
6. સ્ટીલવાળા સમાન ગોળા 2ને લક્ષ્યાંકવાળો ગોળો લઈ અમુક સંઘાતો મેળવો. ખાતરી કરો કે દરેક વખતે આપાત ગોળો 1 સમાન ઊંચાઈ પરથી જ મુક્ત થાય. આપાત ગોળો અને લક્ષ્યાંકવાળો ગોળો કાગળ પર જ્યાં અથડાય ત્યાં મળતા બિંદુઓના સમુહને નામ આપી, તેમના ફરતે વર્તુળ દોરો. આપાત ગોળા માટે P_1 અને લક્ષ્યાંક ગોળા માટે P_2 . (તમે ચતુષ્કોણ દોરી, આ બિંદુઓના સમૂહનું કેન્દ્ર શોધી શકો છો અને વિકર્ણોના છેદથી મધ્યમાન બિંદુ શોધી શકાય.)



આકૃતિ P 7.2 : મધ્યમાન બિંદુ શોધવા માટે

7. જે બિંદુ પર ઓળંબો કાગળને અડે તે બિંદુને બિંદુ 'O' તરીકે લખો. બિંદુ O પરથી મધ્યમાન બિંદુ P_0 , P_1 અને P_2 સુધી સદિશો દોરો.
8. (a) આપાત ગોળા અને લક્ષ્યાંક ગોળાના વેગમાનને દર્શાવતા સદિશ અનુક્રમે $\overrightarrow{OP_1}$ અને $\overrightarrow{OP_2}$ નો સરવાળો કરો. તેના પરથી સંઘાત પછીનો કુલ વેગમાન P મળશે. (જુઓ આકૃતિ P 7.2).
- (b) સંઘાત પછીના કુલ વેગમાન P ને આપાત ગોળાના પ્રારંભિક વેગમાન $\overrightarrow{OP_0}$ અને લક્ષ્યાંક ગોળા સાથે સરખાવો.

પરિણામ :

સંઘાત પછી બંને ગોળાનો કુલ વેગમાન ... g cms⁻¹ મળે છે. આ વેગમાન આપાત ગોળાના પ્રારંભિક વેગમાન જેટલું જ છે.

સાવચેતીઓ

1. સેટ સ્કૂને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી સંઘાત વખતે બંને ગોળા જમીનથી સમાન ઊંચાઈ પર હોય.
2. દરેક પ્રયત્ને, આપાત ગોળા સમાન ઊંચાઈ પરથી જ ગબડાવો.

ત્રુટિના ઉદ્ગમો

ગોળા અને સપાટી વચ્ચેના ઘર્ષણને કારણે ત્રુટિ ઉમેરાઈ શકે.

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. દરેક પ્રયત્ને, બંને અંતિમ વેગમાન વચ્ચેનો કોણ માપો. આના પરથી શું પ્રસ્થાપિત કરી શકો ?
2. ધારોકે, લક્ષ્યાંકવાળા ગોળાની જગ્યાએ સમાન પરિમાણવાળી કાયની લખોટી લઈને એ જ આપાત ગોળાથી પ્રયોગ કરીએ. તો આ કિસ્સામાં, શું કાપેલા સમક્ષિતિજ અંતરો વેગ

સદિશો દર્શાવશે ? શું તે હજુ પણ વેગમાન સદિશો દર્શાવશે ? આ કિસ્સામાં તમે વેગમાન સદિશો કેવી રીતે દોરશો અને વેગમાનના સંરક્ષણનો નિયમ કઈ રીતે ચકાસશો ?

- આકૃતિ P 7.2 માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે OP_0 ને લંબ દિશામાં વેગમાનના ઘટકો OP_1 અને OP_2 નું શું થશે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

આ પ્રયોગનો ઉપયોગ વેગમાન સંરક્ષણના નિયમને જથ્થાત્મક રીતે ચકાસવા માટે પણ થઈ શકે. ગોળાનો દ્રવ્યમાન અને વેગ મેળવીને તેનું વેગમાન ગણી શકાય. દરેક ગોળાનું દ્રવ્યમાન તુલા વડે માપો. સમક્ષિતિજ વેગ એટલે કે કાપેલા સમક્ષિતિજ અંતર અને તે માટે લીધેલા સમયનો ભાગાકાર. નોંધનીય છે કે આ સમય એ ગોળાએ જમીન પર અથડાવવા માટે લીધેલો સમય છે. સેટ સ્કૂના ટોચ પરથી જમીનનું અંતર માપી, સમીકરણ $d = (gt^2)/2$ વડે આ સમય મેળવી શકાય. વધુમાં, બધી જ ગણતરીઓ માટે t સમાન હશે.

આપાત ગોળાનું મૂળ વેગમાન અને આપાત અને લક્ષ્યાંકવાળા ગોળાનું અંતિમ વેગમાન નીચેના બેય કિસ્સામાં ગણો (1) સમાન દ્રવ્યમાન અને (2) અસમાન દ્રવ્યમાન. દરેક કિસ્સામાં બંને અંતિમ વેગમાનોનો પરિણામ મેળવી તેને પ્રારંભિક વેગમાન સાથે સરખાવો.

ચેનલ (Channel) બનાવવાની વૈકલ્પિક રીત

ગોળાના વ્યાસ કરતા થોડીક વધારે વ્યાસવાળી પ્લાસ્ટીકની પાઈપ લો.

પાઈપને લંબાઈને સમાંતર બે સરખાં ભાગમાં કાપો. કાપેલી પાઈપના એક ભાગને વચ્ચે હળવેકથી ગરમ કરી પાઈપને સહેજ વાળો અને તેને ટેબલ પર જડી દો.

ગરમ કરેલા ખીલા અથવા સળીયાની મદદથી પાઈપના બીજા છેડા પર નાનો ખાડો કરો કે જેમાં લક્ષ્યાંકવાળો ગોળો રહી શકે.

પરિયોજના 8

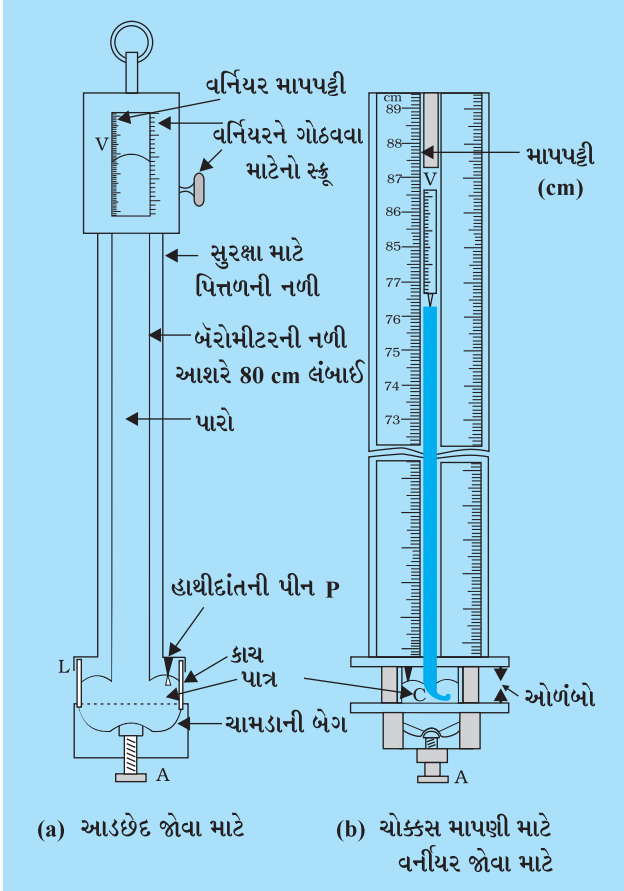
હેતુ

ફોર્ટીનના બેરોમીટર (વાયુદાબમાપક યંત્ર)નો અભ્યાસ કરવો અને તેના વડે વાતાવરણનું દબાણ માપવું.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

ફોર્ટીન (Fortin)નું બેરોમીટર (Barometer) અને થર્મોમીટર (Thermometer).

સાધનનું વર્ણન



આકૃતિ P 8.1 : ફોર્ટીનનું બેરોમીટર

ફોર્ટીનનું બેરોમીટર (Fortin's Barometer) :

આ સાધનમાં 80 cm લાંબી, એક બાજુથી ખુલ્લી એવી સમાન આડછેદવાળી કાચની નળી લેવામાં આવે છે. તેમાં પારો (Mercury) ભરીને તેને સાચવીને ઉંધી કરો. પારા ભરેલા પાત્રમાં મુકવામાં આવે છે. આ પાત્રનો નીચેનો ભાગ ચામડાનો બનેલો હોય છે અને તેમાં પારાનું સ્તર નીચે આપેલા સ્કૂ Aના મદદથી ગોઠવી શકાય (આકૃતિ P 8.1 (a)). પાત્રની ઉપરની બાજુ ચામડાના ટુકડાથી એવી રીતે બંધ કરેલ છે કે જેથી બાહ્ય હવા અને પાત્રમાં આવેલા પારાનો સંપર્ક જળવાઈ રહે. હાથીદાંતની એક નાની ટાંકણી P એવી રીતે જડી છે કે જેથી તેનો અણીદાર છેડો પાત્રમાં આવેલા પારાને અડકે. આ પીનનું કાર્ય માપપટ્ટીના શૂન્યને પાત્રમાં આવેલા પારાની સપાટી સાથે એક સરખી ઊંચાઈએ (લેવેલ) ગોઠવવાનું હોય છે. કાચની આ નળીને સુરક્ષા ખાતર પિત્તળની એક નળીમાં મુકવામાં આવે છે. બે ઉર્ધ્વ સ્લિટ વ્યાસાંત બિંદુએ સામસામે એવી રીતે રાખવામાં આવે છે કે જેમાંથી પારાની સપાટી જોઈ શકાય. (આકૃતિ P 8.1 (b)). સામેની સ્લિટની બંને બાજુએ સેન્ટીમીટરમાં અંકન કરેલી માપપટ્ટી કોતરવામાં આવે છે. માપપટ્ટીનું અંકન શૂન્યથી નહિ પણ 68 cm થી 85 cm સુધી હોય છે. કારણ કે વાતાવરણનું દબાણ આ સીમાઓ વચ્ચે રહે છે. સામેની સ્લિટ પર સરકી શકે તેવું પિત્તળની વર્નિયર માપપટ્ટી ગોઠવેલી છે અને તેને સ્કૂ B વડે ફેરવી શકાય.

સિદ્ધાંત

જ્યારે પારાથી સંપૂર્ણ ભરેલી નળી પાત્રમાં ઊંધી કરવામાં આવે ત્યારે તેમાંથી અમુક પારો બહાર નીકળે છે અને તેથી નળીમાં ઉપરની બાજુ શૂન્યાવકાશ બને છે.

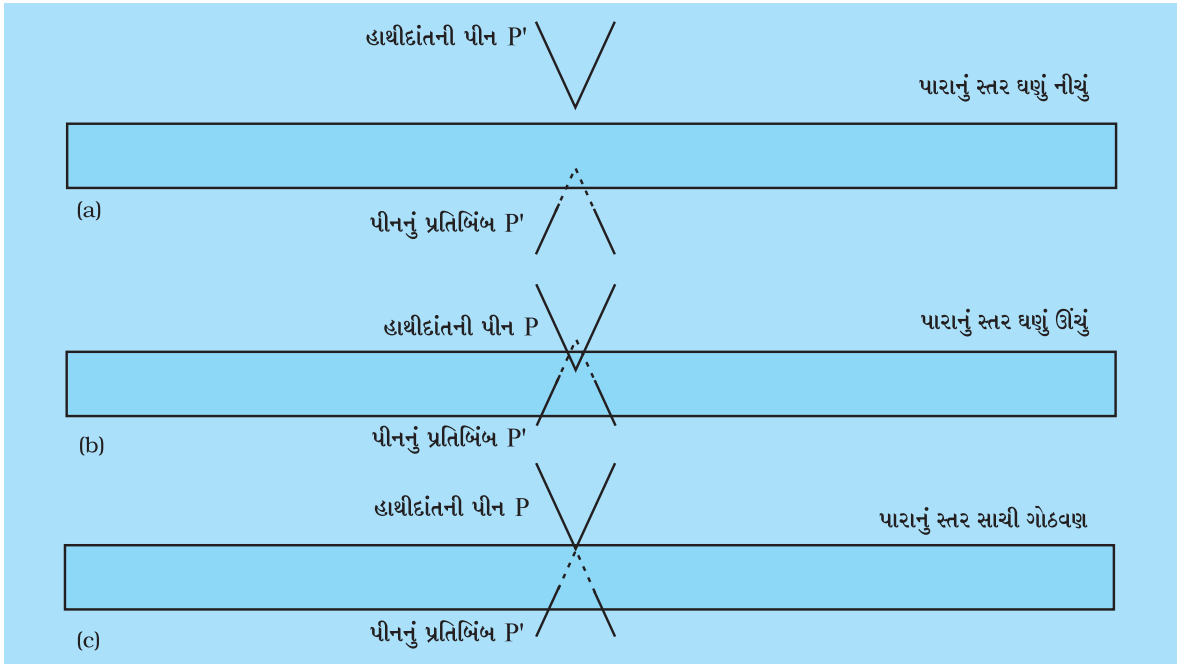
જ્યારે પાત્રમાં આવેલા પારાની સપાટી પર લાગતું વાતાવરણનું દબાણ અને નળીમાં આવેલા પારાના સ્તંભનું દબાણ સમાન થાય ત્યારે પારાની સપાટી સ્થિર થાય છે. સામાન્ય સ્થિતિમાં નળીમાં પારાના સ્તંભની ઊંચાઈ વાતાવરણના દબાણના સમપ્રમાણમાં હોય છે. કાચની નળીમાં પારાનો સ્તંભ સમુદ્રની સપાટી કરતા 76 cm ઉપર હોય છે.

સૈદ્ધાંતિક રીતે, બેરોમીટર કોઈ પણ પ્રવાહીનું બનેલું હોવું જોઈએ. પારાની પસંદગી પાછળ ઘણા બધા કારણો હોય છે. મુખ્યત્વે પારો વધુ ઘનતા વાળો (13600 kg/m^3) હોય છે તેથી હવાના દબાણથી સમતોલાયેલો સ્તંભ જરૂરિયાત પૂરતા ઊંચાઈ પર હોય છે.

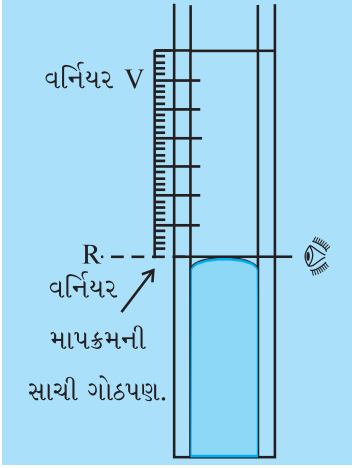
પાણીનું બેરોમીટર 10 m ઊંચાઈ કરતાં વધારે રાખવો પડે.

પદ્ધતિ

1. બેરોમીટરને દીવાલ પર ઉર્ધ્વ રીતે લટકાવવા માટે ઓળંબાનો ઉપયોગ કરો.
2. સ્કૂ A, B, પીન P અને વર્નિયર Vનું પરીક્ષણ કરો.
3. વર્નિયર માપપટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ શોધો.
4. બેરોમીટરના પાત્રમાં પારાની સપાટીનું લેવલ સ્કૂ Aની મદદથી અને હાથીદાંતની પીન અને તેનું પાત્રમાં આવેલ પારાની સપાટી પરના પ્રતિબિંબને જોઈને ગોઠવો. (આકૃતિ P8.2)



આકૃતિ P 8.2 : પાત્રમાં પારાના સ્તરની સાચી ગોઠવણ



આકૃતિ P 8.3 : નળીમાં પારાના મિનિસ્કસના લેવલમાં આંખને રાખવી

5. સ્કૂ B ની મદદથી વર્નિયરને એવી રીતે ગોઠવો જેથી વર્નિયરનો શૂન્ય નળીમાં પારાની બહિર્ગોળ મેનીસ્કસને અડકે. આપણી દૃષ્ટિને મેનીસ્કસના લેવલમાં રાખવી. (આકૃતિ P 8.3)
6. મુખ્ય સ્કેલ અને વર્નિયર પર અવલોકન નોંધો.
7. થર્મોમીટરની મદદથી ઓરડાનું તાપમાન નોંધો.
8. આ પ્રક્રિયાનું બે વાર પુનરાવર્તન કરો અને વાતાવરણનું સરેરાશ દબાણ મેળવો.

અવલોકનો

વર્નિયરનું લઘુત્તમ માપ = ... cm

વર્નિયર માપકમ પર વિભાગની સંખ્યા = ...

મુખ્ય માપકમ પર વિભાગની સંખ્યા = ...

મુખ્ય માપકમનું લઘુત્તમ માપ (1 MSD) = ... cm

વર્નિયર માપકમનું લઘુત્તમ માપ

$$= \frac{1\text{MSD}}{\text{વર્નિયર માપકમ પર વિભાગની સંખ્યા}} = \dots \text{ cm}$$

ઓરડાનું તાપમાન = ... °C

કોષ્ટક P 8.1 : બેરોમીટરમાં પારાના સ્તંભની ઊંચાઈનું માપન

ક્રમ નં.	વર્નિયર માપકમના શૂન્યની નીચે મુખ્ય માપકમ પરનું અવલોકન S (cm)	વર્નિયર માપકમ પરનું અવલોકન n	પારાના સ્તંભની ઊંચાઈ $h = (S + n \times \text{લ.મા.શ.})$
1			
2			
3			

પરિણામ

તારીખ (dd / mm / yy) એ a.m. / p.m. ઓરડાના તાપમાન °C એ માપેલું વાતાવરણનું દબાણ cm Hg., વાતાવરણનું દબાણ = N/m²

સાવચેતીઓ

1. બેરોમીટર એ નાજુક ઉપકરણ હોવાથી તેને સાચવીને વાપરવું.
2. તેને લેબોરેટરીની દીવાલ પર સજ્જડ રીતે લગાવવું, કોઈ પેસેજમાં લગાવવું નહિ.
3. હાથીદાંતની પીન અને વર્નિયર માપપટ્ટી પર પૂરતો પ્રકાશ પડવો જોઈએ.
4. લઘુત્તમ માપ સાચવીને માપવી જોઈએ.
5. સ્કૂ A ને ધીરેથી અને સાચવીને ફેરવવો.

ત્રુટિ ઉદ્ગમો

1. બેરોમીટરની નળીમાં હવાના પરપોટા હોઈ શકે.
2. હાથીદાંતની ટાંકણી બરાબર ગોઠવી ન હોય.
3. ઓરડાનું તાપમાન બદલાયા કરે તેથી અવલોકનો પર અસર પડે છે.

ચર્ચા

1. બેરોમીટરને દીવાલ પર એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી હાથીદાંતની પીન જોઈને સ્કૂ A સહેલાઈથી ગોઠવી શકાય. ઊભા રહેવા અને દ્રષ્ટિના લેવલે વર્નિયર વાચનાંક જોવા યોગ્ય પ્લેટફોર્મનો ઉપયોગ કરી શકાય.
2. જ્યારે પણ બેરોમીટર વાપરીએ ત્યારે તેની ગોઠવણી જરૂરી કેમ હોય છે ?

સ્વ મૂલ્યાંકન

1. નીચેની બાબતોની શું અસર હોઈ શકે
 - (a) સલાહ પ્રમાણે હાથીદાંતની પીન ન ગોઠવી હોય ?
 - (b) બેરોમીટરને ઉર્ધ્વ રાખવાને બદલે સહેજ ત્રાંસુ રાખ્યું હોય ?
 - (c) પીન P અને માપપટ્ટી S ને આંખના લેવલ પર ન જોયું હોય ?
2. પારાની જગ્યાએ પાણી વાપરીએ તો શું તકલીફો પડી શકે ?

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

1. શાળા સમય દરમિયાન જુદા જુદા સમયે બેરોમીટર અને થર્મોમીટરના અવલોકનો લેવા. એક અઠવાડિયા દરમિયાન વાતાવરણના દબાણમાં થતા ફેરફારનો અભ્યાસ કરો.
2. એક મહિનાના વાતાવરણના દબાણ અને ભેજ (છાપામાં આપ્યું હોય તે)નો આલેખ દોરો. શું આપણે ભેજના પ્રમાણને વાતાવરણના દબાણ સાથે સંબંધિત કરી શકીએ ?

પરિયોજના 9

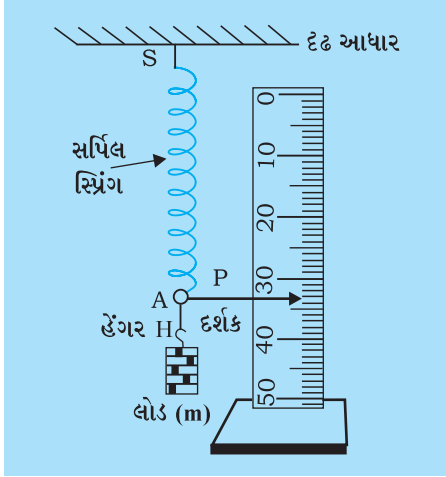
હેતુ

સર્પિલ (helical) સ્પ્રિંગ નીચે લટકાવેલા વજન વિરુદ્ધ લંબાઈમાં થતા વધારાનો આલેખ દોરવો અને તે આલેખ પરથી સ્પ્રિંગ અચળાંકનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

નીચેના છેડે દર્શક અને હેંગર લટકાવવા માટે રીંગ/હુક હોય તેવી સર્પિલ સ્પ્રિંગ, એક દૃઢ આધાર/ક્લેમ્પવાળું સ્ટેન્ડ, હેંગર લટકાવાય તેવા ખાંચાવાળા પાંચ-છ વજન (જ્ઞાત મુલ્ય), મીટરપટ્ટી.

સિદ્ધાંત



આકૃતિ P 9.1 : લોડના કારણે સર્પિલ સ્પ્રિંગની લંબાઈના વધારાનું માપન

જ્યારે કોઈ પદાર્થ પર બાહ્યબળ લગાડવામાં આવે ત્યારે તેના આકારમાં ફેરફાર થાય અથવા તેમાં વિરુપણ ઉત્પન્ન થાય છે. બાહ્યબળ જેટલાં જ મુલ્યનું અને બાહ્યબળને વિરોધ કરતું પુનઃસ્થાપક બળ તે પદાર્થમાં ઉદ્ભવે છે. બાહ્ય બળ હટાવતા પદાર્થ તેનો મુળ આકાર પાછો મેળવે છે.

લંબાઈમાં (અથવા આકારમાં અથવા પરિમાણમાં) નાના ફેરફારો માટે, સ્થિતિસ્થાપકતાના હદની અંદર, આ વધારો લાગુ પાડેલ બળના સમપ્રમાણમાં હોય છે. (હુકનો નિયમ).

હુકના નિયમ પ્રમાણે, સ્પ્રિંગનો સ્પ્રિંગઅચળાંક (અથવા બળ અચળાંક) નીચે મુજબ આપી શકાય.

$$\text{સ્પ્રિંગઅચળાંક, } K = \frac{\text{પ્રતિબળ, } F}{\text{લંબાઈમાં વધારો, } x}$$

માટે, સ્પ્રિંગઅચળાંક એ સ્પ્રિંગની લંબાઈમાં દર એકમ વધારા પર ઉદ્ભવતું પુનઃસ્થાપક બળ છે. તેનું મુલ્ય સ્પ્રિંગના સ્થિતિસ્થાપક ગુણધર્મો પરથી નક્કી કરી શકાય છે. દૃઢ આધાર (દીવાલ પર જડેલા ખીલા) પર લટકાવેલ સ્પ્રિંગના મુક્ત છેડા પર જ્ઞાત વજન (Load) લટકાવવામાં આવે છે. ખાંચાવાળો વજન હેંગર પર મુક્તા સ્પ્રિંગની લંબાઈમાં વધારો થાય છે. જુદા જુદા વજનીયાં (ખાંચાવાળા દ્રવ્યમાન) લટકાવી જુદા જુદા બળ લાગુ પાડતા થતા

લંબાઈના વધારાને નોંધવામાં આવે છે. તેના પરથી લોડ-લંબાઈના વધારાનો આલેખ દોરી તે પરથી સ્પ્રિંગઅચળાંક મેળવી શકાય છે.

પદ્ધતિ

1. જેના નીચેના મુક્ત છેડા A પર દર્શક (Pointer) P હોય તેવી સર્પિલ સ્પ્રિંગ SAને દૃઢ આધાર પર આકૃતિ P 9.1 માં દર્શાવ્યા મુજબ લટકાવો.
2. મીટરપટ્ટીને સ્પ્રિંગની નજીક ઉર્ધ્વ ગોઠવો. ધ્યાન રાખો કે દર્શક માપપટ્ટીને અડક્યા વગર મુક્ત રીતે ફરી શકે અને દર્શકનો છેડો માપપટ્ટીના અંકનની સામે જ હોય.
3. મીટરપટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ શોધો. મોટાભાગે તે 0.1 cm અથવા 1 mm હોય છે.
4. હુક પર કોઈ પણ વજન મુક્યા વગર દર્શકનું પ્રારંભિક સ્થાન માપપટ્ટી પર નોંધો.
5. સર્પિલ સ્પ્રિંગના મુક્ત છેડા A પર જ્ઞાત વજનવાળુ (દા.ત. 20 g) હેંગર H લટકાવો અને દર્શક P નું મીટર પટ્ટી પર સ્થાન નોંધો.
6. ખાંચાવાળું વજન હેંગરમાં ધીરેથી મુકો. લોડ દોલન કરતું બંધ થાય ત્યાં સુધી રાહ જુઓ. જેથી સંતુલિત (સ્થિર) સ્થિતિ મેળવી શકાય. જરૂર પડે તો જાતે પણ રોકી શકાય. દર્શક P નું મીટર પટ્ટી પર સ્થાન નોંધો કોષ્ટકમાં અવલોકનો યોગ્ય એકમો અને સાર્થક સંખ્યા સાથે નોંધો.
7. હેંગરમાં બીજો એક ખાંચાવાળું વજન મુકો અને પદ 6 નું પુનરાવર્તન કરો.
8. આવી જ રીતે હેંગરમાં જુદા જુદા વજન મુકતા જાઓ અને પદ 6 નું પુનરાવર્તન કરતા જાઓ દરેક વખતે મીટરપટ્ટી પર દર્શકનું સ્થાન નોંધો.
9. ખાંચાવાળું વજન M મુક્યા બાદ લોડ / બળ (F) જ્યાં $F (= mg)$ અને સંલગ્ન લંબાઈમાં થતો વધારો ગણો. અહીં g એ જ્યાં પ્રયોગ કરતાં હોઈએ તે જગ્યાનો ગુરુત્વપ્રવેગ છે.
10. લાગુ પાડેલ બળ F ને x-અક્ષ પર અને અનુરૂપ લંબાઈના વધારા x ને y-અક્ષ પર લઈને આલેખ દોરો. તમે દોરેલા આલેખના વક્રનો આકાર કેવો હશે ?
11. જો તમને F-xનો આલેખ સુરેખ મળે તો તેનો ઢાળ (F/x) શોધો. આ સુરેખ આલેખના ઢાળ પરથી સર્પિલ (helical) સ્પ્રિંગનો બળ અચળાંક શોધો.

અવલોકનો

મીટરપટ્ટીનું લઘુત્તમ માપ = ... mm

= ... cm

હેંગરનું દ્રવ્યમાન = ... g

કોષ્ટક P 9.1 : સર્પિલ સ્પ્રિંગના સ્પ્રિંગઅચળાંકની ગણતરી

ક્રમાંક	સ્પ્રિંગ નીચે લટકાવેલ દ્રવ્યમાન m	બળ $F = mg$	દર્શકનું સ્થાન	લંબાઈમાં વધારો x	સ્પ્રિંગ અચળાંક $K = \frac{F}{x}$
	(10^{-3} kg)	(N)	(cm)	(10^{-2} m)	(Nm $^{-1}$)
1	0				
2	20				
3	.				
4	.				
5	.				
6	.				
.	.				
.	.				
.	.				
.	.				

સરેરાશ સ્પ્રિંગઅચળાંક $K = \dots \text{ N / m}$

સર્પિલ સ્પ્રિંગ માટે લોડ \rightarrow લંબાઈમાં વધારાનો આલેખ દોરવો.

બળ F ને x -અક્ષ પર અને લંબાઈના વધારાને y -અક્ષ પર લો. F અને x ને યોગ્ય માપ વડે દર્શાવો. આકૃતિ P 9.2માં દર્શાવ્યા મુજબ F વિરુદ્ધ x નો આલેખ દોરો. લોડ \rightarrow લંબાઈના વધારાના આલેખનો આકાર ઓળખો.

ગણતરી

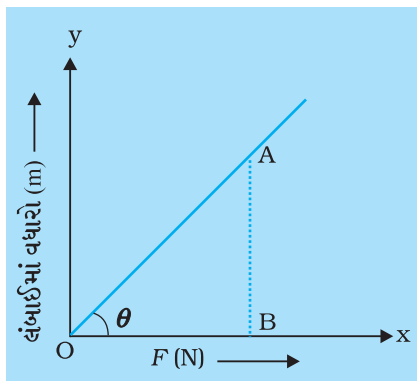
આકૃતિ P 9.2માં દર્શાવેલા લોડ-લંબાઈના વધારાના આલેખમાં રેખા OA પર થોડાક દુર એવા

બે બિંદુ O અને A લો. બિંદુ A પરથી x -અક્ષ પર લંબ AB દોરો. આલેખ પરથી,

$$\text{સુરેખ આલેખનો ઢાળ} = \tan \theta = \frac{AB}{OB} = \frac{x}{F}$$

$$\text{સ્પ્રિંગઅચળાંક } K = \frac{F}{x} = \frac{1}{\text{ઢાળ}}$$

$$K = \frac{OB}{AB} = \frac{F_B - F_O}{x_A - x_B} = \dots \text{ Nm}^{-1}$$



આકૃતિ P 9.2 : સર્પિલ સ્પ્રિંગ માટે લોડ-લંબાઈના વધારાનો આલેખ

જ્યાં x_A અને x_B એ બિંદુ A અને B આગળ અનુરૂપ લંબાઈના વધારા છે અને F_B અને F_O એ બિંદુ B અને O આગળ લોડ છે.

પરિણામ

સર્પિલ સ્પ્રિંગનો સ્પ્રિંગઅચળાંક = ... Nm⁻¹

સાવચેતીઓ

1. સ્પ્રિંગને દૃઢ આધાર પરથી એવી રીતે લટકાવવી કે જેથી તે ઉર્ધ્વ રહે અને મુક્ત રહે.
2. સ્પ્રિંગની સ્થિતિસ્થાપકતાની હદને ધ્યાનમાં રાખી ખાંચાવાળા વજન પસંદ કરવા.
3. ખાંચાવાળા વજન હેંગરમાં મુક્યા પછી અને કાઢ્યા પછી દર્શકનું મીટર પટ્ટી પર સ્થાન નોંધતાં પહેલાં થોડીવાર રાહ જુઓ કારણ કે સ્પ્રિંગને સંતુલિત અવસ્થામાં આવતાં થોડો સમય લાગે છે.

ત્રુટિના ઉદ્ગમો

1. જો આધાર દૃઢ ન હોય તો તેના લચકને કારણે થોડી ત્રુટિ આવી શકે.
2. ખાંચાવાળા વજન પ્રમાણિત વજન ન પણ હોય.

ચર્ચા

1. સર્પિલ સ્પ્રિંગને લોડ (અથવા ખાંચાવાળા દ્રવ્યમાન) સાથે લટકાવવા માટે દૃઢ આધાર હોવું જરૂરી છે. ખાંચાવાળા વજન પર અંકન કર્યા પ્રમાણેનું ચોક્કસ વજન ન પણ હોય. આધારના લચક અને ખાંચાવાળા વજનના અચોક્કસ મુલ્યને કારણે થોડી ત્રુટિ થવાની સંભાવના હોય છે.
2. જવાબની ચોક્કસાઈનો મુખ્ય આધાર સ્થિતિસ્થાપકતાના હદની અંદર બળ (લોડ) વડે થતા લંબાઈના વધારાના માપન પર હોય છે. વિશેષ કાળજી પૂર્વક ખાંચાવાળા વજનને હેંગરમાં સાચવીને મુકવું કારણ કે સર્પિલ સ્પ્રિંગને નવી સમતોલન સ્થિતિ મેળવવામાં વધુ સમય લાગે છે.
3. જો સ્થિતિસ્થાપકતાની હદથી થોડુંક બહાર જતું રહેવાય તો સ્પ્રિંગમાં અને તમારા પરિણામમાં શું ફેરફારોની અપેક્ષા રાખો છો ?

સ્વ-મુલ્યાંકન

1. સમાન દ્રવ્યની બનેલી સ્પ્રિંગ A (જાડા તારવાળી) અને સ્પ્રિંગ B (પાતળા તારવાળી)માં હેંગરમાં સમાન વજન મુકી દૃઢ આધાર પરથી લટકાવવામાં આવે તો કોનો સ્પ્રિંગઅચળાંક વધુ આવે ?
2. સ્પ્રિંગઅચળાંક K અને દળ M_s ધરાવતી નરમ ભારે સ્પ્રિંગ પોતાના જ વજન હેઠળ લંબાઈમાં વધારો મેળવે છે. જો આ સ્પ્રિંગના નીચે દળ M લટકાવવામાં આવે તો તે

સ્પ્રિંગની લંબાઈના વધારા માટે તમે દ્રવ્યમાન સુધારા ગુણાંક શું સૂચવશો ?

[Hint : M_s દળવાળી સ્પ્રિંગના નીચેના છેડે M દળ લટકાવતા તેની લંબાઈમાં થતો

વધારો X_m નીચે મુજબ થાય. $X_m = \frac{F}{K} = \left(M + \frac{M_s}{2} \right) \left(\frac{g}{K} \right)$]

3. બીજા કયા પરિબલો સ્પ્રિંગઅચળાંક પર અસર કરે ? જેવા કે લંબાઈ.

સૂચવેલ વધારાના પ્રયોગો / પ્રવૃત્તિઓ

1. સમાન પદાર્થની બનેલી પણ તારના જુદા જુદા વ્યાસવાળી સ્પ્રિંગ લેતા બળ અચળાંકમાં કેવા ફેરફારો આવે છે તે નોંધો.
2. સમાન વ્યાસવાળા તારની પણ જુદા જુદા દ્રવ્યની બનેલી સ્પ્રિંગોનો સ્પ્રિંગ અચળાંકમાં શું ફેરફારો આવે તે નોંધો. તમારા પરિણામ પરથી શું અનુમાન કાઢશો ?

હેતુ

વિકિરણના ઉત્સર્જન અને શોષણ પર સપાટીની પ્રકૃતિની અસરનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

થર્મોમીટર મુકવા માટેનું કાણું ધરાવતા લાકડાના ઢાંકણવાળા બે સમાન કેલોરીમીટર, બે થર્મોમીટર, થર્મોમીટરને પકડી રાખવા ક્લેમ્પ (Clamp)વાળા બે સ્ટેન્ડ, એક કેલોરીમીટરને કાળો પડ ચઢાવવા અને બીજા કેલોરીમીટરને ચળકતો સફેદ પડ ચઢાવવા માટેની વ્યવસ્થા, સ્ટોપ કલોક (stop clock), બરફ

સિદ્ધાંત

કાળી સપાટી એ ઉષ્મીય વિકિરણની સારો ઉત્સર્જક અને સારો શોષક છે. ચળકતી સપાટી એ ઉષ્મીય વિકિરણની ઓછા પ્રમાણમાં ઉત્સર્જન અને શોષણ કરે છે.

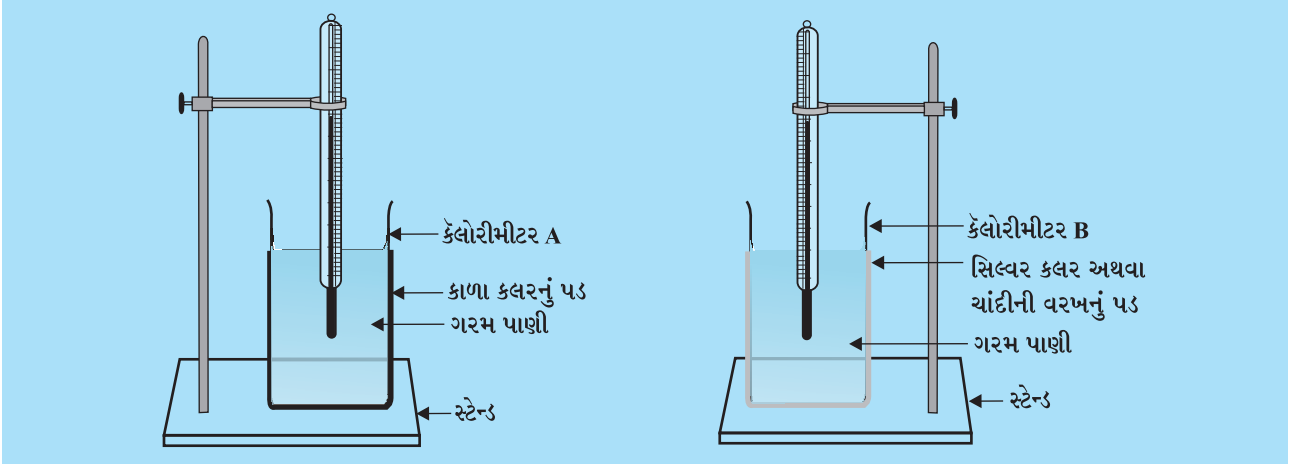
પદ્ધતિ

A. વિકિરણના ઉત્સર્જન માટે

1. બંને થર્મોમીટરનું લઘુત્તમ માપ અને અવધિ નોંધો.
2. ઓરડાનું તાપમાન નોંધો.
3. આકૃતિ P 10.1 (a)માં બતાવ્યા મુજબ એક કેલોરીમીટર પર કાળો કલર અથવા લેમ્પ (Lamp) બ્લેક કલર કરવો. આકૃતિ P 10.1 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે બીજા કેલોરીમીટર પર એલ્યુમિનિયમ કલર અથવા ચાંદીની ચળકતી વરખ લગાડી સફેદ રંગ કરવો.
4. દરેક કેલોરીમીટરમાં ગરમ પાણી ભરવું અને દરેકમાં થર્મોમીટર મુકવું. બંને કેલોરીમીટરને એકબીજાથી 30 cm જેટલું દૂર મુકવું.
5. સ્ટોપ કલોક ચાલુ કરવી અને બંનેની વચ્ચે મુકવી.
6. પ્રથમ 10 મિનિટ દરમિયાન દર અડધી મિનિટે બંને કેલોરીમીટરનું તાપમાન નોંધવું. અને પછીના 10 મિનિટ દરમિયાન દર 1 મિનિટે તાપમાન નોંધવું.

B. વિકિરણના શોષણ માટે

1. ઉપરની પ્રવૃત્તિ (A)માં વપરાયેલ બંને કેલોરીમીટરનો ઉપયોગ કરવો.
2. રેફ્રીજરેટરમાંથી લીધેલું ઠંડુપાણી અથવા નળના પાણીમાં બરફ નાખી ઠંડુ કરેલ પાણી બંને કેલોરીમીટરમાં ભરવું.
3. કેલોરીમીટરોમાં થર્મોમીટરો મુકો. બંને કેલોરીમીટરને વીજહીટરની સામે મુકો, જેથી



આકૃતિ P 10.1 (a) : કાળી સપાટી પરથી ઊષ્મીય વિકિરણના ઉત્સર્જનનો અભ્યાસ કરવાનું પ્રાયોગિક ગોઠવણ

આકૃતિ P 10.1 (b) : ચળકતી સપાટી પરથી ઊષ્મીય વિકિરણના ઉત્સર્જનનો અભ્યાસ કરવાની પ્રાયોગિક ગોઠવણ

તે બંનેને સમાન ઉષ્મા મળે. જો બારીમાંથી સારો સૂર્યપ્રકાશ આવતો હોય તો વૈકલ્પિક રીતે સૂર્યપ્રકાશમાં મૂકી શકાય.

4. પ્રવૃત્તિ (A) મુજબ સ્ટોપ ક્લોકની મદદથી તાપમાન-સમયની માહિતી લો.

અવલોકનો

1. થર્મોમીટર Aની અવધિ = ... °C
2. થર્મોમીટર Aનું લઘુત્તમ માપ = ... °C
3. થર્મોમીટર Bની અવધિ = ... °C
4. થર્મોમીટર Bનું લઘુત્તમ માપ = ... °C

કોષ્ટક P 10.1 (a) : વિકિરણના ઉત્સર્જન માટે

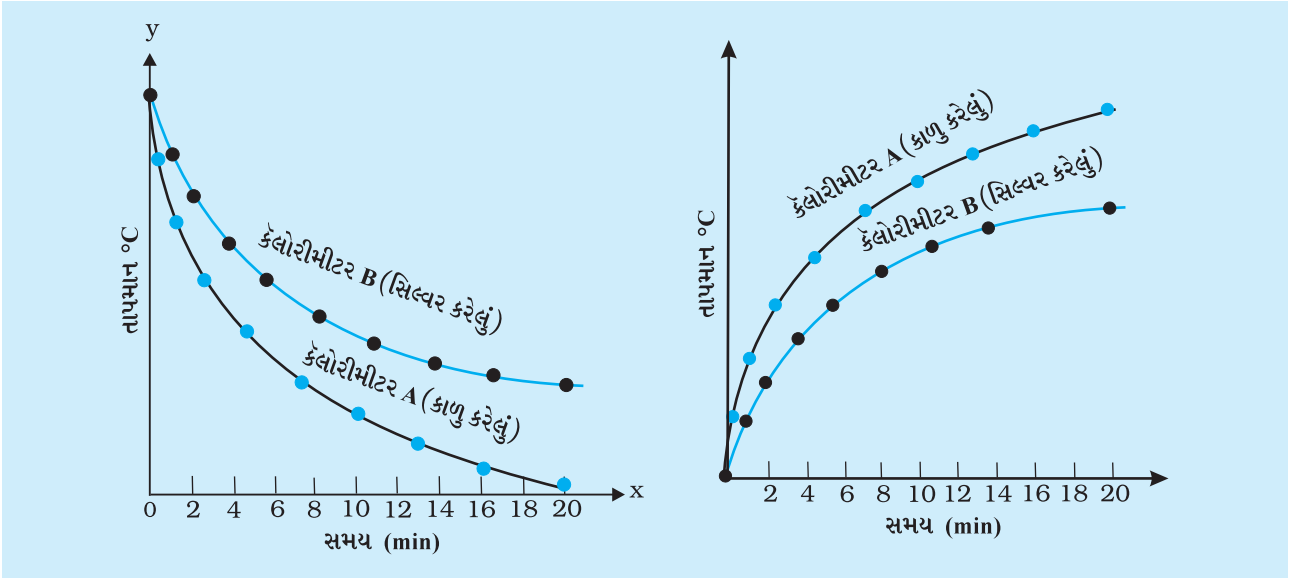
ક્રમાંક	કાળા કલરનો કેલોરીમીટર		સફેદ કલરનો કેલોરીમીટર	
	સમય (t) (minute)	પાણીનું તાપમાન (°C)	સમય (t) (minute)	પાણીનું તાપમાન (°C)
1				
2				
3				

કોષ્ટક P 10.1 (b) : વિકિરણના શોષણ માટે

ક્રમાંક	કાળા કલરનો કેલોરીમીટર		સફેદ કલરનો કેલોરીમીટર	
	સમય (t) (minute)	પાણીનું તાપમાન (°C)	સમય (t) (minute)	પાણીનું તાપમાન (°C)
1				
2				
3				

આલેખ

આકૃતિ P 10.2 (a) અને (b) માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે, બંને કેલોરીમીટર માટે અને બંને-ઉત્સર્જન અને શોષણ માટે, સમય (x-અક્ષ પર) અને તાપમાન (y-અક્ષ પર)નો આલેખ દોરો.



આકૃતિ P 10.2 (a) : ઉષ્મીય વિકિરણના ઉત્સર્જન માટે તાપમાન વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ

આકૃતિ P 10.2 (b) : ઉષ્મીય વિકિરણના શોષણ માટે તાપમાન વિરુદ્ધ સમયનો આલેખ

તારણ

- સમાન તાપમાન અવધિમાં પ્રવૃત્તિ (A)ના બંને કિસ્સામાં મળતા ઠારણના દરની સરખામણી કરો. (કાળા/સફેદ) રંગવાળા કેલોરીમીટર ઉષ્માનો વધુ સારો ઉત્સર્જક છે.
- પ્રવૃત્તિ (B) માં બંને કેલોરીમીટરના તાપમાનનો વધારો સરખાવો. એવું જોવા મળે છે કે કેલોરીમીટર એ વિકિરણનો વધુ સારો શોષક છે.

ત્રુટિના ઉદ્ગમો

- સંપૂર્ણ કાળી અથવા સંપૂર્ણ ચળકતી સપાટી ન પણ મળે.
- પ્રવૃત્તિ દરમિયાન આસપાસના તાપમાનમાં ફેરફારો પણ આવે.

પરિયોજના 11

હેતુ

0.2 લોલકની મદદથી ઊર્જાના સંરક્ષણનો અભ્યાસ કરવો.

સાધનો અને જરૂરી સામગ્રી

હુક ધરાવતો એક ભારે ગોળો, દોરી, મીટરપટ્ટી, એક ખીંટી (પેન્સીલ અથવા 15 cm વાળી માપપટ્ટી), એક દૃઢ આધાર અને કલેમ્પવાળું સ્ટેન્ડ.

સિદ્ધાંત

નાના સ્થાનાંતર (15° કરતા ઓછા) માટે l લંબાઈ અને m દ્રવ્યમાનવાળો સાદો લોલક પુનઃસ્થાપક બળ $F = -mg \sin \theta$ ની અસર હેઠળ દોલનો કરે છે.

$$\text{અહીં } \sin \theta = \theta = \frac{x}{l}$$

$$\text{બળઅચળાંક } k = \frac{mg}{l}$$

$$\text{અને મહત્તમ ગતિ ઊર્જા } KE = \frac{1}{2}kx^2$$

વર્ણન

ખીંટી P વડે, કોઈ પણ બિંદુએ, સાદા લોલકના દોલનોને બે ભાગમાં મર્યાદિત કરીએ તો તે રચના દ્વિલંબાઈવાળું લોલક બને. ગતિના પ્રથમ અર્ધભાગ દરમિયાન m દ્રવ્યમાનવાળા ગોળા માટે સ્થાન A આગળ લંબાઈ l_1 અને સ્થાનાંતર x_1 થાય અને પછીના અડધા ભાગ દરમિયાન તેની લંબાઈ l_2 અને સ્થાનાંતર x_2 થાય. સ્થાન B પર m દ્રવ્યમાનવાળા ગોળાની ગતિઊર્જા સમાન થાય. તેથી, ઊર્જા સંરક્ષણ પ્રમાણે,

$$\frac{1}{2}k_1x_1^2 = \frac{1}{2}k_2x_2^2$$

$$\text{અથવા } \frac{l_1}{l_2} = \frac{x_1^2}{x_2^2}$$

(P 11.1)

આ સંબંધ (સમીકરણ (P 11.1)) ખીંટી Pના જુદા જુદા સ્થાનો માટે ચકાસી શકાય.