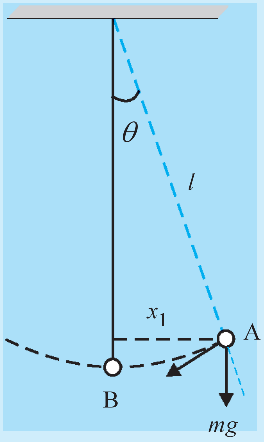
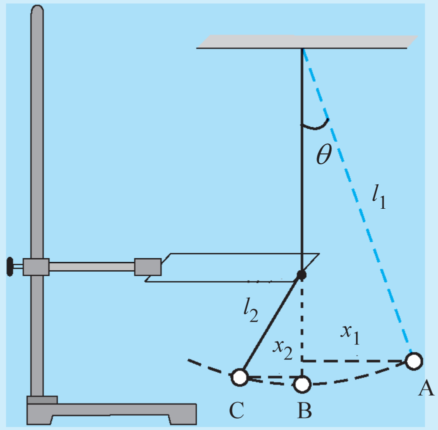


આકૃતિ P 11.1 : સાદુ લોલક



આકૃતિ P 11.2 : દ્વિ-લંબાઈ લોલક

પદ્ધતિ

1. ભારે ગોળાનો ઉપયોગ કરી એક સાદુ લોલક બનાવો. ગોળાને A સ્થાનેથી હળવેથી છોડો અને મીટરપટ્ટી વડે મહત્તમ સ્થાનાંતર x_1 માપો. (આકૃતિ P 11.1).
2. ક્લેમ્પ સ્ટેન્ડ પર સમક્ષિતિજ રહે તેવી રીતે એક ખીંટી P (એક પેન્સીલ અથવા 15 cm વાળી માપપટ્ટી) લગાવો અને તેને દોલન કરતા લોલકની દોરીના સંપર્કમાં લાવો. જ્યારે દોરી ઉર્ધ્વ હોય એટલે કે લોલક મધ્યમાન સ્થાને હોય ત્યારે ખીંટી લોલકની ગતિમાં અવરોધ કરે તેવું હોવું જોઈએ. (આકૃતિ P 11.2).
3. ખીંટી પર અટક્યા પછીના દોલનના ભાગ માટે લોલકની અસરકારક લંબાઈ ઘટી જાય છે. (આકૃતિ P 11.2).
4. જ્યારે ગોળો બિંદુ C એ પહોંચે ત્યારનું મહત્તમ સ્થાનાંતર x_2 મીટર માપપટ્ટી વડે માપો.
5. ખીંટી Pના જુદા જુદા સ્થાનો માટે પદ 2થી 4નું પુનરાવર્તન કરો.
6. આ અવલોકનોને કોષ્ટકમાં નોંધો અને દરેક કિસ્સામાં $\frac{l_1}{l_2}$ અને $\frac{x_1^2}{x_2^2}$ ગણો.
7. સમાનતા $\frac{l_1}{l_2} = \frac{x_1^2}{x_2^2}$ સ્થાપો.

અવલોકનો અને ગણતરીઓ

સાદા લોલકની લંબાઈ l = ... cm

ક્રમાંક	ગોળાનું સ્થાનાંતર		લોલકની લંબાઈ		$\frac{l_1}{l_2}$	$\frac{x_1^2}{x_2^2}$
	સ્થાન A પર x_1 (cm)	સ્થાન B પર x_2 (cm)	સ્થાન A પર l_1 (cm)	સ્થાન B પર l_2 (cm)		
1						
2						
3						
4						

પરિણામ

ઊર્જાના સંરક્ષણ મુજબના આધાર પર $\frac{l_1}{l_2} = \frac{x_1^2}{x_2^2}$ સાચું છે તેમ કહી શકાય.

નિદર્શનો
DEMONSTRATIONS

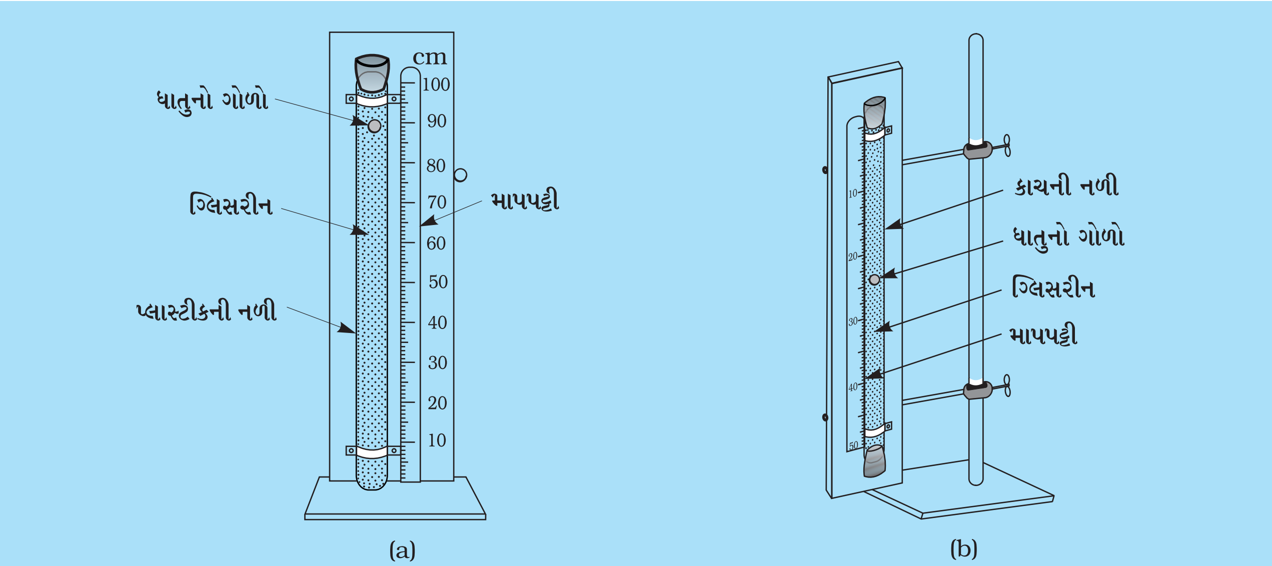
નિદર્શન 1

સુરેખ પથ પર નિયમિત (અચળવેગી) ગતિનું નિદર્શન

ઘર્ષણબળ સહજ હોવાથી મુક્તપણે ગતિ કરતા પદાર્થની નિયમિત ગતિનું નિદર્શન કરવું મુશ્કેલ હોય છે. પણ જ્યારે પદાર્થ પર લાગતા બળોને સમતોલવામાં આવે તો નિયમિત ગતિનું નિદર્શન શક્ય બને છે.

(a) ગ્લિસરીન અથવા દિવેલ ભર્યું હોય તેવી કાચની અથવા પ્લાસ્ટીકની નળીમાં પદાર્થની નિયમિત ગતિનું નિદર્શન

આશરે 10 mm ધારનો વ્યાસ અને 1 m લંબાઈ ધરાવતી કાચની અથવા પ્લાસ્ટીકની નળી લો. તેને એક છેડા પર બૂચ લગાવી બંધ કરો. તેમાં ઉપરની ધાર સુધી ગ્લિસરીન અથવા દિવેલ ભરી દો. આ નળીમાં 3 mm વ્યાસ ધરાવતો સ્ટીલનો ગોળો અથવા બીડનો છરો દાખલ કરો અને નળીને બૂચ મારો જેથી હવાનો કોઈ પરપોટો રહી ન જાય. 7.5 થી 10 cm પહોળાઈ ધરાવતી અને ખૂણા પર ધાતુના ટેકા ધરાવતા લાકડાની બેઠક (આધારતલ - Base) લો. લાકડાના આ પાટીયાને સફેદ રંગ કરવો અથવા તેના પર સફેદ કાગળ ચોંટાડવો. આ લાકડાના પાટિયા પર ધાતુના ટેકાની મદદથી નળી ગોઠવવી. ફ્લોરેસેન્ટ (flourescent) નળીના તલને મૂકીએ તે રીતે પાટીયા પર કાળી અથવા ભુરા રંગ અથવા શાહીથી 10 cm સમાન અંતરે કાપા કરવા. (આકૃતિ D 1.1 (a)).



આકૃતિ D 1.1 : બે સમતોલીય બળની અસર હેઠળ ગોળાનું નિયમિત સુરેખીય ગતિનું નિદર્શન (a) 1 m લાંબું નિદર્શનનું સાધન (b) 50 cm લાંબું ઓછા ખર્ચવાળું સાધન

નિયમિત ગતિનું નિદર્શન કરવા માટે આ નળીને ઉર્ધ્વ રાખો. દર 10 cmના અંતરને કાપતા કેટલો સમય લાગે છે તે નોંધવાનું વિદ્યાર્થીને કહો. નળીને વારંવાર ઊંધી કરીને આ પ્રયોગનું પુનરાવર્તન કરો. જો 10 cm વાળા ભાગને 1 અથવા 2 cm વાળા ભાગ પાડીએ તો ભારપૂર્વક કહી શકાય કે દરેક ક્રમિક ભાગનું અંતર કાપવા સમાન સમય લાગે.

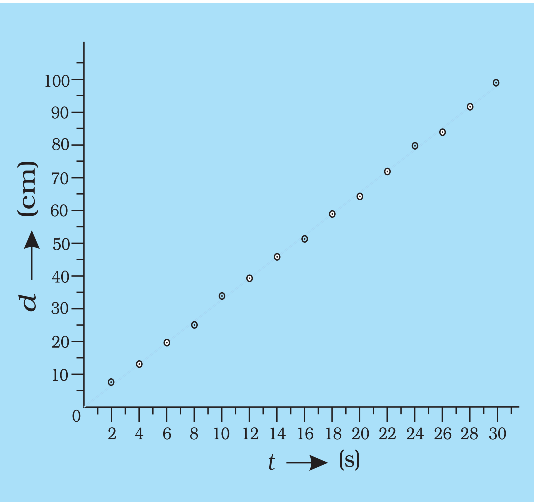
આ નિદર્શન અડધા મીટર લાંબી કાચની નળી અને અડધા મીટરની માપપટ્ટીથી પણ થઈ શકે. તેને ઉર્ધ્વ રીતે લેબોરેટરી સ્ટેન્ડ પર જડી શકાય. (આકૃતિ D 1.1 (b)). અહીં વિદ્યાર્થીને ગોળાનો 1 cm અંતર કાપતા લાગતો સમય શોધવાનું કહેવાય.

નળીને સહેજ આશરે 5° ઢોળાવ આપવો જેટલો. તેના ફાયદાઓ નીચે મુજબ છે.

(i) ગોળો માપપટ્ટીની નજીક ગતિ કરે તેથી તેના સ્થાનનું અવલોકન કરતા આવતી દૃષ્ટિસ્થાન ભેદની (Parallex) ત્રુટિમાં ઘટાડો થાય.

(ii) નળીની દીવાલના સંપર્કમાં ગતિ કરતા ગોળા માટે સંપૂર્ણ ગતિ દરમિયાન સમાન પરિસ્થિતિ રહે છે. જો તમે ગોળાને નળીના મધ્યમાં એટલે કે તેની અક્ષ પર ગતિ કરાવવા માંગતા હો તો નળીને બહુ ચોક્સાઈથી ઉર્ધ્વ દિશામાં ગોઠવવી પડે.

આ નિદર્શન અડધા મીટરની નળી સાથે વધુ અસરકારક રીતે કરવા માટે વિદ્યાર્થીને એવી પ્રણાલી બનાવવા માટે પ્રોત્સાહિત કરવા કે જેમાં તેઓ ગોળાએ કાપેલું અંતર અને તેના માટે લાગતો સમય તે બંને એક સાથે નોંધી શકે. તેના માટે એક વિદ્યાર્થી નળીની એકદમ પાસે ઊભો રહી, જ્યારે જ્યારે ગોળો ક્રમિક સમાન અંતર પર આવેલ માર્ક પરથી પસાર થાય, ત્યારે ત્યારે તે બીજા વિદ્યાર્થીને ટેબલ પર હાથ ધીમેથી પછાડીને ઇશારો કરે. બીજો વિદ્યાર્થી જ્યારે જ્યારે ટેબલ પર અવાજ આવે ત્યારે ત્યારે સ્ટોપ ક્લૉકમાંનો સમય જોરથી બોલે (સ્ટોપ ક્લૉકને રોક્યા વગર) ત્રીજો વિદ્યાર્થી જ્યારથી માપન શરૂ થાય ત્યારથી સમય અને અંતરના અવલોકનો નોંધતો જાય. વિદ્યાર્થીઓ અંતર-સમયનો આલેખ દોરે અને તેના પ્રકૃતિની ચર્ચા કરે. (આકૃતિ D 1.1 (c)).



***આકૃતિ D 1.1 (c)* : ગ્લિસરીનમાં ધાતુના ગોળાની ગતિ માટે અંતર-સમયનો આલેખ**

આ સંકલિત પ્રવૃત્તિ દરમિયાન જો પ્રથમ વિદ્યાર્થી, ઇશારો કરવાનું ભૂલી જાય તો જોરથી "missed" એમ કહે અને જો ખોટા સમય પર ઈશારો આપ્યો હોય, તો "wrong" એમ કહે.

* આ પ્રયોગમાં, શરૂઆતમાં થોડા સમય માટે ગોળો પ્રવેગિત ગતિ કરે છે અને પછી અંતિમ વેગ u_0 પ્રાપ્ત કરે છે. તેમનો સંબંધ $u = u_0 (1-e^{-t/T})$. કોઈ ચોક્કસ અંતિમ વેગ $u_0 = 3$ cms^{-1}, માટે સમય અચળાંક $T = 0.003$s. આમ, પ્રવેગિત ગતિ માટે સમય ગાળો ખૂબ જ સૂક્ષ્મ હોવાથી, તે માટે કોઈ ચિંતા કરવા જેવું નથી.

જો ક્રમિક અવલોકનો વચ્ચેનો સમયગાળો પૂરતો હોય, તો બે વિદ્યાર્થીઓ પણ આ માહિતી નોંધી શકે.

આમાં બીજો વિદ્યાર્થી ત્રીજા વિદ્યાર્થીનું કામ કરી લે છે. થોડી પ્રેક્ટિસ કરો, ડાબા હાથમાં ઘડિયાળ ગોળાની પાસે રાખી, એક જ વિદ્યાર્થી પણ અવલોકનો લઈ શકે અને આને વ્યક્તિગત પ્રવૃત્તિ તરીકે લઈ શકાય.

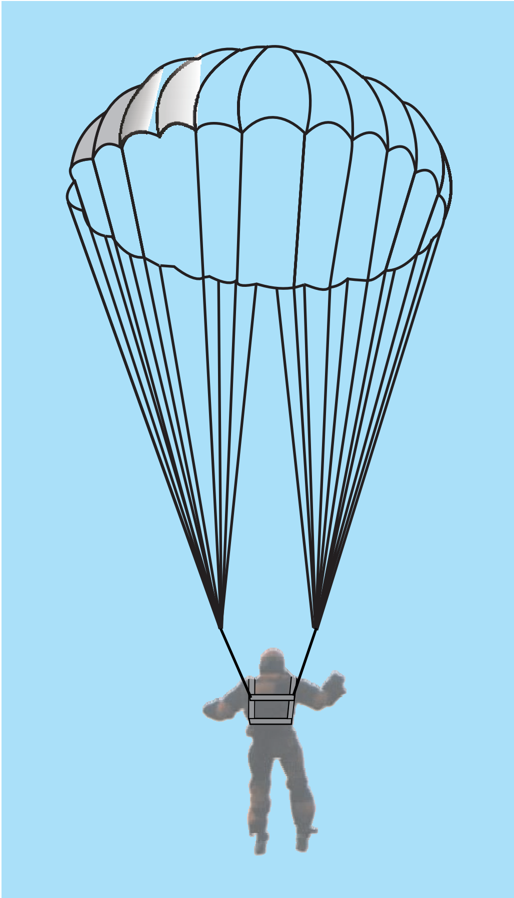
ગ્લિસરીનમાં પૂરતા પ્રમાણમાં પાણી ભેળવીને ગોળાની ગતિ બહુ ધીમી નહિ અને બહુ ઝડપી પણ નહિ તેવી ગોઠવી શકાય. બહુ ધીમી ગતિ કરવાથી વર્ગમાં કંટાળો આવે અને બહુ ઝડપી કરવાથી અવલોકનો નોંધવામાં તકલીફ થાય.

(b) બ્યુરેટ (Burette) વાપરીને

આ નિદર્શન એક લાંબી બ્યુરેટની મદદથી પણ કરી શકાય. તેની પોતાની માપપટ્ટી પણ હોય છે. પણ ક્લાસમાં પાછળ બેઠેલા વિદ્યાર્થીઓને આ જોવામાં મુશ્કેલી નડી શકે. વળી, ઉપરની બાજુ ખુલ્લી હોય છે, એટલે આમાં પણ સમાન વ્યાસવાળા વધુ ગોળા હોવા જોઈએ. જો સમાન કદના અનેક ગોળા ઉપલબ્ધ હોય, તો નિદર્શન (A)માં પણ નળીનો ઉપરનો ભાગ ખુલ્લો રાખી શકાય. જો કે આમાં સૌથી મુશ્કેલ ભાગ પરપોટા રહી ન જાય તે રીતે નળી બંધ કરવાનું છે.
ઉપર ચર્ચા કર્યા મુજબ બ્યુરેટ સાથેનું નિદર્શન પણ વધુ અસરકારક રીતે કરી શકાય.

નોંધ :

1. સ્ટીલના ગોળાના અચળ વેગથી અધોગતિ કરવાના નિદર્શન પછી વર્ગખંડમાં ચર્ચા કરતી વખતે ઊભો થતો એક મહત્ત્વનો પ્રશ્ન – 'કયા બે સમતોલ બળોની અસર હેઠળ તે અચળ વેગથી ગતિ કરે છે ?' એક તો પરિણામી વજન કે જેની અસર હેઠળ તેનો વેગ વધે છે. જેમ જ્યાં સુધી અવરોધક બળ વજનબળને સમતોલે નહિ ત્યાં સુધી વેગના વધારા સાથે ગોળા પર ઉર્ધ્વ દિશામાં લાગતું અવરોધક બળ વધતું જાય છે, પછી ગોળો અંતિમ વેગ મેળવે છે અને તે વેગ લગભગ અચળ રહે છે.
2. ઘણી બધી રોજિંદી પરિસ્થિતિઓમાં જોવા મળે છે કે કોઈ પણ પદાર્થ પ્રવાહીમાં નિયમિત ગતિ કરતા ગોળાની જેમ જ નિયમિત ગતિ કરે છે.
   (a) વિમાનમાંથી પેરેશુટ લઈને કુદેલો માણસ જ્યારે અધોગતિ કરે ત્યારે પેરેશુટ પર લાગતો હવાનો અવરોધક બળ તેના વજનને સમતોલે છે. આ કિસ્સામાં તે અચળ વેગથી નીચે આવે છે. આ કિસ્સામાં હવાની સમક્ષિતિજ ડ્રીફ્ટને ધ્યાનમાં લેતા નથી. (આકૃતિ D 1.2).
   (b) નાના બાળકો ઘણી વાર પેરાશુટવાળું રમકડું રમતા હોય છે. તેને પહેલા ઉપર ફેંકવામાં આવે છે અને પછી એ નીચે આવે ત્યારે પેરાશુટમાં આવતા પેરા ટ્રુપર જેવી ગતિ કરે છે.
   (c) બેડમિંટન રમવામાં વપરાતું શટલકૉક (Shuttle cock) ઉર્ધ્વ દિશામાં મારવામાં આવે છે, તે જ્યારે નીચે આવે ત્યારે અચળ ગતિએ જ નીચે આવતું જોવા મળે છે. (જો હવા ન હોય તો).



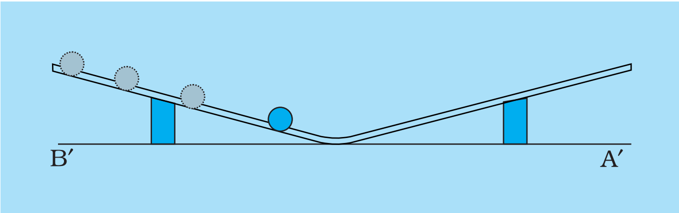
આકૃતિ D 1.2 : પેરેશુટની અધોગતિ લગભગ નિયમિત હોય છે.

3. આ નિદર્શન પ્રવાહીની શ્યાનતા શોધવામાં વપરાતા સાધનની મદદથી સ્ટોક્સના નિયમ વડે પણ કરી શકાય. સુરેખ પથ પર અચળ વેગી ગતિના નિદર્શન સહેલું અને વધુ સારી રીતે થાય તે માટે -
   (a) ગોળાનું સ્થાન નોંધવા માપપટ્ટી વાપરવી.
   (b) નળીને સમક્ષિતિજ બાજુ થોડી ઢળતી રાખવી.

નિદર્શન 2

ઢોળાવવાળા રસ્તા પર દડાની ગતિનું નિદર્શન કરવું.

50 cm લાંબુ અને એક બાજુ પર 2 થી 3 cm ઊંચાઈવાળો ઢોળાવવાળો સમતલ બનાવવો. વૈકલ્પિક રીતે, બમણા ઢોળાવવાળો ટ્રેક લઈ તેના બે છેડા જોડીને એક સમતલ બનાવવીએ. તેના છેડાને 2 cm જેટલી ઓછી ઊંચાઈ આપી સહેજ ઢોળાવ આપવો. આના માટે લાકડાનો બ્લૉક અથવા એક ચોપડી લેવી. (જુઓ આકૃતિ D 2.1). હવે, દર 0.5 સેકન્ડે ધ્વનિ સિગ્નલ ઉત્પન્ન કરે એવું મેટ્રોનોમ (metronome) વાપરો. (મેટ્રોનોમ એટલે એવું સાધન જે આપણે ઇચ્છિએ એ પ્રમાણે અમુક સમય અંતરે ધ્વનિ અથવા ક્લિક અથવા કોઈ પણ ઇચ્છિત અવાજ ઉત્પન્ન કરે). દડાને ઢોળાવના ઉપરના છેડે રાખવો. તેને કોઈ એક સિગ્નલ(0^{th} signal કહીએ) પર મુક્ત કરવો. વિદ્યાર્થીઓને તે દડાનું સ્થાન પહેલા સિગ્નલ, બીજા સિગ્નલ, ત્રીજા સિગ્નલ અને ચોથા સિગ્નલ પર નોંધવાનું કહો. આ માટે ક્લાસના વિદ્યાર્થીઓને ચાર ગ્રુપમાં વહેંચી કાઢો. બ્લેકબોર્ડ પર આકૃતિ દોરી તેઓને અગાઉથી સમજાવી દો કે પહેલું જૂથ પ્રથમ સ્થાન નોંધશે, બીજુ જૂથ બીજુ સ્થાન નોંધશે અને એ જ પ્રમાણે ત્રીજુ અને ચોથું જૂથ તેમનું કામ કરશે.



આકૃતિ D 2.1 : ડબલ ઢોળાવવાળા સમતલ પર ગોળાની ગતિ

નિદર્શન પત્યા પછી દરેક જૂથમાં એકથી વધુ જુદા જુદા અવલોકનો હશે તો દરેક જૂથમાં એક વિદ્યાર્થીને તેના જૂથના બધાંજ અવલોકનો લઈ તેની સરાસરી કરીને બોર્ડ પર લખી દે. જોવા મળશે કે દર અડધી સેકન્ડે દડાએ કાપેલ અંતરનો વધારો સમાન હશે.

નોંધ :

1. મેટ્રોનોમ ન હોય તો, ઘડિયાળનું લોલક અથવા લેબોરેટરીના સ્ટેન્ડ પર લટકાવેલું 25 cm લંબાઈવાળું લોલક, જ્યારે અંતિમ બિંદુ પર આવે ત્યારે કોઈ એક વ્યક્તિએ ટોબલ પર હાથ પછાડવો.
2. જો સ્ટ્રોબ લાઈટ (strobe-light) પ્રાપ્ય હોય તો તેનો ઉપયોગ કરી ઢોળાવ પર ગતિ કરતા ગોળાને પ્રકાશિત કરી શકાય, તો વિદ્યાર્થીઓ જોઈ શકે છે કે સમાન સમયગાળામાં ગોળો ક્રમિક લાંબા અંતરો કાપે છે.

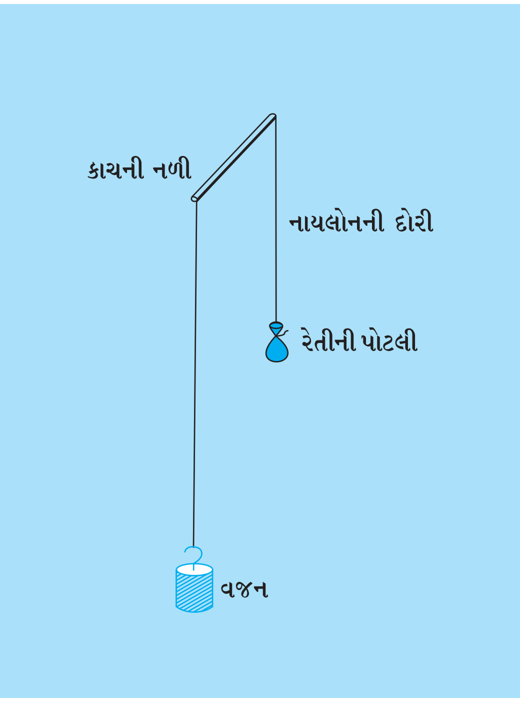
નિદર્શન 3

વર્તુળાકાર પથ પર અચળ વેગથી ગતિ કરવા માટે કેન્દ્રગામી બળ જરૂરી હોય છે અને આ બળનું મૂલ્ય કોણીય વેગના વધારા સાથે વધે છે તેવું નિદર્શન કરવું :

(a) કાચની નળી અને ખાંચાવાળા વજનીયાંના ઉપયોગથી

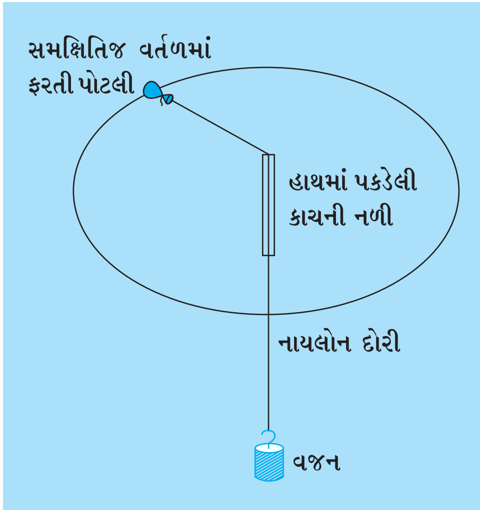
15 cm લાંબી અને 10 mm બાહ્ય વ્યાસ ધરાવતી કાચની નળી લો. જ્યોત પર તેના છેડા ગરમ કરી લીસા બનાવવા. 1.5 m લાંબી રેશમ (silk) અથવા નાયલોન (nylon) ની દોરી નળીમાંથી પસાર કરવી. તે દોરીનો એક છેડા પર રેતીની નાની પોટલી અથવા રબરનું સ્ટોપર બાંધવું. દોરીના બીજા છેડા પર વજન W લટકાવવું. (Wનું વજન રેતીની પોટલી અથવા રબરના સ્ટોપર કરતા 3થી 10 ગણું હોવું જોઈએ.) પહેલા કાચની નળીને ઉઠાવતા વજન જમીન પર રહેશે અને પોટલી હવામાં આવશે. (આકૃતિ D 3.1).

હવે કાચની નળીને એક હાથમાં બરાબર પકડીને બીજા હાથમાં વજન (W) રાખીને રેતીની કોથળીને સમક્ષિતિજ વર્તુળમાં ચાકગતિ કરાવો. જ્યારે કોથળીની ગતિની ઝડપ પૂરતી વધારે થશે ત્યારે વજન (W) ને ટેકો આપવાની જરૂર નહિ પડે અને તે મુક્તપણે લટકશે. ચાકગતિની ઝડપને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી વજન (W) નું સ્થાન અચળ રહે. આ સ્થિતિમાં પોટલી અથવા સ્ટોપરની ચાકગતિ ચાલું રહે તેના માટે જરૂરી કેન્દ્રગામી વજન W આપે છે. (આકૃતિ D 3.2). જો ગતિની ઝડપ વધારીએ તો વજન ઉપર જાય અને ગતિની ઝડપ ઓછી કરીએ તો તે નીચે આવે. શા માટે ?



આકૃતિ D 3.1 : કાચની નળીમાંથી પસાર થતી દોરીના એક છેડે લગાવેલ વજન બીજા છેડે લટકાવેલ રેતીની પોટલી કરતા ઘણું ભારે છે.

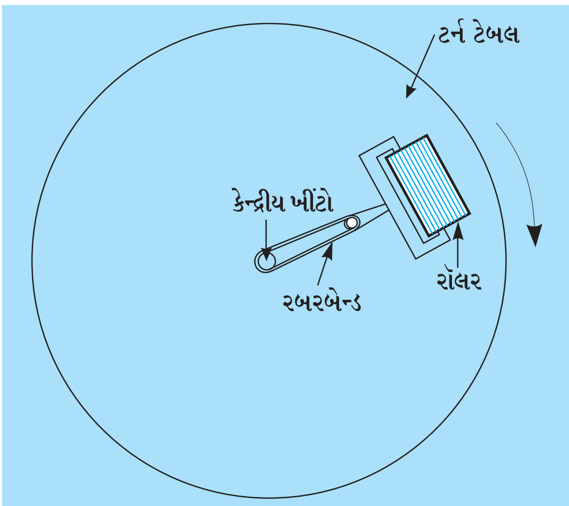
સુરક્ષા ખાતર આપણે રેતીની પોટલી અથવા રબરનું સ્ટોપર વાપરીએ છે કારણ કે જો દોરી તુટે તો આ વસ્તુ કોઈને હાનિ ન પહોંચાડે. બીજું કે કાચની નળીને ટેપથી બેવાર વીંટાળીએ જેથી નિદર્શન દરમિયાન કાચની નળી તુટે તો પકડનારના હાથમાં ઈજા ન થાય.



આકૃતિ D 3.2 : રેતીની પોટલીને અમુક ઝડપથી ફેરવતા વજન ટેબલથી ઉપર આવે છે; તેનું વજન જરૂરી કેન્દ્રવર્તીબળ આપવા સક્ષમ હોય છે.

(b) રોલર અને ટર્નટેબલ (Turntable)નો ઉપયોગ

જો ટર્નટેબલ (ચાકગતિ કરી શકતું વર્તુળાકાર પાટીયું) અથવા કુંભારનો ચાકડો મળતો હોય તો તેને કેન્દ્રગામી બળના નિદર્શન માટે વાપરી શકાય. એક રોલર ટર્નટેબલ પર એવી રીતે મુકવું કે જેથી તેની ફ્રેમ ટર્નટેબલના મધ્ય ખીંટી (Control peg) સાથે રબર બેન્ડ વડે જોડાયેલી હોય. (આકૃતિ D 3.3) રોલર કેન્દ્રથી ત્રિજ્યાવર્તી અંદર યા બહાર રોલ કરી શકે તેવી વ્યવસ્થા ગોઠવી છે. પહેલા ટર્નટેબલને ધીમી ગતિ 16 ભ્રમણ પ્રતિમિનિટથી ચાકગતિ કરાવીએ. રબરનું ખેંચાણ એ ત્રિજ્યાવર્તી રીતે બહારની દિશામાં લાગતું બળ દર્શાવે છે. જેમ ઝડપ વધારીએ જેમકે 33 r.p.m., 45 r.p.m. અથવા 78 r.p.m., (r.p.m. → ભ્રમણ પ્રતિમિનિટ), તેમ રબરમાં ખેચાણ વધે, જે દર્શાવે છે કેન્દ્રગામી બળનું મૂલ્ય વધ્યું છે. નોંધનીય છે કે જેમ કોણીય ઝડપ વધે તેમ રોલરના ગતિપથની ત્રિજ્યા પણ વધે છે. આવું રબર બેન્ડની લંબાઈના વધારાના કારણે થાય છે.

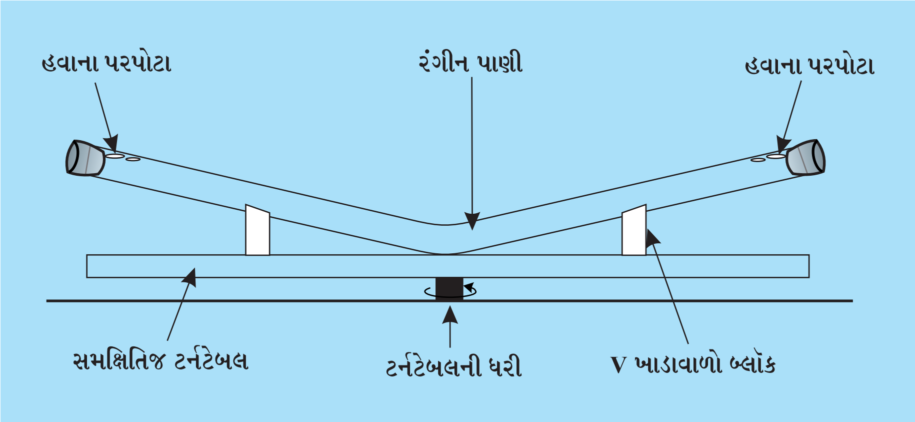


આકૃતિ D 3.3 : રબર બેન્ડની લંબાઈમાં વધારો રોલર પર લાગતું કેન્દ્રવર્તી બળ સૂચવે છે.

નિદર્શન 4

કેન્દ્રત્યાગી સિદ્ધાંતનું નિદર્શન કરવું :

10 થી 15 mm વ્યાસવાળી નળીને વચ્ચેથી વાળવી જેથી આશરે 160° નો ખૂણો બને. તેમાં હવાનો પરપોટો રહે તેવી રીતે રંગીન પાણી ભરો. નળીના બંને છેડા રબરના સ્ટોપરની મદદથી બંધ કરવા. આ નળીના બંને છેડા સમક્ષિતિજ સાથે 10° નો ઢોળાવ બનાવે તેવી રીતે ટર્નટેબલ પર ગોઠવો. ટર્નટેબલ સમક્ષિતિજ રહેવું જોઈએ. નળીનો સૌથી નીચેનો ભાગ ટર્નટેબલના મધ્યમાં આવેલા ખીલા સાથે જોડાય તેવી રીતે ગોઠવવો. (આકૃતિ D 4.1). આ સમયે હવાનો પરપોટો નળીની કોઈ એક અથવા બંને બાજુઓ પર આવી જશે



આકૃતિ D 4.1 : **ટર્નટેબલના મધ્યમાં ખીંટા સાથે મધ્યથી જોડાયેલી વળેલી કાચની નળી જેમાં હવાના પરપોટા સાથે પ્રવાહી ભરેલું હોય**

હવે ટર્નટેબલને ક્રમશઃ વધતા વેગ જેમકે 16 r.p.m, 33 r.p.m, 45 r.p.m. અને પછી 78 r.p.m. એવી રીતે ચાકગતિ કરાવો. જેમ ચાકગતિની ઝડપ વધશે તેમ પરપોટો કેન્દ્ર તરફ એટલે કે નળીના નીચેના ભાગ તરફ ગતિ કરશે.

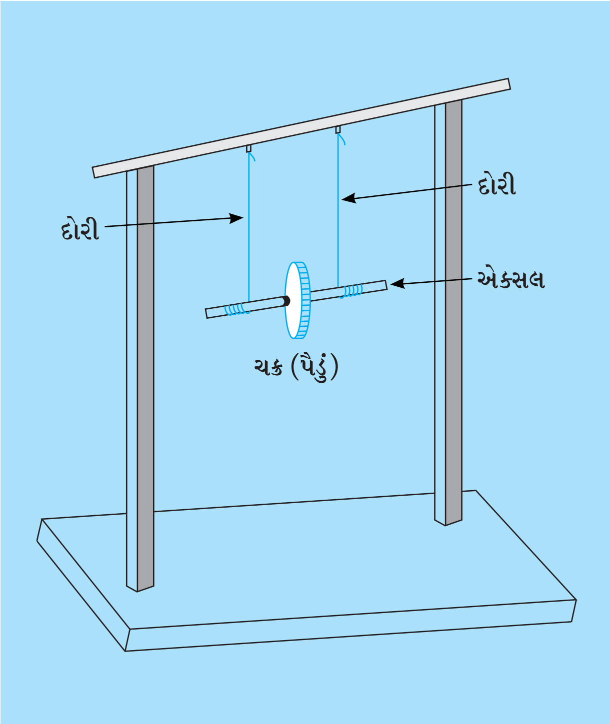
ચાકગતિ કરતું ટર્નટેબલ એ પ્રવેગિત નિદર્શફ્રેમ છે. તેના દરેક બિંદુએ પ્રવેગ કેન્દ્ર તરફ હોય છે. માટે આ નિદર્શ ફ્રેમમાં સ્થિર સ્થિતિમાં રહેલો પદાર્થ બહારની તરફ બળ અનુભવે છે. નળીમાં આપેલા પાણીનો દરેક અણુ આવો બળ અનુભવે છે. આ બળની અસર હેઠળ ભારે પદાર્થ બહારની તરફ ગતિ કરે અને હલકો પદાર્થ અંદર તરફ ગતિ કરે.

નિદર્શન 5

સ્થિતિઊર્જા અને ગતિઊર્જાના આંતરપરિવર્તન (પરસ્પર રૂપાંતરણ)નું નિદર્શન કરવું

આકૃતિ D 5.1માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે મેક્સવેલના ચક્ર વડે ગતિઊર્જા અને સ્થિતિઊર્જાનું આંતરપરિવર્તન વધુ સહેલાઈથી નિદર્શીત કરી શકાય. તેમાં એક લાંબી એક્સેલ (axle - અક્ષ) એક ચક્રના મધ્યમાંથી પસાર થતી હોય તેવી રીતે દૃઢપણે જડી હોય છે. આ ચક્રને તેની બંને બાજુએ એક્સલ સાથે બે સમાન લંબાઈવાળી દોરી વડે લટકાવવામાં આવે છે. સૌથી નીચેના સ્થાને દોરી વચ્ચેનું અંતર થોડું વધારે હોય છે જ્યારે સૌથી ઊંચા સ્થાને (કે જ્યાંથી ચક્રને લટકાવ્યું છે) ત્યાં દોરી વચ્ચેનું અંતર ઓછું હોય છે.

બંને બાજુ અક્ષ પર દોરી વિંટળાઈ જાય તેવી રીતે ચક્રને ભ્રમણ કરાવતા કરાવતા ઉપર લઈ જવામાં આવે છે. જેમ ચક્ર ઉપર જાય તેમ તેને સ્થિતિઊર્જા મળે છે. જ્યારે ચક્રને છોડીએ તો આ સ્થિતિઊર્જા ગતિઊર્જામાં રૂપાંતર થાય છે અને ચક્ર ભ્રમણ કરતું નીચે આવે છે. જ્યારે ચક્ર સૌથી નીચેના સ્થાન પર પહોંચે ત્યારે બંને દોરી ખુલી થાય છે. આ સ્થાને ચક્ર પાસે બધી જ ઊર્જા ગતિઊર્જાના સ્વરૂપમાં હોય છે. તેથી દોરી વિરુદ્ધ દિશામાં વિંટળાવા લાગે છે. એટલે કે ચક્ર પાછું ઉપર જવા લાગે છે. આ ગતિઊર્જાનું સ્થિતિઊર્જામાં રૂપાંતર દર્શાવે છે.



આકૃતિ D 5.1 : મેક્સવેલનું ચક્ર

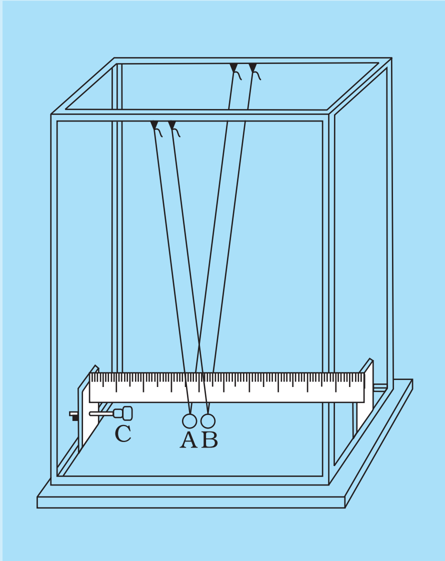
નોંધ : ચક્રના ઉપર અને નીચે ગતિ કરવામાં ઊર્જાનો વ્યય ઓછો રહે તે માટે દોરીઓ સમાન, લવચીક અને અવિસ્તરણીય હોવી જોઈએ.

નિદર્શન 6

વેગમાનના સંરક્ષણનું નિદર્શન કરવું :

સમાન લંબાઈ અને જુદા પદાર્થના ગોળા ધરાવતા બે બાઈફીલર (bifilar) લોલકની મદદથી વેગમાનનું સંરક્ષણ નિદર્શીત કરી શકાય. (આકૃતિ D 6.1). બંને લોલકના આવર્તકાળ સમાન છે. તેમની સ્થિર સ્થિતિમાં બંને લોલકના ગોળા A અને B એકબીજાને અડકે છે. વળી, જે દોરી વડે તેમને લટકાવ્યા છે તે દોરી પરસ્પર સમાંતર છે.

ગોળા A ને લાકડાની પટ્ટીની મદદથી સંદર્ભ ખીલા C ને અડકે તેટલું સ્થાનાંતરિત કરવામાં આવે છે. માપપટ્ટી પર સ્થાનાંતર a નોંધવામાં આવે છે. પટ્ટીને હટાવતા ગોળો A તેના સ્થિર સ્થાન તરફ ગતિ કરવા લાગે છે અને ગોળા B ને અથડાય છે. સંઘાત બાદ બંને ગોળા A અને B નું સ્થાનાંતર અનુક્રમે a' અને b' નોંધવામાં આવે છે. ગોળા B ની જમણી બાજુએ માપપટ્ટી પર એક રાઈડર (rider) મુકવામાં આવે છે. જેમ ગોળો B સ્થાનાંતર b' કરે તેમ તે રાઈડરને ધકેલતો જાય છે. હવે, A નું સીધું અવલોકન અને B માટે રાઈડરનું અવલોકન બંનેના સ્થાનાંતર સહેલાઈથી આપે છે.



આકૃતિ D 6.1 : બાઈફીલર લોલક

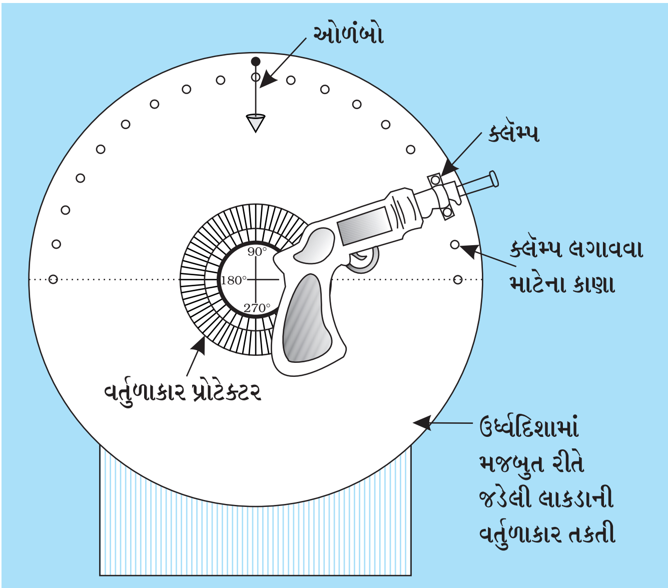
બંને ગોળાના દ્રવ્યમાન m_A અને m_B માપવામાં આવે છે. સંઘાતના પહેલા અને પછી ગોળાઓના વેગ તેમના સ્થાનાંતરના સમપ્રમાણમાં હોય છે. બંને ગોળાનો આવર્તકાળ સમાન હોવાથી, મધ્યમાન સ્થાને તેમનો વેગ = કંપવિસ્તાર $\times \frac{2\pi}{T}$ થાય. એટલે જ સંઘાત પહેલા અને પછીના તેમના વેગમાન સમાન હોવાનું સુચવે છે કે $m_A a = m_A a' + m_B b'$

a, a' અને b' માપેલું હોવાથી ઉપરના સમીકરણની સત્યાર્થતા ચકાસી શકાય છે. (a' અને b' સંઘાત પછીના સ્થાનાંતર છે.)

નિદર્શન 7

પ્રક્ષિપ્તકોણની પ્રક્ષિપ્ત પદાર્થની અવધિ પરની અસરનું નિદર્શન

પ્રક્ષિપ્તકોણની સાથે પ્રક્ષિપ્ત પદાર્થની અવધિના ફેરફારો બેલેસ્ટીક પિસ્તોલ અથવા રમકડાની બંદુક વડે નિદર્શીત કરી શકાય. આ માટે બંદુકને ચાકગતિ કરી શકે તેવી તકતી પર ગોઠવવામાં આવે છે જેથી તેના વડે પ્રક્ષિપ્તકોણમાં ફેરફારો કરી શકાય. બંદુકને ગોઠવતી વખતે ધ્યાન રાખવું કે તે તકતીના મધ્યમાં રહે. તકતીને અંશ (degree) માં અંકન કરેલું હોવું જોઈએ. જો વર્ગખંડની લંબાઈ કરતા બંદુકની અવધિ વધુ હોય તો આ નિદર્શન વર્ગખંડની બહાર ખુલ્લામાં જેમ કે મેદાનમાં પણ કરી શકાય.



આકૃતિ D 7.1 **: રમકડાની બંદુકથી છોડેલા પ્રક્ષિપ્ત પદાર્થની અવધિનો અભ્યાસ કરવા માટેની વ્યવસ્થા**

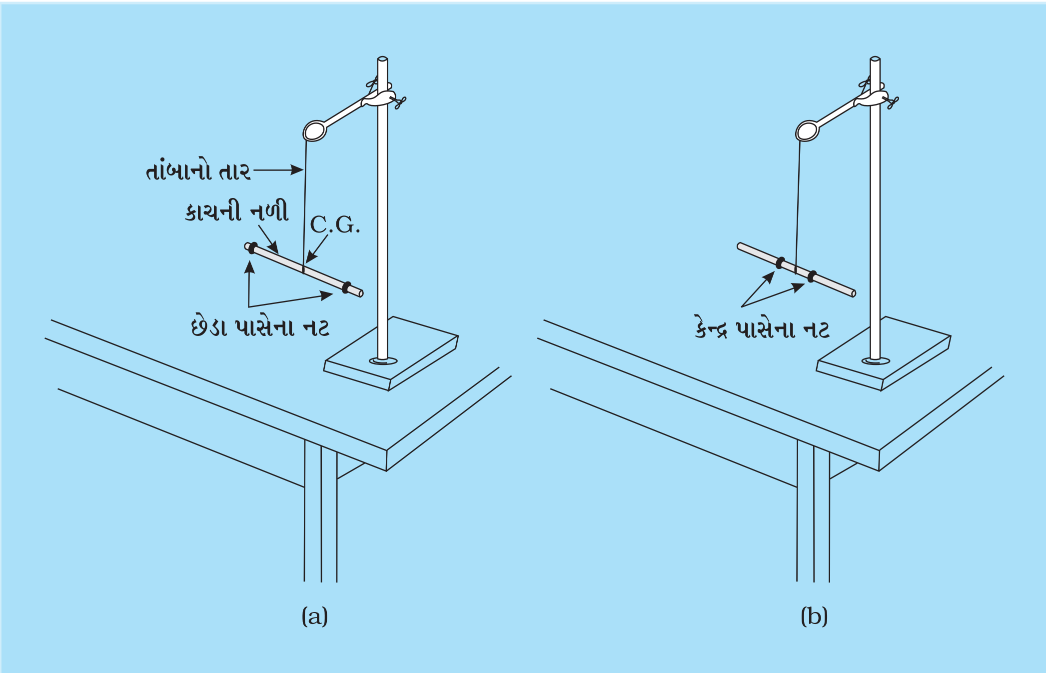
0°થી 90° સુધીના જુદા જુદા કોણ માટે અવધિ નોંધવામાં આવે છે. પ્રક્ષિપ્તકોણ અને અવધિનો આલેખ દોરવામાં આવે.

વૈકલ્પિક રીતે, જો પાણી સમાન દબાણથી છોડવામાં આવે તો, જુદા જુદા કોણે પ્રક્ષિપ્ત કરેલા પાણીના ફુવારાની અવધિનો અભ્યાસ કરી શકાય છે.

નિદર્શન 8

સળિયા પર લગાવેલ બે સમાન વજનના સ્થાનના ફેરફાર સાથે સળિયાની જડત્વની ચાકમાત્રામાં ફેરફારનું નિદર્શન :

પાતળા અને અવગણ્ય વજનવાળા તાર પર કાચનો એક સળિયો તેના ગુરુત્વકેન્દ્ર પર સમક્ષિતિજ રહે તેમ લટકાવો. પ્લાસ્ટીસીન (Plasticine) ના સમાન દળવાળા બે ગાંગડા લઈ તેને રોલ કરી સમાન ત્રિજ્યા અને સમાન જાડાઈ ધરાવતી બે તકતીઓ બનાવો. આ બંને તકતીઓને રીંગની જેમ સળિયાના બે બાજુએ ભેરવી દો જેથી સળિયો હજુ પણ સમક્ષિતિજ રહે (આકૃતિ D 8.1 (a)). બે તકતીઓ સળિયા પર સહેલાઈથી ખસી શકે તેવી તકેદારી રાખો. સળિયાને નાનું કોણીય સ્થાનાંતર આપી, 10 દોલનો માટેનો સમય માપો. તેના પરથી આવર્તકાળ શોધો. હવે બંને તકતીઓને સળિયાના કેન્દ્ર તરફ સમાન ખસેડો જેથી સળિયો સમક્ષિતિજ રહે. (આકૃતિ D 8.1 (b)). ફરી સળિયાને કોણીય સ્થાનાંતર આપી 10 દોલનોનો સમય શોધો અને તે પરથી આવર્તકાળ



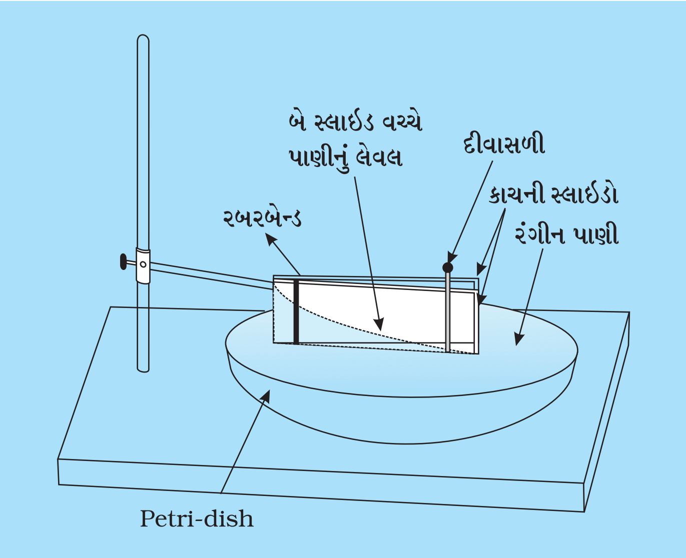
આકૃતિ D 8.1 : કુલ દ્રવ્યમાન અચળ રાખી જડત્વની ચાકમાત્રા દ્રવ્યમાનની વહેંચણી પર આધારિત છે તેના નિદર્શન માટેની વ્યવસ્થા. અહીં દ્રવ્યમાનને સ્થાને પ્લાસ્ટીકસીનના ગોળા લીધા છે. (a) ચલિત દ્રવ્યમાન દૂર છે (b) દ્રવ્યમાનો સળિયાના ગુરુત્વકેન્દ્રની નજીક

મેળવો. બંને આવર્તકાળ સમાન છે ? જો આપને આવર્તકાળ જુદા મળે તો કહી શકાય કે દ્રવ્યમાન સમાન હોવા છતાં દ્રવ્યની વહેંચણી જુદી હોવાથી જડત્વની ચાકમાત્રા બદલાય છે.

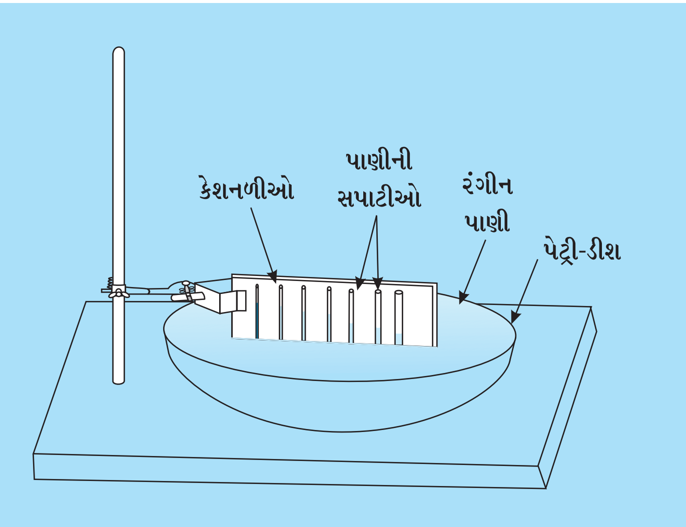
ખાસ ધ્યાન રાખવું કે તાર વડે જ્યાં સળિયાને બાંધ્યો છે અને સળિયો જેને અનુલક્ષીને ચાકગતિ કરે છે તે બિંદુએ, તાર એકદમ દૃઢ રીતે બાંધેલો છે. સળિયા દરેક વખતે સમક્ષિતિજ રહે તે ખાસ તકેદારી લેવી. આનાથી ચાકગતિ માટેની અક્ષ ગુરુત્વકેન્દ્રથી જ પસાર થાય છે. તકતીઓના સ્થાનમાં ફેરફાર પણ આ બાબતને ધ્યાનમાં લઈને જ કરવા.

નિદર્શન 9

કાચની બે પટ્ટીઓ વચ્ચે ફાચર-આકારની જગ્યામાં કેશાકર્ષણના આકારનું નિદર્શન કરવું



આકૃતિ D 9.1 : કાચની સ્લાઈડો વચ્ચે ફાચર આકારની જગ્યામાં રબરબેન્ડ લગાવ્યું હોય ત્યાં પાણી વધુ ચઢે



આકૃતિ D 9.2 : જુદા જુદા વ્યાસવાળી કેશનળીમાં પાણીનું ચઢાણ

કાચની બે સ્લાઈડ (slide), જાડું રબર બેન્ડ, માચીસની સળી, પેટ્રી-ડીશ (petri-dish) પોટેશિયમ પરમેંગેનેટના થોડાક કણો અને માર્કર પેન લેવી.

બંને સ્લાઈડો અને પેટ્રી-ડીશને સાબુ અને પાણીથી બરાબર ધોઈને ફરી નિસ્યંદિત (distilled) પાણીથી ધોવા. ધ્યાન રાખવું કે સાબુ રહી ન જાય. પોટેશિયમ પરમેંગેનેટ વડે કલર કરેલું પાણી પેટ્રી-ડીશમાં અડધે સુધી ભરો. બંને સ્લાઈડોનો એક છેડો રબર બેન્ડ વડે બાંધી દો અને બીજા છેડામાં માચીસની સળી મુકો. (આકૃતિ D 9.1). આ વ્યવસ્થાને પેટ્રી-ડીશમાં રાખેલ રંગીન પાણીમાં મુકો. રબર બેન્ડ બાંધેલા છેડામાં પાણી દીવાસળીવાળા છેડા કરતા વધુ ચડે છે. કારણ કે કાચની સ્લાઈડ વચ્ચે જગ્યા બાંધેલા છેડાથી સળીવાળા છેડા તરફ જતા રેખીય રીતે વધે છે.

નોંધ :

1. આ જ અસર જુદા જુદા વ્યાસવાળી કેશનળીઓનો ઉપયોગ કરીને જોવા મળે છે. કેશનળીઓ વધતા વ્યાસના ક્રમમાં ગોઠવો. (આકૃતિ D 9.2).
2. વિદ્યાર્થી આ પ્રયોગને પ્રવૃત્તિ તરીકે પણ લઈ શકે છે.

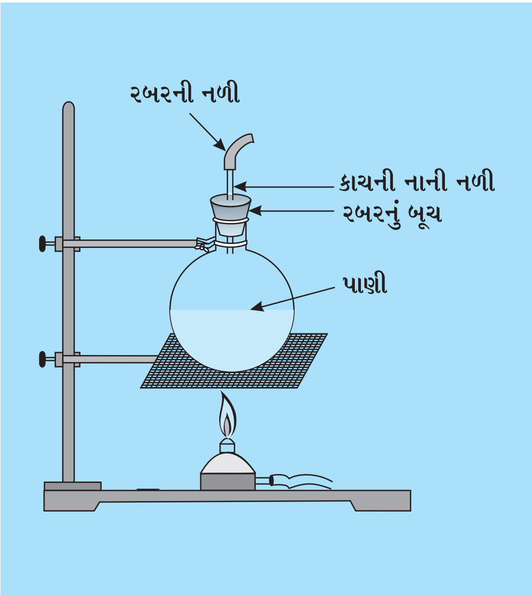
નિદર્શન 10

વરાળને ઠારીને મળતા અંશતઃ શૂન્યાવકાશમાં વાતાવરણના દબાણની અસરનું નિદર્શન

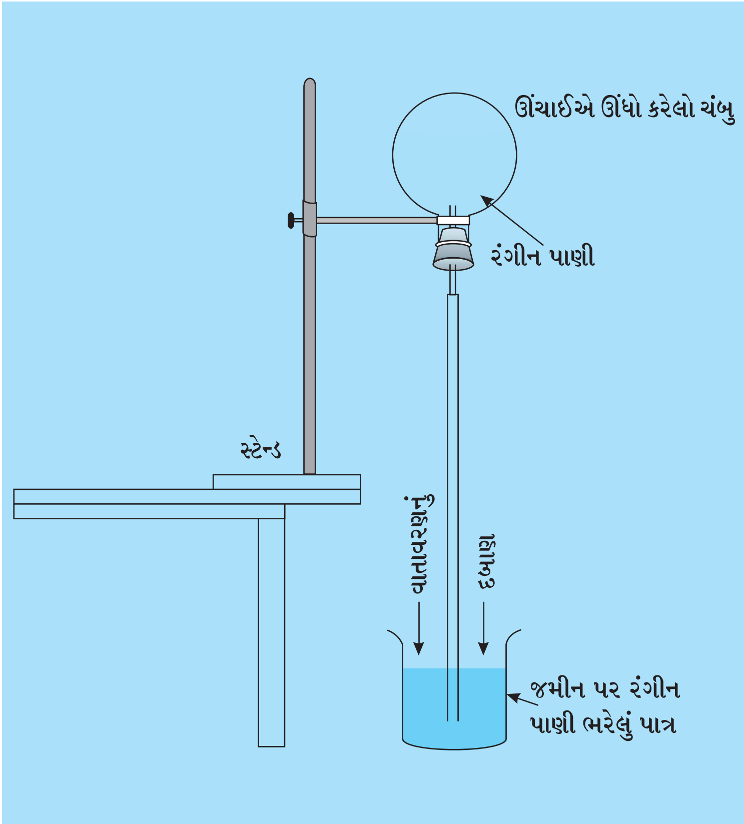
આ નિદર્શન કરવા માટે એક ગોળ ચંબુ, કાચની નળી, બૂચ, બૂચમાં કાણું પાડવા શારડી, દબાણને સહન કરી શકે તેવી 1.5 m લાંબી રબરની નળી જે કાચની નળીને એકદમ બંધ બેસે, રબરની નળી બંધ કરવા ચીપિયા જેવી રચના - પીન્ચકૉક (pinch cock), બર્નર, ટ્રીપાઈ સ્ટેન્ડ, ક્લૅમ્પ ધરાવતું લેબોરેટરી સ્ટેન્ડ, પાણીનું મોટું પાત્ર.

ગોળ ચંબુમાં થોડું પાણી લો. તેનું મોઢું રબરના બૂચથી ચુસ્તરીતે બંધ કરી દો. આ બૂચમાં એક કાચની નળી ફીટ કરવી. કાચની નળીના ખુલ્લા છેડા પર આશરે 1.5 m લાંબી રબરની નળી લગાવવી. (આકૃતિ D 10.1 (a)).

પાણીને ગરમ કરીએ તો વરાળ કાચની નળીમાં થઈ રબરની નળીમાં જશે. થોડાક સમય ગરમ કર્યા પછી બર્નર બંધ કરવું. રબરની નળીનું મુખ pinch cock થી બંધ કરવું. ચંબુને ઊંધુ કરી બને એટલો ઊંચા સ્ટેન્ડ પર મુકવો. (આકૃતિ D 10.1 (b)).
રબરની નળીનો મુક્ત છેડો પાત્રમાં પડેલા રંગીન પાણીમાં ડુબાડવો અને pinch cock ખોલી દેવો. જેમ જેમ ચંબુ ઠંડું પડશે, તેમ તેમ પાત્રમાં પાણી કાચની નળીમાં થઈને ચંબુમાં જશે.



આકૃતિ D 10.1 (a) : ચંબુના પાણીને ગરમ કરતા, વરાળ હવાને બહાર કાઢશે



આકૃતિ D 10.1 (b) : જેમ ચંબુમાં વરાળ ઠરશે તેમ વાતાવરણનું દબાણ રંગીન પાણીને ઉપર ધકેલશે

વિદ્યાર્થીઓને પાણી આટલી ઊંચાઈ ચઢી ચંબુમાં કઈ રીતે ગયું તે જાણવા ઉત્સુકતા થશે. આ ઘટનાને ચંબુની અંદર અને પાત્રમાં આવેલા પાણીની સપાટી પરના દબાણના તફાવતના સંદર્ભમાં સમજાવી શકાય.

નોંધ :

આ નિદર્શનને વધુ રોચક બનાવવા, એક વિદ્યાર્થીને ટેબલ ઉપર ઊભો રાખી સ્ટેન્ડને વધુ 2 cm ઊંચું કરાય. આ માટે રબરની નળીની લંબાઈ વધારે રાખવી પડે.

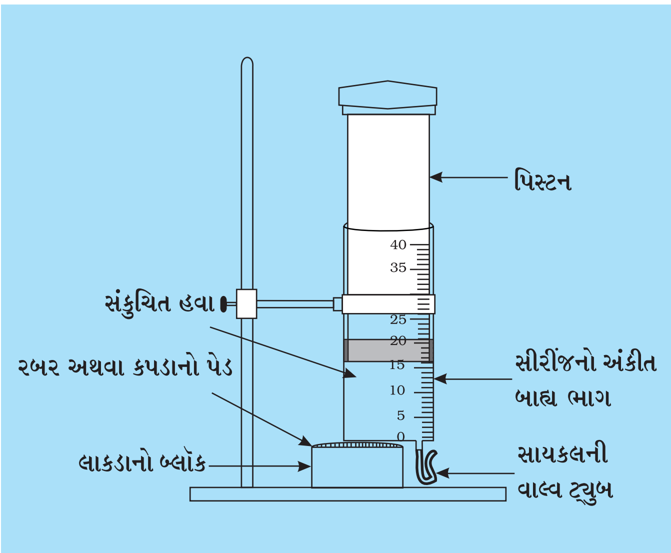
નિદર્શન 11

ડૉક્ટરની સીરીંજનો ઉપયોગ કરી અચળ તાપમાને વાયુના દબાણ સાથે તેના કદમાં થતા ફેરફારોનું નિદર્શન કરવું

આ નિદર્શન માટે ડૉક્ટરની સીરીંજ (disposable પ્રકારની અને આશરે 50 mL), લેબોરેટરી સ્ટેન્ડ, ગ્રીસ (grease) અથવા જાડું ઊંઝણ તેલ, 200 g થી લઈ 1 kg સુધીના વજનીયાં જે એકબીજા પર ગોઠવાઈ શકે, સાઇકલની વાલ્વ ટ્યુબ, રબર બેન્ડ, લાકડાનો બ્લૉક.

સીરીંજના પિસ્ટનમાં એક ટીપું ગ્રીસ અથવા લુબ્રીકેટીંગ ઑઇલ લગાવી હવાચુસ્ત કરવું. પિસ્ટનને બહાર ખેંચવું જેથી કરીને આખી સીરીંજ હવાથી ભરાઈ જાય. સીરીંજનો ખુલ્લા ભાગ પર વાલ્વટ્યુબ લગાવી અને તે ટ્યુબને વાળી બંધ કરવું. સીરીંજને ઉર્ધ્વ રીતે સ્ટેન્ડ પર ગોઠવવી કે જેથી તેનો બેઝ લાકડાના બ્લૉક પર આવે. (આકૃતિ D 11.1).

પિસ્ટનને હાથ વડે નીચેની તરફ દબાવવું જેથી તેની અંદરની હવા સંકોચન પામે. પિસ્ટનને છોડ્યા પછી જુઓ કે હવા પિસ્ટનને ધકેલી પોતાનું મુળ કદ મેળવે છે. પિસ્ટન અને સીરીંજની અંદરની સપાટી વચ્ચે ઘર્ષણ વધુ હોય છે અને બંને પ્લાસ્ટીકના બનેલા હોઈ, અંદરની હવા પિસ્ટનને પોતાના મુળ સ્થાને લઈ જતી નથી.. જ્યારે પિસ્ટન સ્થિર થાય ત્યારે વાતાવરણના



આકૃતિ D 11.1 **:** સીરીંજની પિસ્ટન પર લોડ મુકવાથી પિસ્ટનના અક્ષ પર વજનના કારણે બળ લાગે છે.

દબાણનું ઉર્ધ્વબળ અને સીમાંત ઘર્ષણબળ અધોદિશામાં લાગે છે. પિસ્ટનની આ સ્થિતિમાં બંધ હવાનું કદ નોંધો.

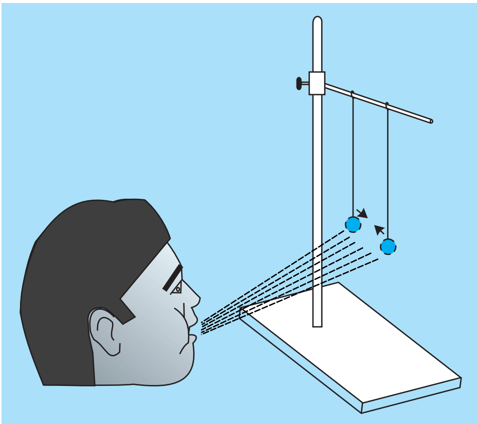
હવે, પિસ્ટનને થોડુંક ઉપર લઈ જઈને છોડી દો. ફરીથી પિસ્ટન પોતાનું મુળ સ્થાન મેળવતું નથી. આ સ્થિતિમાં વાતાવરણના દબાણનું ઉર્ધ્વબળ અને સીમાંત ઘર્ષણનો તફાવત પિસ્ટન પર અધોદિશામાં લાગે છે, આ કદ પણ નોંધો. બંને કદની સરાસરી મુળ કદ જેટલી મળશે.

હવે પિસ્ટનના હેન્ડલ પર 1 kg વજન મુકો. નીચેના બંને કિસ્સામાં હવાનું કદ નોંધો : (i) જ્યારે પિસ્ટન ધીરે ધીરે ઉપર જઈ સ્થિર થાય (ii) જ્યારે પિસ્ટન ધીરે ધીરે નીચે જઈ સ્થિર થાય. બીજા બે લોડ 1 kg અને 1.8 kg માટે વારાફરતી કદ નોંધો. પ્રયોગ પહેલા અને અંતમાં વગર લોડથી હવાનું કદ સમાન આવે છે. એવું ચેક કરો જેથી હવાનું લીકેજ તો નથી થયું ને તે ખ્યાલ આવે. નીચેના ત્રણ અવલોકનો : (i) 0 kg લોડ (ii) 1 kg લોડ અને (iii) 1.8 kg. લોડ માટે $\frac{1}{V} \rightarrow$ લોડ Wના આલેખ દોરો.

નિદર્શન 12

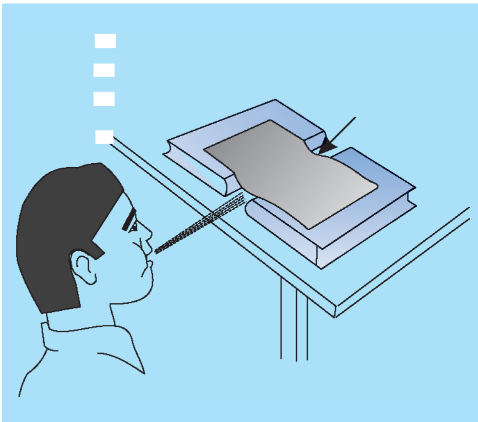
સાદા ઉદાહરણની મદદથી બર્નુલીના પ્રમેયનું નિદર્શન કરવું

(a) લેબોરેટરી સ્ટેન્ડ પર લગાવેલ એક સમક્ષિતિજ સળિયા પર બે સાદા લોલક લટકાવો. (આકૃતિ D 12.1) ગોળા તરીકે કાગળ અથવા ટેબલ ટેનીસના બૉલ વાપરો. બંને ગોળા એકબીજાની નજીક અને સમાન ઊંચાઈ પણ એકબીજાને અડકે નહિ તેવા હોવા જોઈએ. જો બંને ગોળા વચ્ચે જોરથી ફૂંક મારવામાં આવે તો શું થશે તેવું વિદ્યાર્થીઓને પૂછવું. જે વ્યક્તિ/વિદ્યાર્થી બર્નુલી પ્રમેયને ધ્યાનમાં રાખ્યા વગર જવાબ આપશે તે એમ જ કહેશે કે બંને ગોળા એકબીજાથી દૂર જશે. હવે, બંને ગોળા વચ્ચે જોરથી ફૂંક મારો. બંને ગોળા વચ્ચે ઓછી જગ્યા હોવાના કારણે હવાની ઝડપ વધે છે તેથી હવાનું દબાણ ત્યાં ઘટે છે. એટલે ગોળાઓની બહારની બાજુની હવાનું દબાણ વધુ હોવાથી બંને ગોળાઓ એકબીજાની નજીક આવે છે.



આકૃતિ D 12.1

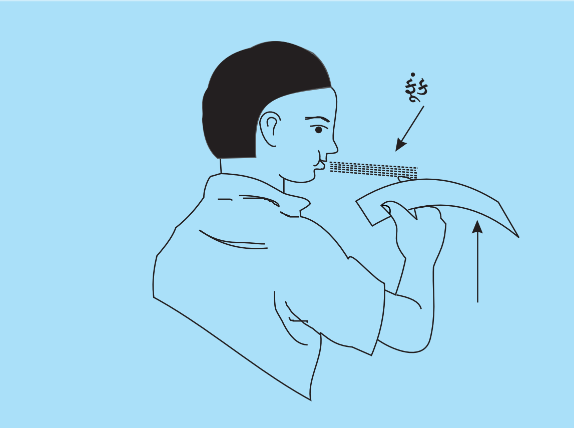
(b) બે ચોપડીઓ પર કાગળ મુકી પૂલ બનાવો. ચોપડીઓ વચ્ચેની જગ્યા તમારી બાજુએ વધુ અને બીજી બાજુ ઓછી હોવી જોઈએ (આકૃતિ D 12.2). ખાલી જગ્યામાં ફૂંક મારતા કાગળનો પૂલ નીચેની તરફ આવશે.



આકૃતિ D 12.2

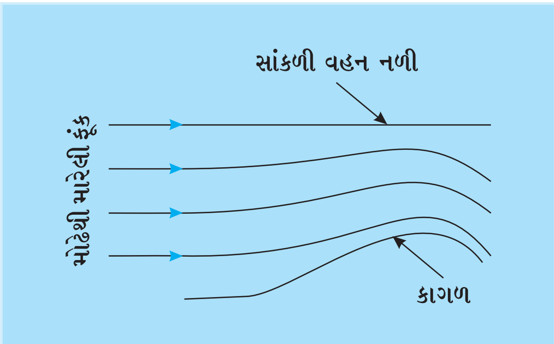
(c) કાગળને સમક્ષિતિજ રીતે પકડો જેથી નાનો ભાગ હાથમાં અને લંબાઈવાળો ભાગ વજનના કારણે નીચે તરફ લટકે. (આકૃતિ D 12.3 (a)). આંગળી વડે સમક્ષિતિજ ભાગને દબાણ આપતા કાગળ નીચે તરફ વક્ર થાય છે. હવે, આંગળીથી દબાવા કરતા કાગળને મોઢા નજીક લાવી ફૂંક મારો. શું કાગળનો લટકેલો ભાગ નીચે ધકેલાય છે કે ઉપર આવે છે ? (આકૃતિ D 12.3 (b)). કાગળના વક્ર આકારના કારણે

આકૃતિ D 12.3 (a)



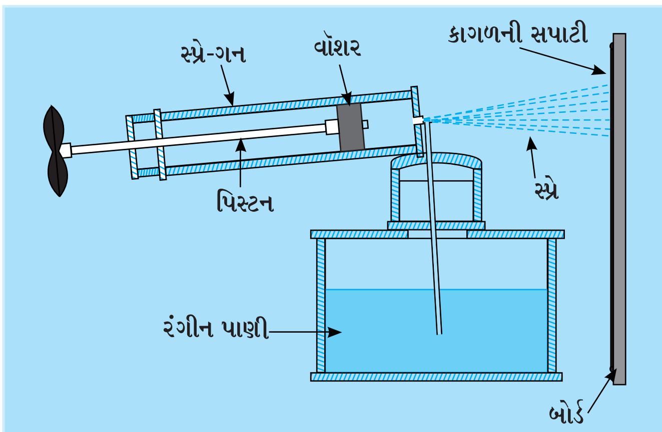
આકૃતિ D 12.3 (b)

હવાની વહન નળીસાંકળીથતી હોવાથી હવાની ઝડપ વધે છે અને ઉપરની બાજુ દબાણ ઘટે છે. માટે કાગળની નીચેથી દબાણ વધુ હોવાથી કાગળ ઉપર તરફ ધકેલાય છે. (આકૃતિ D 12.3 (c)).



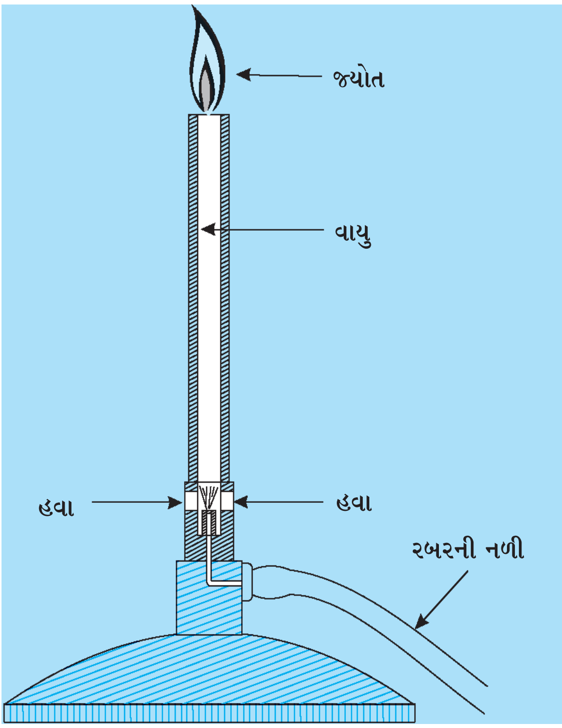
આકૃતિ D 12.3 (c)

(d) જંતુનાશક દવા છાંટવાના સ્પ્રે પમ્પમાં રંગીન પાણી ભરો. આ પાણીને સફેદ કાગળ પર છાંટો. પાણીની રંગીન બુંદો કાગળ પર પડશે. ટેન્કમાંથી રંગીન પાણી નળીમાંથી પસાર થઈ ઉપર આવે અને નોઝલ (nozzel)માંથી નાના નાના બિંદુઓના સ્વરૂપમાં બહાર ધકેલાય છે. પણ આ પાણી ઉપર ચઢે કેમ ? ઝીણા કાણા (nozzel)માંથી હવા બહાર ધકેલાતી હોવાથી નળીના ઉપરના ખુલ્લા ભાગમાં હવાની ઝડપ વધે છે. (આકૃતિ D 12.4). તેથી દબાણ ઘટે છે. માટે નીચેના ભાગ (જ્યાં વધુ દબાણ છે)થી પાણી ઉપરના ભાગ (જ્યાં ઓછું દબાણ છે) તરફ ધકેલાય છે.



આકૃતિ D 12.4

(e) આકૃતિ D 12.5માં બન્સન બર્નરની રચના બતાવી છે. ઉર્ધ્વ નળીના મધ્યમાં આવેલા જેટ Jમાંથી બળતણ વાયુ બહાર આવે છે. વાયુની ઝડપ વધુ હોવાથી, તેનું દબાણ નીચું જાય છે. એટલે જ ઉર્ધ્વ નળીના પહોળા મુખમાંથી હવા અંદર પ્રવેશે છે અને બળતણ વાયુ સાથે ભળીને ગરમ-વાદળી જ્વાળા આપે છે. જો આ અવસ્થા પર બહારની હવા બળતણ સાથે ન ભળે અને આ આગળ જઈ જ્વાલા પાસે ભળે તો પીળી-કેસરી જ્વાલા મળે છે. અપૂર્ણ દહનના કારણે આવું બને છે.



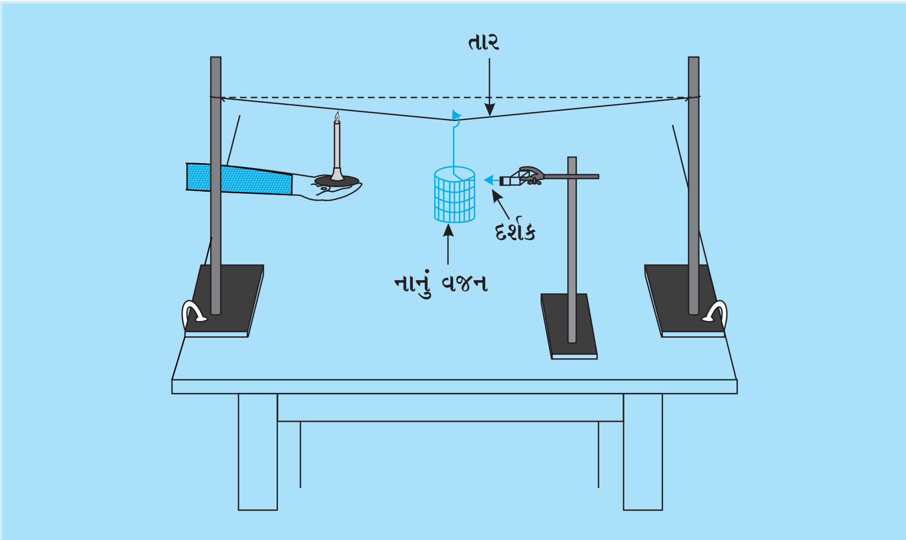
આકૃતિ D 12.5

નિદર્શન 13

ગરમ કરવાથી ધાતુના તારમાં થતાં વિસ્તરણનું નિદર્શન

ટેબલના બે છેડા પર દૃઢ રીતે લગાવેલા સ્ટેન્ડના ક્લૅમ્પ વચ્ચે એક ધાતુનો તાર ચુસ્તપણે બાંધો. (આકૃતિ D 13.1). તારના મધ્ય પર એક નાનું વજન લટકાવો અને તારને બને એટલો ચુસ્ત કરો. તાર સંપૂર્ણ સુરેખ ન પણ રહે અને વચ્ચેથી થોડો તો વળે જ છે. વજનની ઉપરના છેડાને સંદર્ભ તરીકે લેવા એક દર્શક મૂકવામાં આવે છે.

હવે તારને મીણબત્તી અથવા સ્પિરીટ લૅમ્પ વડે ગરમ કરવામાં આવે તો તાર વધુ લચકે છે અને વજન હજુ નીચે જાય છે. હવે, મીણબત્તી હટાવી તારને ઠંડુ પડવા દો. જેમ તાર ઠંડુ પડે તેમ વજન ઊંચું જાય છે અને છેવટે પોતાનું મૂળ સ્થાન પ્રાપ્ત કરે છે.



આકૃતિ D 13.1 : **ઉષ્મીય વિસ્તરણ થવાથી તણાવવાળો તાર ગરમ કરવાથી લચકે છે**

નોંધ :

તારને વિદ્યુતીય રીતે પણ ગરમ કરાય. ટ્રાન્સફૉર્મરનો ઉપયોગ કરો. વૉલ્ટેજ 2 V થી 12 V સુધી વધારી શકાય. વિદ્યુતીય રીતે ગરમ કરવાથી તારનો દરેક બિંદુ સમાન રીતે ગરમ થાય છે.

નિદર્શન 14

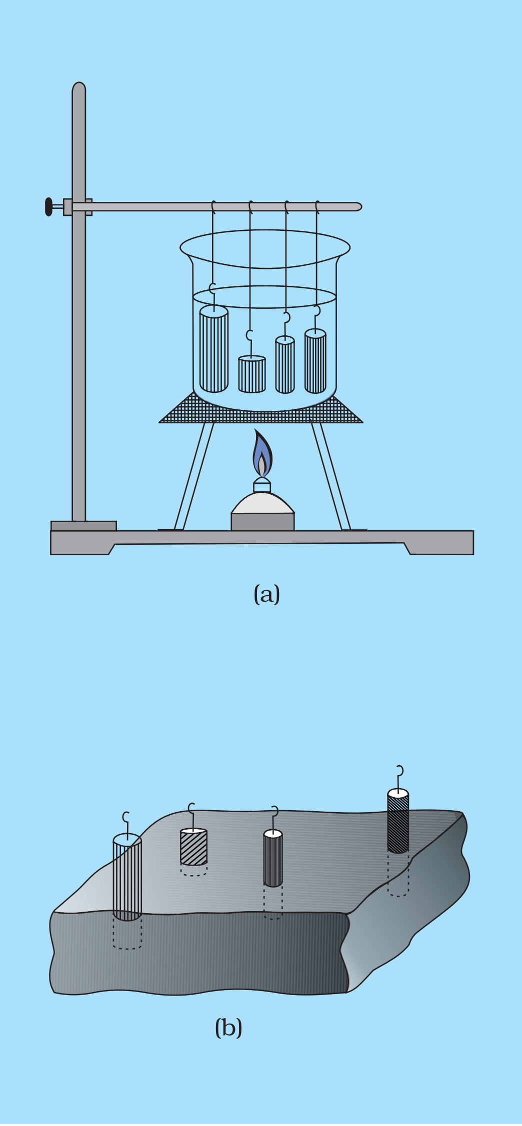
સમાન દ્રવ્યમાનવાળા ઍલ્યુમિનિયમ, લોખંડ, તાંબા અને બીડની ઉષ્માધારિતા અસમાન હોય તેવું નિદર્શન

આ નિદર્શન માટે ઍલ્યુમિનિયમ, લોખંડ, તાંબા અને બીડના ચાર નળાકાર (દરેકના સમાન દ્રવ્યમાન અને સમાન આડછેદના ક્ષેત્રફળ), પેરેફીન મીણના બ્લૉક, બીકર/ધાતુના પાત્ર, દોરી, પાણી અને ગરમ કરવાનું સાધન લેવા.

ચારેય ઘન નળાકાર સમાન દ્રવ્યમાન અને સમાન આડછેદવાળા હોવાથી તેમની લંબાઈ તેમની ઘનતાના વ્યસ્ત પ્રમાણમાં હોય છે. બીકર અથવા ધાતુના પાત્રમાં પાણી લો અને તેને ગરમ કરો. ચારેય નળાકારોને દોરી વડે બાંધી પાણીમાં પૂરા ડુબે એવી રીતે લટકાવવા. થોડીવારમાં બધાએ પાણીની ઉત્કલનબિંદુ જેટલું તાપમાન મેળવી લીધું હશે. (આકૃતિ D 14.1 (a))

ચારેય નળાકારોને વારાફરતી ઝડપથી બહાર કાઢી પેરેફીન મીણમાં મુકો (આકૃતિ D 14.1 (b)). નળાકારો જુદી જુદી ઊંડાઈ સુધી મીણમાં ખૂપી જશે. આ દરમિયાન દરેક નળાકારનું તાપમાન પાણીના ઉત્કલનબિંદુથી લઈ મીણના ગલનબિંદુ સુધી ઘટશે. બધા નળાકારોના દ્રવ્યમાન સમાન હોવા છતાં તેમની ઉષ્મા આપવાની પ્રવૃત્તિ જુદી હશે.

વૈકલ્પિક રીતે, લાકડાના બ્લૉકમાં અર્ધનળાકાર સમાન લંબાઈના ખાડા બનાવી તેમાં મીણ ભરી દેવાય. મીણના બ્લૉક પર મુકવા કરતા ગરમ નળાકારોને લાકડાના બ્લૉકમાં આવેલા ખાડાઓમાં મુકવા.



આકૃતિ D 14.1 : **જુદા જુદા ધાતુની ઉષ્માધારિતાની ગુણાત્મક સરખામણી**

નોંધ :

દરેક નળાકારમાંથી છોડેલી ઉષ્માનો અમુક ભાગ વાતાવરણમાં જાય છે. વધુમાં વિખેરીત ઉષ્માનો દર તેમના પૃષ્ઠના ક્ષેત્રફળ પર પણ આધારિત છે. એટલે જ, આ પ્રયોગથી આપણે આ ઘન પદાર્થોની ઉષ્માધારિતાની ગુણાત્મક તુલના જ કરી શકીએ છે.

નિદર્શન 15

જુદા જુદા દોલકતંત્રોના મુક્ત દોલનોનું નિદર્શન

ઘણા બધા દોલન કરતા તંત્રોનું નિદર્શન (a) થી (j) માં આપેલા છે. જેટલા શક્ય હોય એટલા નિદર્શનો કરવા અને દરેક કિસ્સામાં નીચે પ્રમાણેની ચર્ચા કરવી :

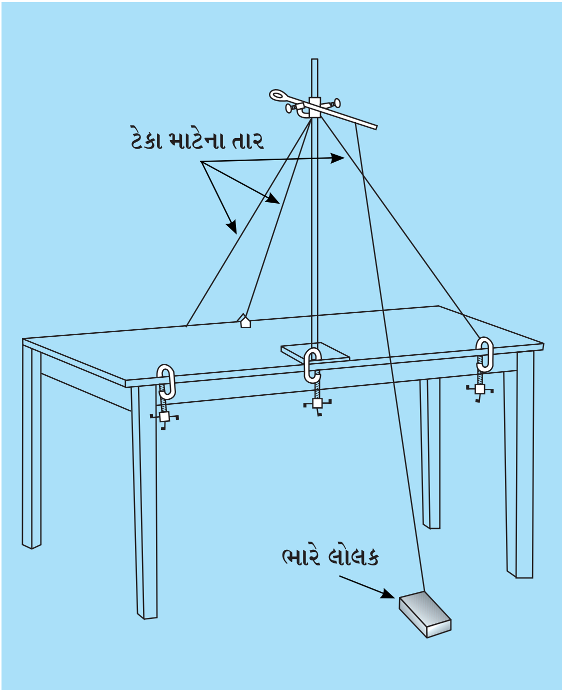
(i) દોલનો દરમિયાન થતા ઊર્જામાં કયા કયા ફેરફારો થાય ?

(ii) દોલનોની આવૃત્તિ કેવી રીતે બદલી શકાય ?

(iii) શું તંત્રનું અવમંદન ઓછું કરી શકાય ? કેવી રીતે ?

(iv) મધ્યમાન સ્થાનેથી સ્થાનાંતર સાથે દોલન કરતા પદાર્થ પર બળ કઈ રીતે બદલાય છે ?

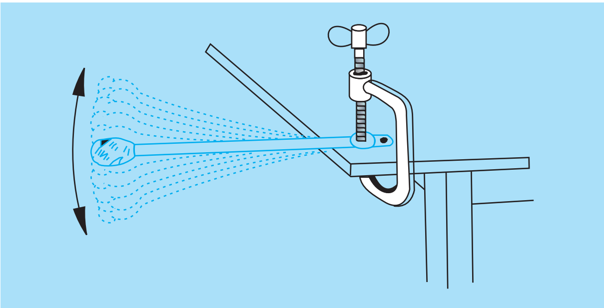
(a) સાદુ લોલક : પ્રયોગ 6માં બતાવેલા ક્રમ પ્રમાણે એક લાંબુ અને વજનદાર લોલક બનાવો. 1.5 m લાંબી મજબુત દોરીના છેડે એક ઈંટ અથવા 1 kg નું વજનીયું લટકાવી આવું દોલક બનાવી શકાય. વજનદાર પાયાવાળા સ્ટેન્ડ પર આ લોલકને લટકાવવું જેથી સ્ટેન્ડ ગબડી ન પડે. ભારે લોડ મુકી સ્ટેન્ડના પાયાને વજનદાર બનાવી શકાય. વૈકલ્પિક રીતે, આ સ્ટેન્ડને ટેબલ પર G-ક્લેમ્પ લગાવીને ફીટ પણ કરી શકાય. સ્ટેન્ડના ઉર્ધ્વ સળિયાને ટેકો આપવા ટેબલ પર ફીટ કરેલા ત્રણ G-ક્લેમ્પનો ઉપયોગ કરી શકાય. (આકૃતિ D 15.1). એક ખડતલ (મજબુત) સ્ટેન્ડ લોલકને ઓછા અવમંદન સાથે વધુ લાંબા સમય માટે દોલન કરાવે છે.



આકૃતિ D 15.1 : **ભારે લોલકના દોલનોનો અભ્યાસ કરવા માટેની વ્યવસ્થા**

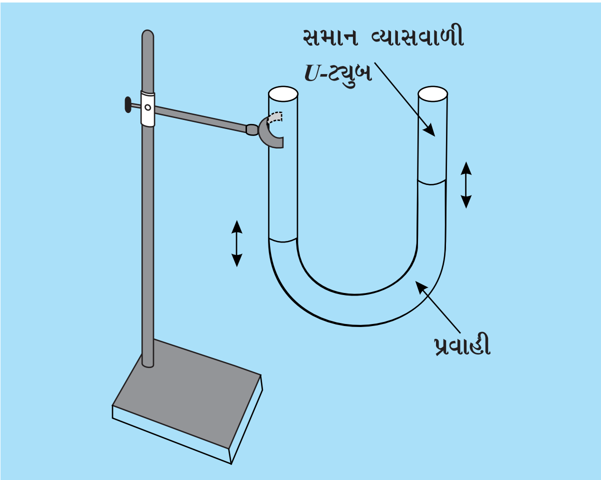
(b) દોલન કરતી લોખંડની કરવત (આરી) : લોખંડની કરવત (આરી) (અથવા ધાતુની એક પાતળી પટ્ટી)ને તેનો સપાટ ભાગ સમક્ષિતિજ રહે તેવી રીતે ટેબલ પર G-ક્લેમ્પની મદદથી જડી દો. (આકૃતિ D 15.2) આ પટ્ટીના મુક્ત છેડા પર 20 g પ્લાસ્ટીસીન (plasticine) લગાવવું અથવા 20 g નો વજનપટ્ટીના મુક્ત છેડા સાથે દોરી વડે બાંધી દેવો. પટ્ટીના મુક્ત છેડાને

ઉપર-નીચે દોલન કરવા દો. હવે, આ જ પ્રયોગ ઓછા લોડ સાથે અને પછી લોડ વગર પુનરાવર્તિત કરો. જુદા જુદા લોડના દોલનોની સરખામણી કરો.



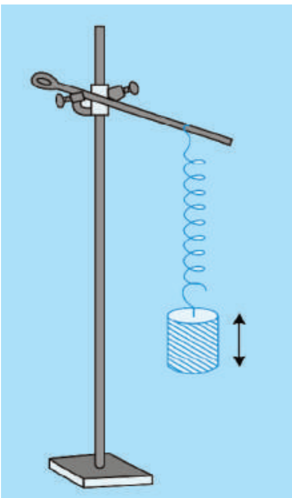
આકૃતિ D 15.2 : એક છેડે જડેલી લોખંડની કરવત ઉપર-નીચે દોલન કરે છે.

(c) દોલન કરતા પ્રવાહીનું સ્તંભ : જેની બાજુઓ ઉર્ધ્વ રહે તેવી વધુ વ્યાસ (આશરે 2 cm) વાળી U-નળીને સ્ટેન્ડ પર લગાવો. તેમાં ઓછી શ્યાનતાવાળું પ્રવાહી જેમકે પાણી, કેરોસીન અથવા મિથાઈલવાળું સ્પિરિટ (methylated spirit) ભરો. નળીમાં પ્રવાહીના સ્તંભને ઊંચુ નીચું દોલન કરવા દો. (આકૃતિ D 15.3) આના માટે U-નળીની કોઈ એક બાજુમાં વારંવાર ફૂક મારતા રહો. જ્યારે આ બાજુનું પ્રવાહીનું સ્તંભ મહત્તમ ઉંચાઈ પર આવે ત્યારે ફરી ફૂંક મારવી જેથી એક નાનું દબાણ હવાના કારણે થાય અને બાજુમાં આવેલું પ્રવાહી અનુનાદથી દોલન કરતું રહે. બીજી એક રીતમાં સ્ટેન્ડને થોડું નમાવો. આવું વારંવાર કરવાથી સ્તંભમાં અનુનાદના કારણે દોલનો થશે.



આકૃતિ D 15.3 : U-ટ્યુબમાં પ્રવાહીના સ્તંભના દોલનો નિદર્શન

બે સુરેખ નળીઓ (દરેકનો વ્યાસ 3.5cm થી 4 cm અને લંબાઈ 50 cm જેટલી) લઈને કામચલાઉ સસ્તી U-નળી બનાવી શકાય. આ નળીઓને લાકડાના એક પાટિયા પર એકબીજાથી 20 cm થી 30 cm દૂર જડી શકાય. બંનેના નીચેના છેડાને રબરની અથવા પ્લાસ્ટીકની નળી વડે જોડી શકાય. પ્લાસ્ટીકની નળી વધુ સારી ગણાય કારણ કે તે સહેલાઈથી U આકારમાં વળી શકે છે. આ નળીમાં ઉપરના છેડેથી 10 cm નીચે સુધી રંગીન પાણી ભરો. ઉપર વર્ણવ્યા પ્રમાણે બંનેમાંથી કોઈ એક રીતથી નળીમાં પ્રવાહીના દોલનો કરો.

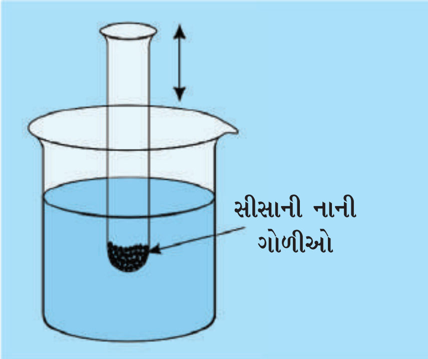


આકૃતિ D 15.4 : ગોળાકાર સ્પ્રિંગના છેડે લટકાવેલ લોડ ઉપર નીચે દોલનો કરે છે

(d) સર્પિલ સ્પ્રિંગ : સર્પિલ સ્પ્રિંગના છેડે યોગ્ય દ્રવ્યમાન (આશરે 1 kg) લટકાવો.(આકૃતિ D 15.4) સ્પ્રિંગને ઉર્ધ્વ દિશામાં લટકાવો. લટકાવેલ દ્રવ્યમાનને થોડુંક નીચે ખેંચી છોડવામાં આવે તો આ દ્રવ્યમાન દોલનો કરે છે. આ દોલનોનો અભ્યાસ કરો.

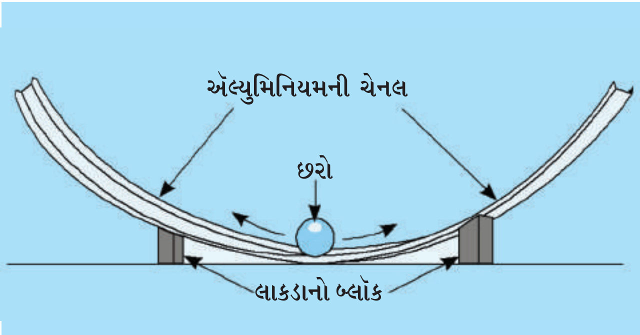
(e) તરતી કસનળીના દોલનો : એક કસનળીમાં આશરે 10 g સીસાની નાની ગોળીઓ અથવા રેતી અથવા લોખંડનો ભુકો નાખો કસનળીને પાણીમાં તરતી મુકો. નળીની અંદરની વસ્તુઓને એવી રીતે ગોઠવો કે જેથી કસનળી ઉર્ધ્વ તરે. હવે, નળીને થોડી દબાવીને છોડી દો. કસનળી પાણીની સપાટીની ઉપર દોલન કરશે. (આકૃતિ D 15.5).

(f) **વક્ર પર છરાના દોલનો :** પડદા લટકાવવાની ઍલ્યુમિનિયમની પટ્ટી આશરે 30 cm લાંબી લો અને તેને વાળી વર્તુળાકાર વક્ર બનાવો. તેને ટેબલ પર મુકો. બે બાજુ લાકડાના બ્લૉકના ટેકા મુકી તેને ઉર્ધ્વ સમતલમાં ગોઠવો. તે વક્રમાં છરો અથવા લખોટીના દોલનો કરાવો (આકૃતિ D 15.6) વૈકલ્પિક રીતમાં, 10 cmથી 15 cm દર્પણમુખ ધરાવતો અંતર્ગોળ અરીસો અથવા એક વાટકો અથવા કઢાઈ ટેબલ પર મુકી છરો અથવા લખોટીના દોલનો કરાવી તેનો અભ્યાસ કરો.



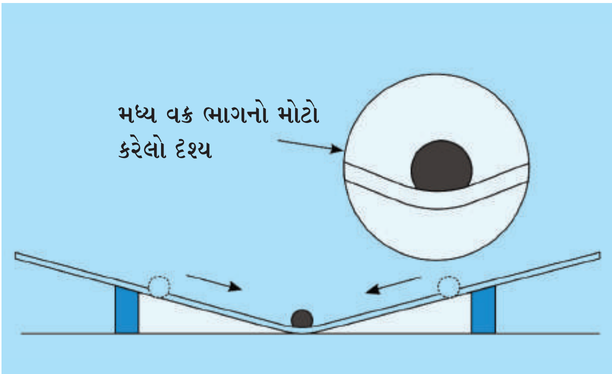
આકૃતિ D 15.5 **:** ગોળાકાર સ્પ્રિંગના છેડે લટકાવેલ લોડ ઉપર નીચે દોલનો કરે છે

(g) **ડબલ ઢાળવાળા ટ્રેક પર દડાના દોલનો :** ટેબલ પર ડબલ ઢાળવાળો ટ્રેક બનાવો. બંને બાજુ સમાન ઢાળ રાખવો. (આકૃતિ D 15.7). એક છરા (25 cm વ્યાસ)ને એક બાજુથી છોડી દેવામાં આવે તો તે દોલનો કરશે.



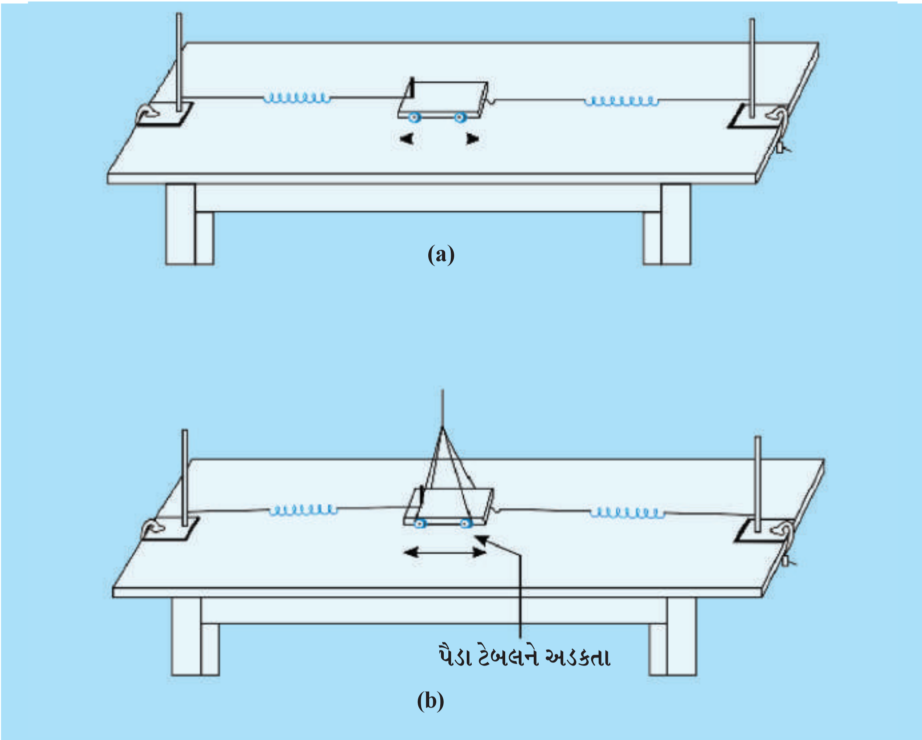
આકૃતિ D 15.6 **:** વક્ર આકારની ચેનલ પર સ્ટીલના છરાનું આગળ-પાછળ દોલનોનું નિદર્શન

(h) **ટેબલ પર બે સ્પ્રિંગ વચ્ચે લગાવેલી ટ્રોલીના દોલનો :** બે ગોળાકાર સ્પ્રિંગના એક છેડા વચ્ચે ટ્રોલી લગાવી. સ્પ્રિંગો સુરેખમાં રહે તે રીતે જોડાણ કરવું. બંને સ્પ્રિંગના મુક્ત છેડા ટેબલના બે છેડા પર આવેલા દૃઢ આધારો પર જોડવા. સ્પ્રિંગ તણાવમાં રહે તેવી વ્યવસ્થા કરવી. (આકૃતિ D 15.8 (a)). ટ્રોલીને થોડી સ્થાનાંતરિત કરી છોડતા તે દોલનો કરશે. આ દોલનોનો આવર્તકાળ અને અવમંદન નોંધો.



આકૃતિ D 15.7 **:** ડબલ ઢોળાવવાળા ટ્રેક પર દડાનું આગળ-પાછળ ગતિના નિદર્શન માટેની વ્યવસ્થા

(i) **એક સ્પ્રિંગ સાથે જોડેલી ટ્રોલીના દોલનો :** નિદર્શન (h)માં ગોઠવેલી સ્પ્રિંગની જોડીમાંથી એક સ્પ્રિંગને હટાવી દેવું. હવે, ટ્રોલીને એક તરફ લઈ જઈ છોડી દો. દોલનના આવર્તકાળ અને અવમંદનની અસર આગળના કિસ્સા સાથે સરખાવો.



આકૃતિ D 15.8 : (a) બે સમાન સ્પ્રિંગો વચ્ચે આગળ-પાછળ દોલન કરતી ટ્રોલીના નિદર્શનની વ્યવસ્થા (b) એક ઊંચા ટેકા પરથી લટકાવેલ અને બે સ્પ્રિંગો વચ્ચે જડેલી ટ્રોલીના આગળ-પાછળ દોલનોના નિદર્શનની વ્યવસ્થા

(j) **કોઈ એક બિંદુથી લટકાવેલ અને બે સ્પ્રિંગો વચ્ચે જોડેલી ટ્રોલીના દોલનો :** નિદર્શન (h)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ટેબલ પર બે સ્પ્રિંગ વચ્ચે ટ્રોલી ગોઠવો. આકૃતિ D 15.8 (b)માં દર્શાવ્યા પ્રમાણે ટ્રોલી સાથે એક અલવચીક (inflexible) દોરી બાંધો. દોરીનો બીજો છેડો ટેબલ પર પડેલા સ્ટુલ પર મુકેલા સ્ટેન્ડ સાથે અથવા છત પરના હુક સાથે જોડો. ટ્રોલી ટેબલથી થોડુંક જ ઉપર લટકતી રહે તે રીતે દોરી બાંધવી. ટ્રોલીને થોડુક સ્થાનાંતર આપી દોલન કરાવો. આ દોલનોના આવર્તકાળ અને અવમંદનનો અભ્યાસ કરો અને નિદર્શન (h)ની સાથે સરખાવો.