ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ :– 1 ભૌતિક જગત

વિજ્ઞાન

વિજ્ઞાન એ કુદરતી ઘટનાઓને શક્ય તેટલી વિસ્તૃત અને ઊંડાણપૂર્વક સમજવા માટે કરવામાં આવતો સુવ્યવસ્થિત પ્રયાસ છે અને આ રીતે મેળવેલ જ્ઞાનનો ઉપયોગ કુદરતી ઘટનાઓમાં આગાહીઓ, નિયંત્રણો અને તેમા પરીવર્તન માટેનો પ્રયાસ છે.

વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિ

વૈજ્ઞાનિક પદ્ધતિમાં આંતરસંબંધ ધરાવતા કેટલાક પદ :

- પદ્ધતિસરનાં અવલોકનો
- નિયંત્રિત પ્રયોગો
- ગુણાત્મક અને માત્રાત્મક તર્ક
- ગાણિતિક નમૂના, આગાહીઓ, સિદ્ધાંતો ચકાસવા અને તેને સ્વીકારવા કે નકારવાનો સમાવેશ થાય છે.

અનુમાન અને નિરાધાર કલ્પનાઓ

વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતો ત્યારે જ સ્વીકાર્ય બને છે જ્યારે તેને સંબંધિત અવલોકનો અથવા પ્રયોગો દ્વારા તેની સત્યાર્થતા ચકાસી શકાય

Physics

કુદરતના મૂળભૂત નિયમોના અભ્યાસ તથા વિવિધ પ્રાકૃતિક ઘટનાઓમાં તેની અભિવ્યક્તિ રજૂ કરતા વિજ્ઞાનને આપણે ભૌતિકવિજ્ઞાન કહી શકીએ.

મુખ્ય વિચારો

એકીકીકરણ : ભૌતિકવિજ્ઞાનની મહત્વની પ્રગતિ ઘણીવાર વિવિધ સિદ્ધાંતો, નિયમો અને પ્રભાવક્ષેત્રોના એકીકીકરણ તરફ દોરી જાય છે.

ન્યૂનીકરણ : કોઇ મોટા અને ખૂબ જ જટિલ તંત્રના ગુણધર્મો અને તેનાં સાદા ઘટકો વચ્ચેની આંતરક્રિયાના ગુણધર્મો તારવવા તે એક સંબંધિત પ્રયત્ન છે. આવા પ્રયત્નોને ન્યૂનીકરણ કહે છે અને તે ભૌતિકવિજ્ઞાનનું હાર્દ છે.

મુખ્ય પ્રભાવક્ષેત્રો

સ્થૂળ પ્રભાવક્ષેત્ર : પૃથ્વી પરની તથા ખગોળિય સ્તરની ઘટનાઓનો સમાવેશ પ્રયોગશાળમાં થાય છે.

- પ્રચલિત ભૌતિકવિજ્ઞાનમાં યંત્રશાસ્ત્ર, ઈલેક્ટ્રૉડાયનેમિક્સ, પ્રકાશશાસ્ત્ર અને થરમૉડાયનેમિક્સ જેવી વિદ્યાશાખાઓમાં સ્થૂળ ઘટનાઓનો અભ્યાસ થાય છે.

સૂક્ષ્મ પ્રભાવક્ષેત્ર : સૂક્ષ્મ પ્રભાવક્ષેત્રમાં પરમાણ્વીક, આણ્વીક અને ન્યુક્લિયર ઘટનાઓનો સમાવેશ થાય છે.

કુદરતમાં પ્રવર્તતા મૂળભૂત બળો

પ્રબળ ન્યુક્લિયર બળ

- ન્યુક્લિયોન્સ વચ્ચે લાગે
- લઘુઅંતરીય (10^{-15}m)
- સાપેક્ષ પ્રબળતા = 1
- સૌથી પ્રબળ

વિદ્યુતચુંબકીય બળ

- સ્થિર વિદ્યુતભારો વચ્ચે વિદ્યુતબળ અને ગતિમાં રહેલા વિદ્યુતભારોના લીધે ચુંબકીય બળ લાગે
- ગુરુઅંતરિય
- સાપેક્ષ પ્રબળતા = 10^{-2}
- આકર્ષી અને અપાકર્ષી

નિર્બળ ન્યુક્લિયર બળ

- નિશ્ચિત ન્યુક્લિયરપ્રક્રિયાઓમાં (β – કણનું ઉત્સર્જન) ઈલેક્ટ્રોન અને ન્યુટ્રિનો વચ્ચે
- અવધિ અતિસૂક્ષ્મ (10^{-16}m)
- સાપેક્ષ પ્રબળતા = 10^{-13}

ગુરુત્વાકર્ષણ બળ

- પદાર્થો વચ્ચે દ્રવ્યમાનના લીધે લાગે
- આકર્ષી

ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમોની પ્રકૃતિ

- સમય સમાંગ (સ્થાનાંતર સંમિતિ) એ ઊર્જાસંરક્ષણના નિયમને સમતુલ્ય છે.
- અવકાશ સમાંગ (સ્થાનાંતર સંમિતિ) એ રેખીય વેગમાન સંરક્ષણના નિયમને સમતુલ્ય છે.
- અવકાશ સમદિગ્ધર્મી(વિશિષ્ટ દિશા ન હોય) એ કોણીય વેગમાન સંરક્ષણના નિયમને સમતુલ્ય છે.
- વીજભાર સંરક્ષણનો નિયમ અને મૂળભૂત કણોનાં લક્ષણો કેટલીક અમૂર્ત સંમિતિઓ સાથે સંકળાયેલ હોઈ શકે.
- ગુરુત્વાકર્ષણનો નિયમ સમગ્ર વિશ્વમાં સમાન રૂપે લાગુ પડે છે.

Created By
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ :– 2 એકમો અને માપન

એકમ પદ્ધતિઓ

- CGS (સેન્ટીમીટર, ગ્રામ, સેકન્ડ)
- FPS (ફુટ, પાઉન્ડ, સેકન્ડ)
- MKS(મીટર, કિલોગ્રામ, સેકન્ડ)
- MKSA(મીટર, કિલોગ્રામ, સેકન્ડ, એમ્પિયર)
- SI (Sustem of International)

(મીટર, કિલોગ્રામ, સેકન્ડ, એમ્પિયર, કેલ્વિન, મોલ, કેન્ડેલા)

પૂરક રાશિઓ

- સમતલકોણ–રેડિયન(rad)
- ઘનકોણ–સ્ટીરેડિયન(sr)

માપન

લંબાઇનું માપન

પ્રત્યક્ષ માપન :-

- મીટર પટ્ટી ~ $10^{-3}\ m$ થી 10^{2} m
- વર્નિયર કેલીપર્સ ~ $10^{-4}\ m$
- માઇક્રોમીટર સ્ક્રુગેજ, સ્ફેરોમીટર ~ $10^{-5}\ m$

પરોક્ષ માપન :-

- દ્રષ્ટિસ્થાનભેદની રીતે : પૃથ્વીથી ઘણે દૂર આવેલા ગ્રહનું અંતર $D = \frac{b}{\theta}$
- ગ્રહનો કોણીય વ્યાસ $\alpha = \frac{d}{D}$

લંબાઇનો વિસ્તાર

- ન્યુક્લિયસનું પરિણામ 10^{-14} m અવલોકિત વિશ્વનું પરિમાણ 10^{26} m

દળનું માપન

દળના માપક્રમનો વિસ્તાર :–

ઇલેક્ટ્રોનનું દ્રવ્યમાન $10^{-30}kg$ થી અવલોકિત વિશ્વનું દ્રવ્યમાન $10^{55}kg$

સમયનું માપન

સમયનો વિસ્તાર 10^{-22} થી 10^{18}

ત્રુટિ

વ્યવસ્થિત ત્રુટિ :

- સાધનની ત્રુટિ
- પ્રયોગની ટેકનીક અથવા પદ્ધતિમાં રહેલી અપૂર્ણતા
- વ્યક્તિગત ત્રુટિ

અવ્યવસ્થિત ત્રુટિ

- નિરપેક્ષ ત્રુટિ $|\Delta a|$ હંમેશા ધન હોય
- સરેરાશ નિરપેક્ષ ત્રુટિ

$$\Delta a_{mean} = \left[\frac{|\Delta a_1| + |\Delta a_2| + \cdots + |\Delta a_n|}{n}\right]$$

- સાપેક્ષ ત્રુટિ $= \frac{\Delta a_{mean}}{a_{mean}}$
- પ્રતિશત ત્રુટિ કહે છે.

$$\delta a = \left(\frac{\Delta a_{mean}}{a_{mean}}\right) \times 100\%$$

ત્રુટિઓનું સંયોજન

- સરવાળાની ત્રુટિ

$$Z = A + B \text{ તો } \Delta Z = \Delta A + \Delta B$$

- તફાવતની ત્રુટિ

$$Z = A - B \text{ તો } \Delta Z = \Delta A + \Delta B$$

- ગુણાકારની ત્રુટિ

$$Z = AB \text{ તો } \frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$$

- ભાગાકારની ત્રુટિ

$$Z = \frac{A}{B} \text{ તો } \frac{\Delta Z}{Z} = \frac{\Delta A}{A} + \frac{\Delta B}{B}$$

- ઘાતાંકની ત્રુટિ

$$Z = A^k \text{ તો } \frac{\Delta Z}{Z} = k\frac{\Delta A}{A}$$

સાર્થક અંક :-

- બધા જ શૂન્યેતર અંકો સાર્થક અંક છે.
- સંખ્યામાં જો દશાંશચિહ્ન હોય તો તે ગમે ત્યાં હોય તો પણ બે શૂન્યેતર અંકોની વચ્ચે આવેલા બધા જ શૂન્યાંકો સાર્થક અંક છે.
- જો સંખ્યા 1 કરતાં નાની હોય તો દશાંશચિહ્ન ની જમણી તરફના પરંતુ પ્રથમ શૂન્યેતર અંકની ડાબી તરફના અંકો સાર્થક અંક નથી. (0.002308) લીટી દોરેલ શૂન્યાંકો સાર્થક નથી.
- દશાંશચિહ્ન સિવાયની સંખ્યામાં અંતિમ શૂન્યેતર અંકની જમણી તરફના શૂન્યાંકો સાર્થક અંક નથી. દા.ત.12300=1230=123 માં ત્રણ જ સાર્થક અંકો છે.
- દશાંશચિહ્ન વાળી સંખ્યામાં અંતિમ શૂન્યેતર અંક પછીના બધા જ શૂન્યાંકો સાર્થક અંકો છે. દા.ત. 3.500 અને 0.06900 માં ચાર સાર્થક અંકો છે.

Created By
A. G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 3 સુરેખપથ પર ગતિ

સ્થાન

- પદાર્થનું સ્થાન દર્શાવવા માટે સંદર્ભબિંદુની જરૂર પડે અને યામપદ્ધતિના ઉગમબિંદુને સંદર્ભબિંદુ તરીકે લેવામાં આવે છે. તથા યામાક્ષ પદ્ધતિને નિર્દેશફ્રેમ કહે છે.

પથલંબાઇ

- પદાર્થે કાપેલા કુલ અંતરને પથલંબાઇ કહે છે.
- અદિશ રાશિ
- એકમ : મીટર (m)

સ્થાનાંતર

- પદાર્થના સ્થાનમાં થતા ફેરફારને સ્થાનાંતર કહે છે. (પ્રારંભિક સ્થાન અને અંતિમ સ્થાન વચ્ચેના અંતર ને સ્થાનાંતર કહે છે.)
- સદિશ રાશિ
- એકમ : મીટર (m)

સાપેક્ષ વેગ

- પદાર્થ A ની સાપેક્ષે B નો વેગ

$$v_{BA} = v_B - v_A$$

- પદાર્થ B ની સાપેક્ષે A નો વેગ

$$v_{AB} = v_A - v_B$$

સરેરાશ વેગ

- સ્થાનાંતર અને તે માટે લાગતા સમય ગાળાના ગુણોત્તરને સરેરાશ વેગ કહે છે.

$$\overline{v} = \frac{\text{સ્થાનાંતર}}{\text{કુલ સમયગાળો}}$$

$$\overline{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

- સદિશ રાશિ
- એકમ : ms^{-1}

સરેરાશ ઝડપ

- પદાર્થ દ્વારા કપાયેલ કુલ પથલંબાઇ અને તે માટે લાગતા સમય ગાળાના ગુણોત્તરને સરેરાશ ઝડપ કહે છે.

$$\text{સરેરાશ ઝડપ} = \frac{\text{પથલંબાઇ}}{\text{કુલ સમયગાળો}}$$

- અદિશ રાશિ
- એકમ : ms^{-1}

તત્કાલીન વેગ અને ઝડપ

- તત્કાલીન વેગ $v = \frac{dx}{dt}$
- જો પદાર્થ નિયમિત ગતિ કરતો હોય તો

સરેરાશ વેગ = તત્કાલીન વેગનું મૂલ્ય

- તત્કાલીન વેગનું મૂલ્ય તત્કાલીન ઝડપ જેટલું હોય છે.
- તત્કાલીન વેગ = સદિશ રાશિ
- તત્કાલીન ઝડપ = અદિશ રાશિ
- એકમ : ms^{-1}

સરેરાશ પ્રવેગ

- સરેરાશ પ્રવેગ $= \frac{\text{વેગમાં થતો ફેરફાર}}{\text{સમયગાળો}}$
- $< a > = \overline{a} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$
- $< a > = \frac{\Delta v}{\Delta t}$
- સદિશ રાશિ
- એકમ : ms^{-2}
- પારિમાણિક સૂત્ર $[M^0L^1T^{-2}]$

તત્કાલીન પ્રવેગ

- તત્કાલીન પ્રવેગ $a = \frac{dv}{dt}$
- જો પ્રવેગ નિયમિત(અચળ) હોય તો

સરેરાશ પ્રવેગ = તત્કાલીન પ્રવેગ

- સદિશ રાશિ
- એકમ : ms^{-2}
- પારિમાણિક સૂત્ર $[M^0L^1T^{-2}]$

નિયમિત (અચળ) પ્રવેગી ગતિ

- નિયમિત (અચળ) પ્રવેગી ગતિ માટેના સમીકરણો
  - $v = v_0 + at$
  - $x = v_0t + \frac{1}{2}at^2$
  - $2ax = v^2 - {v_0}^2$
  - $x = (\frac{v+v_0}{2})t$
- n મી સેકન્ડમાં કાપેલું અંતર

$$d = v_0 + \frac{a}{2}(2n - 1)$$

ગુરૂત્વ પ્રવેગી ગતિ

- અધોદિશામાં થતી ગતિ માટે (મૂક્ત પતન) :
  - $v = gt$
  - $h = \frac{1}{2}gt^2$
  - $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
  - $v = \sqrt{2gh}$
- ઉર્ધ્વદિશામાં થતી ગતિ માટે :
  - $v_0 = -gt$
  - $h = v_0t - \frac{1}{2}gt^2$
  - $v_0 = \sqrt{2gh}$

Created By
A. G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ : 4 સમતલમાં ગતિ

રાશિઓ

☯ અદિશ રાશિ :

✍ જે રાશિનું ફક્ત મૂલ્ય જાણવાથી સંપૂર્ણ માહિતી મળે તેવી રાશિને અદિશ રાશિ કહે છે.

✍ દા.ત. :– પથલંબાઈ, ઝડપ, સમય, તાપમાન, કદ, ઘનતા ....વગેરે

☯ સદિશ રાશિ :

✍ જે રાશિને દર્શાવવા માટે મૂલ્ય ઉપરાંત દિશાની જરૂર પડે તેવી રાશિને સદિશ રાશિ કહે છે.

✍ દા. ત. :– સ્થાનાંતર, વેગ, પ્રવેગ, વેગમાન, ક્ષેત્રફળ,... વગેરે

સદિશોના પ્રકારો

✍ સ્થાન સદિશ

✍ સ્થાનાંતર સદિશ

✍ સમાંતર સદીશો

✍ સમાન સદીશો

✍ પ્રતિ સમાંતર સદીશો

✍ અસામાંતર સદિશો

✍ શૂન્ય સદિશ

✍ એકમ સદિશ :

✧ એકમ સદિશ $= \frac{\text{સદિશ}}{\text{સદિશનું મૂલ્ય}}$

✧ $\hat{u} = \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$

સદિશ સ્વરૂપે પ્રવેગ

☯ સરેરાશ વેગ : $< \vec{a} > = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$

☯ તત્કાલીન વેગ : $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

✍ વેગનું મૂલ્ય : $|\vec{a}| = \sqrt{{a_x}^2 + {a_y}^2}$

✍ દિશા : વેગમાં થતા ફેરફારની દિશામાં

સદિશોના ગુણધર્મો

☯ સદિશોના સરવાળા–બાદબાકી :

✍ $\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$

✍ $\vec{R} = (A_x + B_x)\hat{\imath} + (A_y + B_y)\hat{\jmath} + (A_z + B_z)\hat{k}$

☯ સદિશોનું વિભાજન :

✍ $A_x = A\cos\theta, A_y = A\sin\theta$

✍ $\vec{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath}, \vec{A} = A\cos\theta\,\hat{\imath} + A\sin\theta\,\hat{\jmath}$

✍ મૂલ્ય $|\vec{A}| = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2}$,દિશા $\theta = tan^{-1}\frac{A_y}{A_x}$

☯ બે સદિશોના અદિશ ગુણાકાર :

✍ $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta$

✍ $\vec{A}\cdot\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$

☯ બે સદિશોના સદિશ ગુણાકાર :

✍ $\vec{c} = \vec{a}\times\vec{b}$, મૂલ્ય (માન) : $c = ab\sin\theta$

✍ $\vec{a}\times\vec{b} = \begin{vmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$

✍ $\vec{a}\times\vec{b} = (a_yb_z - a_zb_y)\hat{\imath} + (a_zb_x - a_xb_z)\hat{\jmath} + (a_xb_y - a_yb_x)\hat{k}$

☯ સમાંતર બાજુ ચતુષ્કોણના નિયમો :

✍ સમાંતર બાજુ ચતુષ્કોણનો cosine નિયમ :

$$\vec{R} = |\vec{A} + \vec{B}| = \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB\cos\theta}$$

✍ સમાંતર બાજુ ચતુષ્કોણનો sine નિયમ :

$$\frac{A}{\sin\alpha} = \frac{B}{\sin\beta} = \frac{R}{\sin\theta}$$

✍ દિશા : $\tan\alpha = \frac{B\sin\theta}{A+B\cos\theta}$

સદિશ સ્વરૂપે વેગ

☯ સરેરાશ વેગ : $< \vec{v} > = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$

☯ તત્કાલીન વેગ : $\vec{v} = \frac{d\vec{r}}{dt}$

✍ વેગનું મૂલ્ય : $|\vec{v}| = \sqrt{{v_x}^2 + {v_y}^2}$

✍ વેગની દિશા : $\tan\theta = \frac{v_y}{v_x}$ તેથી $\theta = tan^{-1}\frac{v_y}{v_x}$

અચળ પ્રવેગી ગતિ માટેના સમીકરણો

- $\vec{v} = \vec{v}_0 + \vec{a}t$
  - $v_x = v_{0x} + a_x t$
  - $v_y = v_{0y} + a_y t$
- $\vec{r} - \vec{r}_0 = \vec{v}_0 t + \frac{1}{2}\vec{a}t^2$
  - $x = x_0 + v_{0x}t + \frac{1}{2}a_x t^2$
  - $y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}a_y t^2$

સાપેક્ષ વેગ

- પદાર્થ A નો B ની સાપેક્ષે વેગ
  $\vec{v}_{AB} = \vec{v}_A - \vec{v}_B$
- પદાર્થ B નો A ની સાપેક્ષે વેગ
  $\vec{v}_{BA} = \vec{v}_B - \vec{v}_A$
- તેથી $\vec{v}_{AB} = -\vec{v}_{BA}$
  અને $|\vec{v}_{AB}| = |\vec{v}_{BA}|$

પ્રક્ષિપ્ત ગતિ

- પ્રવેગના બે ઘટકો :
  - સમક્ષિતિજ દિશામાં $a_x = 0$
  - અધોદિશામાં $a_y = -g$
- ગતિપથનું સમીકરણ :

$$y = \tan\theta_0\, x - \frac{1}{2}g\frac{x^2}{{v_0}^2\cos^2\theta_0}$$

- મહત્તમ ઊંચાઇ માટે લાગતો સમય :

$$t_m = \frac{v_0\sin\theta_0}{g}$$

- કુલ ઉડ્ડયન સમય :

$$T_f = \frac{2v_0\sin\theta_0}{g}$$

- મહત્તમ ઊંચાઇ :

$$h_m = \frac{{v_0}^2\sin^2\theta_0}{2g}$$

- સમક્ષિતિજ અવધિ :

$$R = \frac{{v_0}^2\sin 2\theta_0}{g}$$

- મહત્તમ સમક્ષિતિજ અવધિ :

$$R_m = \frac{{v_0}^2}{g}$$

- θ જેટલા પ્રક્ષિપ્ત કોણ માટે : $\tan\theta = \frac{4H}{R}$
  જો $R = nH$ તો $\theta = \tan^{-1}\frac{4}{n}$

નિયમિત વર્તુળાકાર ગતિ

- કોણીય સ્થાનાંતર : $\theta = \frac{d}{r}$
- રેખીય વેગ : $v = \frac{2\pi r}{T}$
- સરેરાશ પ્રવેગ $< \vec{a} >$ ની દિશા $\overrightarrow{\Delta v}$ ની દિશામાં હોય છે.
- તેથી પ્રવેગની દિશા વર્તુળના કેન્દ્ર તરફ હશે.
- કેન્દ્ર ગામી પ્રવેગ :

$$a_c = \frac{v^2}{r} = r\omega^2 = r\alpha$$

સમક્ષિતિજ પ્રક્ષિપ્ત ગતિ

- h ઉંચાઇ પરથી સમક્ષિતિજ ફેંકેલા પદાર્થ માટે :
- ગતિ પથ $y = \frac{1}{2}\frac{gx^2}{{v_0}^2}$
- સમય $t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$
- સમક્ષિતિજ દિશામાં કાપેલ મહત્તમ અંતર

$$x = vt = v\sqrt{\frac{2h}{g}}$$

- કોઇપણ સમયે વેગે સમક્ષિતિજ સાથે બનાવેલ કોણ : $\theta = \tan^{-1}\frac{gt}{v}$

Created By :-
A. G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 5 ગતિના નિયમો

જડત્વનો ગુણધર્મ

જડત્વનો ગુણધર્મ : "જો ચોખ્ખું બાહ્ય બળ શૂન્ય હોય તો સ્થિર પદાર્થ સ્થિર જ રહે છે અને ગતિમાન પદાર્થ નિયમિત વેગથી ગતિ ચાલુ રાખે છે."

- જડત્વ એટલે "ફેરફારનો વિરોધ"
- જડત્વનું માપ એટલે દળ, જે પદાર્થનું દળ વધુ તેનું જડત્વ વધુ અને દળ ઓછું તેનું જડત્વ ઓછું

ન્યુટનના ગતિના નિયમો

ન્યુટનની ગતિનો પહેલો નિયમ :

"જો પદાર્થ પર ચોખ્ખુ બાહ્ય બળ શૂન્ય હોય તો તેનો પ્રવેગ શૂન્ય હોય છે. જો પદાર્થ પર ચોખ્ખું બાહ્ય બળ લાગતું હોય તો જ તેનો પ્રવેગ અશૂન્ય હોય છે."

- ન્યુટનની ગતિનો પહેલો નિયમએ બળની વ્યાખ્યા આપે છે.

વેગમાન : "પદાર્થના દળ અને વેગના ગુણાકારને વેગમાન(p) કહે છે"

$$p = mv$$

ન્યુટનની ગતિનો બીજો નિયમ : "પદાર્થના વેગમાનના ફેરફારનો દર એ લાગુ પાડેલ બળના સમપ્રમાણમાં અને લગાડેલા બળની દિશામાં હોય છે."

$$\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}, \vec{F} = m\vec{a}$$

- બીજો નિયમએ બળનું મૂલ્ય આપે છે.

ન્યુટનની ગતિનો ત્રીજો નિયમ :

"દરેક ક્રિયાબળને હંમેશા સમાન અને વિરુદ્ધ દિશામાંનું પ્રતિક્રિયા બળ હોય છે".

- ક્રિયા બળ અને પ્રતિક્રિયા બળ એક જ પદાર્થ પર નહીં પણ બે જુદા પદાર્થો પર લાગે છે.

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$

- ત્રીજો નિયમએ બળની માહિતી આપે છે.

ઘર્ષણ

સ્થિત ઘર્ષણ બળ : સ્થિત ઘર્ષણ બળએ પદાર્થની અપેક્ષિત ગતિનો વિરોધ કરે છે.

- સંપર્ક સપાટીના ક્ષેત્રફળ પર આધારિત નથી.
- લંબબળના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

$$\therefore F_{s(max)} \propto N, \quad \therefore F_{s(max)} = \mu_s N$$

- જ્યાં μ_s =સ્થિત ઘર્ષણાંક, મૂલ્યનો આધાર સંપર્ક સપાટીના પ્રકાર, દ્રવ્યની જાત અને તાપમાન પર છે.
- જે પરિમાણ રહિત તથા એકમ રહિત છે.

ગતિક ઘર્ષણ બળ : સંપર્કમાં રહેલી સપાટીઓની સાપેક્ષ ગતિનો વિરોધ કરતા ઘર્ષણ બળને ગતિક ઘર્ષણ કહે છે.

- સંપર્ક સપાટીના ક્ષેત્રફળ પર આધારિત નથી.
- પદાર્થના સાપેક્ષ વેગ પર આધારિત નથી.
- લંબ બળના સમપ્રમાણ હોય છે.

$$\therefore F_k \propto N, \therefore F_k = \mu_k N$$

જ્યાં μ_k = ગતિક ઘર્ષણાંક

રોલિંગ ઘર્ષણબળ : પદાર્થ ગબડતો હોય ત્યારે લાગતા ઘર્ષણબળને રોલિંગ ઘર્ષણબળ કહે છે.

- સમાન દળના પદાર્થ માટે રોલિંગ ઘર્ષણ, સ્થિતિ અને ગતિક ઘર્ષણબળ કરતાં 100 કે 1000 માં ભાગનું હોય છે

વેગમાન સંરક્ષણ

☯ નિયમ :- "આંતર ક્રિયા કરતા કણોના અલગ કરેલા તંત્રનું કુલ વેગમાન અચળ રહે છે."

✍ કણોના બનેલા તંત્ર માટે ન્યૂટનનો ગતિનો બીજો નિયમ એ ત્રીજા નિયમ પરથી સમજી શકાય છે.

✍ પ્રારંભિક વેગમાન = અંતિમ વેગમાન

$$m_1\vec{v}_1 = m_2\vec{v}_2$$

કણનું સંતુલન

✍ એક બિંદુગામી બળો $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$ અને $\vec{F}_3$ ની અસર હેઠળ સંતુલન માટે, આ ત્રણ બળોનો સદિશ સરવાળો શૂન્ય થાય.

$$\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 = 0$$

✍ જો કણ પર લાગતા બળો $\vec{F}_1$, $\vec{F}_2$,....$\vec{F}_n$ લઈએ તો કણના સંતુલન માટે, $\sum \vec{F} = 0$

વર્તુળાકાર માર્ગ પર વાહનની ઝડપ

☯ સમક્ષિતિજ વર્તુળાકાર માર્ગ પર ગતિ કરતા વાહન માટે મહતમ ઝડપનું સુત્ર :

$$v_{max} = \sqrt{\mu_s R g}$$

☯ ઢોળાવ વાળા વર્તુળાકાર રસ્તા પર વાહનની મહતમ ઝડપનું સુત્ર :

$$v_{max} = \sqrt{Rg\left(\frac{\tan\theta + \mu_s}{1 - \mu_s \tan\theta}\right)}$$

✍ ઓપ્ટીમમ (ઇસ્ટ) ઝડપ ($\because \mu_s = 0$) :

$$v_0 = \sqrt{Rg\tan\theta}$$

✍ જો $\tan\theta \le \mu_s$ હોય તો જ કારને ઢોળાવવાળા રસ્તા પર પાર્ક કરી શકાય.

Free Body Diagram (FBD)

☯ ઉદાહરણો :

✍ લિફ્ટમાં વ્યક્તિનું વજન :

- લિફ્ટ સ્થિર હોય અથવા અચળ વેગથી ઉપર કે નીચે જતી હોય તો લિફ્ટ અને વ્યક્તિનો પ્રવેગ શૂન્ય ($a = 0$) થશે તેથી આભાસી બળ શૂન્ય ($ma = 0$) હોય, આથી લિફ્ટમાં વ્યક્તિનું વજન, $W = mg$
- લિફ્ટ ઉર્ધ્વદિશામાં a જેટલા પ્રવેગથી ગતિ કરે ત્યારે વ્યક્તિ પર લાગતું આભાસી બળ (ma) અધોદિશામાં હોય છે, આથી લિફ્ટમાં વ્યક્તિનું વજન, $W = mg + ma = m(g + a)$
- લિફ્ટ અધોદિશામાં a જેટલા પ્રવેગથી ગતિ કરે ત્યારે વ્યક્તિ પર લાગતું આભાસી બળ (ma) ઉર્ધ્વ–દિશામાં હોય છે, આથી લિફ્ટમાં વ્યક્તિનું વજન, $W = mg - ma = m(g - a)$
- ગુરુત્વાકર્ષણ બળની અસર હેઠળ લિફ્ટ મુક્ત પતન કરે ત્યારે લિફ્ટનો પ્રવેગ $a = g$ થશે, તેથી વ્યક્તિ પર લાગતું આભાસી બળ (mg) ઉર્ધ્વ–દિશામાં હશે, આથી લિફ્ટમાં વ્યક્તિનું વજન, $W = mg - mg = 0$

Created By :-
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 6 કાર્ય, ઊર્જા અને પાવર

અદિશ ગુણાકાર

બે સદિશોના અદિશ ગુણાકાર :

- $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB\cos\theta$
- $\vec{A}\cdot\vec{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$
- જો $\vec{A}||\vec{B}$, તો $\vec{A}\cdot\vec{B} = AB$
- જો $\vec{A}\perp\vec{B}$, તો $\vec{A}\cdot\vec{B} = 0$
- બે એકમ સદિશો માટે

$$\hat{\imath}\cdot\hat{\imath} = \hat{\jmath}\cdot\hat{\jmath} = \hat{k}\cdot\hat{k} = 1$$
$$\hat{\imath}\cdot\hat{\jmath} = \hat{\jmath}\cdot\hat{k} = \hat{k}\cdot\hat{\imath} = 0$$

કાર્ય

અચળ બળ વડે થતું કાર્ય

$$W = \vec{F}\cdot\vec{d} = F\,d\cos\theta$$

- $0 \le \theta < 90°$ માટે કાર્ય ધન અને પદાર્થ પર કાર્ય થાય.
- $90° < \theta \le 180°$ માટે કાર્ય ઋણ અને પદાર્થ વડે કાર્ય થાય.

ચલ બળ વડે થતું કાર્ય :

$$W = \int_{x_i}^{x_f} F(x)dx$$

- કાર્ય ઊર્જા પ્રમેય : $\Delta K = W$

$$K_f - K_i = W$$

- સ્થિત ઘર્ષણ વડે થયેલુ કાર્ય હંમેશા શૂન્ય હોય છે.
- ગતિક ઘર્ષણ વડે તંત્ર પર થયેલુ કાર્ય હંમેશા ઋણ હોય છે.

ઊર્જા

- ગતિ ઊર્જા : $K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{P^2}{2m} = \frac{1}{2}Pv$
- સ્થિતિ ઊર્જા : $F = -\frac{dU(h)}{dh}$

$$W = U_i - U_f$$

- ગુરુત્વ સ્થિતિ ઊર્જા :

$$U(h) = mgh$$

- પુનઃસ્થાપક બળ : $F_x = -kx$
- જ્યાં k = સ્પ્રિંગ અચળાંક, એકમ : Nm^{-1}
- સ્પ્રિંગમાં સંગ્રહિત સ્થિતિ ઊર્જા $= \frac{1}{2}kx^2$
- કુલ યાંત્રિક ઊર્જા : $E = U + K$

$$E = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv^2$$

પાવર

પાવર : એકમ સમયમાં થતાં કાર્યને કાર્યત્વરા અથવા પાવર કહે છે.

- સરેરાશ પાવર : $P_{av} = \frac{W}{t}$
- તત્કાલીન પાવર : $P = \frac{dW}{dt}$
- $P = \vec{F}\cdot\vec{v}$
- અદિશ રાશિ
- એકમ : JS^{-1} અથવા $W(watt)$
- પારિમાણિક સૂત્ર : $[M^1L^2T^{-3}]$

સંઘાત

- "દળ ધરાવતા બે પદાર્થોની અથડામણને સંઘાત કહે છે."
- **સ્થિતિસ્થાપક અથડામણ :** સંઘાત દરમિયાન વેગમાન, કુલ ઊર્જા અને કુલ ગતિઊર્જા ત્રણેયનું સંરક્ષણ થાય.
- **અસ્થિતિસ્થાપક અથડામણ :** સંઘાત દરમિયાન વેગમાન અને કુલ ઊર્જાનું સંરક્ષણ થાય પરંતુ કુલ ગતિઊર્જાનું સંરક્ષણ ન થાય.

એક પરિમાણમાં થતાં સંઘાત : m_1 દળવાળા પદાર્થનો વેગ v_1 અને m_2 દળવાળા પદાર્થનો વેગ v_2 હોય તો સંઘાત બાદ

- $v'_1 = \frac{m_1 - em_2}{m_1+m_2}v_1 + \frac{(1+e)m_2}{m_1+m_2}v_2$
- $v'_2 = \frac{m_2 - em_1}{m_1+m_2}v_2 + \frac{(1+e)m_1}{m_1+m_2}v_1$

જ્યાં e = રેસ્ટિટ્યુશન ગુણાંક $= \frac{v'_2 - v'_1}{v_1 - v_2}$

- સંપૂર્ણ સ્થિતિસ્થાપક સંઘાત માટે, $e = 1$
- સંપૂર્ણ અસ્થિતિસ્થાપક સંઘાત માટે, $e = 0$

અસ્થિતિસ્થાપક સંઘાત : m_1 દળવાળા પદાર્થનો વેગ v_1 અને m_2 દળવાળા પદાર્થનો વેગ v_2 હોય તો અસ્થિતિસ્થાપક સંઘાત બાદ સંયુક્ત વેગ, $v = \frac{m_1v_1 - m_2v_2}{m_1+m_2}$

- પ્રથમ પદાર્થનોવેગ, $v'_1 = \frac{v}{2}(1-e)$
- બીજાપદાર્થનો વેગ, $v'_2 = \frac{v}{2}(1+e)$
- કુલ ઊર્જામાં થતો ઘટાડો, $\Delta K = \frac{1}{2}\left(\frac{m_1m_2}{m_1+m_2}\right)(1-e^2)(v_1-v_2)^2$
- h ઊંચાઈ પરથી પદાર્થ જમીન પર અથડાતાં n-અથડામણ બાદ પદાર્થે પ્રાપ્ત કરેલ ઊંચાઇ $h_n = e^{2n}h$
- પદાર્થ સ્થિર થાય તે પહેલાં પદાર્થે કાપેલ અંતર, $d = h\left(\frac{1+e^2}{1-e^2}\right)$
- પદાર્થને સ્થિર થવા માટે લાગતો સમય, $t = \left(\frac{1+e}{1-e}\right)\sqrt{\frac{2h}{g}}$

Created By :-
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 7 કણોનાં તંત્રો અને ચાકગતિ

દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર અને ગુરુત્વ કેન્દ્ર

- નિયમિત ગુરૂત્વમાં કે ગુરુત્વમુક્ત અવકાશમાં, પદાર્થનું ગુરુત્વ કેન્દ્ર એ દ્રવ્યમાન કેન્દ્ર પર સંપાત થાય છે.
- મોટા પદાર્થ માટે દ્રવ્યમાન કેન્દ્રને ગુરુત્વાકર્ષણ સાથે કોઇ સંબંધ નથી.
- દ્રવ્યમાન કેન્દ્રનો સ્થાન સદિશ

$$\vec{R} = \frac{\sum m_i \vec{r}_i}{M}, \vec{R} = X\hat{i} + Y\hat{j} + Z\hat{k}$$

✧ ઘટકો : $X = \frac{\sum m_i x_i}{M}, \ Y = \frac{\sum m_i y_i}{M}, \ Z = \frac{\sum m_i z_i}{M}$

- અર્ધવર્તુળાકાર રિંગ માટે, $Y_{cm} = \frac{2R}{\pi}$
- અર્ધવર્તુળાકાર તક્તી માટે, $Y_{cm} = \frac{4R}{3\pi}$

- દ્રવ્યમાન કેન્દ્રનો સ્થાન સદિશ :

$$\vec{r}_{cm} = \frac{m_1\vec{r}_1 + m_2\vec{r}_2 + \cdots}{m_1 + m_2}$$

- દ્રવ્યમાન કેન્દ્રનો વેગ :

$$\vec{v}_{cm} = \frac{m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 + \cdots}{m_1 + m_2}$$

- દ્રવ્યમાન કેન્દ્રનો પ્રવેગ :

$$\vec{a}_{cm} = \frac{m_1\vec{a}_1 + m_2\vec{a}_2 + \cdots}{m_1 + m_2}$$

✧ $\vec{F}_{ext} = 0$, *તેથી* $\vec{v}_{cm} =$ અચળ

✧ $\vec{a}_{cm} = 0, \ \vec{P}_{cm} =$ અચળ

- **કોણીય વેગમાનનું સંરક્ષણ :** જો અલગ કરેલા તંત્ર પર લાગતું બાહ્ય ટોર્ક શૂન્ય હોય તો તંત્રનું કૂલ કોણીય વેગમાન અચળ રહે છે.

✧ $\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{\tau}_{(ext)}$ મુજબ $\vec{\tau}_{(ext)} = 0$ હોય તો

$\frac{d\vec{L}}{dt} = 0$ તેથી $\vec{L} = I\vec{\omega} =$ અચળ

✧ $\therefore I_1\omega_1 = I_2\omega_2$

ચાકગતિ

- સ્થિર અક્ષને અનુલક્ષીને દ્રઢ પદાર્થના પરિભ્રમણમાં, પદાર્થનો દરેક કણ વર્તુળ માર્ગ પર ગતિ કરે છે, જે વર્તુળ માર્ગો અક્ષના લંબસમતલમાં છે અને તેમના કેન્દ્રો અક્ષ પર હશે.
- કોણીય સ્થાનાંતર : $\theta = \frac{\text{ચાપ}}{\text{ત્રિજ્યા}}$
- કોણીય વેગ : $\vec{\omega} = \frac{d\vec{\theta}}{dt}$
- કોણીય પ્રવેગ : $\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$
- કોણીય વેગ અને રેખીય વેગ વચ્ચેનો સદિશ સંબંધ :

$$\vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$

- અદિશ સંબંધ : $v = \omega r$
- બળની ચાકમાત્રા (ટોર્ક) : $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}, \ \tau = rF\sin\theta$
- કણનું કોણીયવેગમાન : $\vec{l} = \vec{r} \times \vec{p}, \ l = rp\sin\theta$
- કોણીય વેગમાન અને ટોર્ક વચ્ચેનો સંબંધ : $\frac{d\vec{l}}{dt} = \vec{\tau}$
- ટોર્ક વ્દારા થતું કાર્ય : $W = \tau d\theta$, પાવર : $P = \tau\omega$

દ્રઢ પદાર્થનું સંતુલન

- **રેખીય સંતુલન :** દ્રઢ પદાર્થ પરનું કુલ બળ એટલે કે બળોનો સદિશ સરવાળો શૂન્ય હોય તો તે પદાર્થનું રેખીય વેગમાન અચળ રહે છે. અને પદાર્થ રેખીય સંતુલનમાં છે તેમ કહેવાય

✧ $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \cdots + \vec{F}_n = 0$

$$\therefore \sum_{i=0}^{n} \vec{F}_i = 0$$

- **ચાકગતીય સંતુલન :** દ્રઢ પદાર્થ પરનું કુલ ટોર્ક એટલે કે બધા જ ટોર્કનો સદિશ સરવાળો શૂન્ય હોય તો પદાર્થનું કુલ કોણીય વેગમાન અચળ રહે છે. અને પદાર્થ ચાકગતીય સંતુલનમાં છે તેમ કહેવાય

✧ $\vec{\tau}_1 + \vec{\tau}_2 + \cdots + \vec{\tau}_n = 0$

$$\therefore \sum_{i=0}^{n} \vec{\tau}_i = 0$$

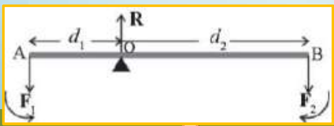
- જો પદાર્થ પરનું કુલ બળ અને કુલ ટોર્ક બંને શૂન્ય હોય તો પદાર્થ યાંત્રિક સંતુલનમાં છે તેમ કહેવાય

જડત્વની ચાકમાત્રા

ચાકમાત્રાનો સિધ્ધાંત : F_1 = ભાર, d_1 = ભાર ભુજા, F_2 = પ્રયાસ, d_2 = પ્રયાસ ભુજા

$$\therefore d_1F_1 = d_2F_2$$

✧ યાંત્રિક લાભ : $M.A. = \frac{F_1}{F_2} = \frac{d_2}{d_1}$ $(d_2 > d_1)$



જુદા-જુદા દ્રઢ પદાર્થો માટે રોલીંગ ગતિ

જુદા-જુદા દ્રઢ પદાર્થોનો ક્રમશ: પ્રવેગ :

$$a_{\text{નક્કર ગોળો}} > a_{\text{નક્કર નળાકાર}} > a_{\text{પોલો ગોળો}} > a_{\text{પોલો નળાકાર}}$$

જુદા-જુદા દ્રઢ પદાર્થોને શુધ્ધ ચાકગતિ માટે જરૂરી ક્રમશ: ઘર્ષણ બળ :

$$f_{\text{પોલો નળાકાર}} > f_{\text{પોલો ગોળો}} > f_{\text{નક્કર નળાકાર}} > f_{\text{નક્કર ગોળો}}$$

જુદા-જુદા દ્રઢ પદાર્થોને શુધ્ધ ચાકગતિ માટે જરૂરી ન્યુનત્તમ ઘર્ષણાંક :

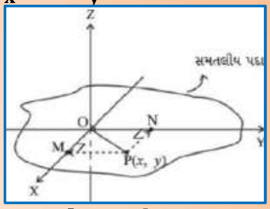
$$\mu_{\text{પોલો નળાકાર}} > \mu_{\text{પોલો ગોળો}} > \mu_{\text{નક્કર નળાકાર}} > \mu_{\text{નક્કર ગોળો}}$$

જડત્વની ચાકમાત્રા : $I = MR^2$

લંબ અક્ષનું પ્રમેય :

✧ જો સમતલમાં સ્થિત જડત્વની ચાકમાત્રા I_x અને I_y હોય તો તેને લંબ જડત્વની ચાકમાત્રા

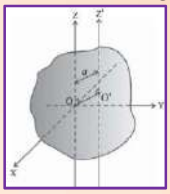
$$I_z = I_x + I_y$$



સમાંતર અક્ષનું પ્રમેય :

✧ કોઈ પણ અક્ષને અનુલક્ષીને જડત્વની ચાકમાત્રાએ પદાર્થના દ્રવ્યમાન કેન્દ્રમાંથી પસાર થતી સમાંતર અક્ષને અનુલક્ષીને જડત્વની ચાકમાત્રા અને પદાર્થના કુલ દળ અને બે સમાંતર અક્ષ વચ્ચેના લંબ અંતરના વર્ગના ગુણાકારના સરવાળા જેટલી હોય છે.

$$I = I_c + Md^2$$



સરક્યા વિના ગબડતા પદાર્થના દ્રવ્યમાન કેન્દ્રનો વેગ :

$$v_{cm} = R\omega$$

ચાકગતિઊર્જા : $K = \frac{1}{2}I\omega^2$

કૂલગતિ ઊર્જા : $K = K_{\text{રેખીય}} + K_{\text{ચાકગતિ}}$

$$K = \frac{1}{2}Mv^2{}_{cm}\left(1 + \frac{k^2}{R^2}\right)$$

ગબડતા દ્રઢ પદાર્થનો પ્રવેગ : $a = \frac{g\sin\theta}{1+\frac{k^2}{R^2}}$

રેખીય ગતિ	ચાકગતિ
રેખીય સ્થાનાંતર, $\vec{d}$	કોણીય સ્થાનાંતર, θ
રેખીય વેગ, $\vec{v}$	કોણીય વેગ, $\vec{\omega}$
રેખીય પ્રવેગ, $\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$	કોણીય પ્રવેગ, $\vec{\alpha} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$
દળ, m	જડત્વની ચાકમાત્રા, $I = mk^2$
રેખીય વેગમાન, $\vec{p} = m\vec{v}$	કોણીય વેગમાન, $\vec{L} = I\vec{\omega}$
બળ, $\vec{F} = m\vec{a}$	ટોર્ક, $\vec{\tau} = I\vec{\alpha}$
ન્યુટનનો બીજો નિયમ, $\vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt}$	ન્યુટનનો બીજો નિયમ, $\vec{\tau} = \frac{d\vec{L}}{dt}$
રેખીય ગતિઊર્જા, $K = \frac{1}{2}mv^2$	ચાકગતિ ઊર્જા, $K = \frac{1}{2}I\omega^2$
કાર્ય, $W = \vec{F}\cdot\vec{d}$	કાર્ય, $W = \tau\theta$
પાવર, $P = \vec{F}\cdot\vec{v}$	પાવર, $P = \vec{\tau}\cdot\vec{\omega}$

Created By :-
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 8 ગુરૂત્વાકર્ષણ

કેપ્લરના નિયમો

1. **કક્ષાઓનો નિયમ :** બધા ગ્રહો એવી દીર્ઘવૃતિય કક્ષાઓમાં ભ્રમણ કરે છે કે જેના એક કેન્દ્ર પર સૂર્ય રહેલો હોય.
2. **ક્ષેત્રફળોનો નિયમ :** કોઇ પણ ગ્રહને સૂર્ય સાથે જોડતી રેખા સમાન સમયગાળામાં સમાન ક્ષેત્રફળ આંતરે છે.
3. **આવર્તકાળનો નિયમ :** ગ્રહના પરિભ્રમણના આવર્તકાળનો વર્ગ તેણે રચેલા દીર્ઘવૃતની અર્ધદીર્ઘ અક્ષના ઘનના સમપ્રમાણમાં હોય છે.

ગુરુત્વાકર્ષણનો સાર્વત્રિક નિયમ

✍ **ન્યુટનનો ગુરુત્વાકર્ષણનો સાર્વત્રિક નિયમ :**

$$\vec{F} = \frac{Gm_1m_2}{r^2}\hat{r}$$

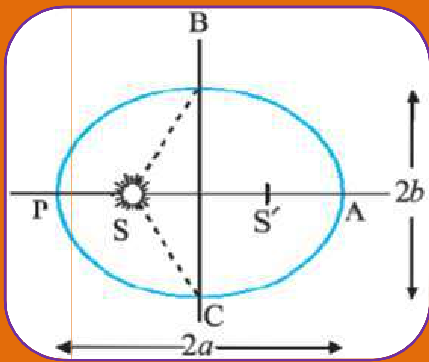
✍ G = ગુરુત્વાકર્ષણનો સાર્વત્રિક અચળાંક

$$= 6.67 \times 10^{-11} Nm^2kg^{-2}$$

✍ કેવેન્ડિશે આપેલ G શોધવાનું સૂત્ર : $G = \frac{\tau\theta d^2}{MmL}$

✍ પૃથ્વીની સપાટી પરના m દળના પદાર્થ પર લાગતું ગુરુત્વબળ : $F = G\frac{M_E m}{R_E^2}$

✍ ગુરુત્વબળ : ✧ હંમેશા આકર્ષી ✧ સંરક્ષી ✧ કેન્દ્રીય ✧ ગુરુ અંતરીય હોય છે અને ✧ માધ્યમ પર આધારિત નથી.



ગુરુત્વ પ્રવેગ

✍ પૃથ્વીની સપાટી પર ગુરુત્વપ્રવેગ : $g = \frac{GM_E}{R_E^2}$

✍ પૃથ્વીની સપાટી થી r અંતરે ગુરુત્વપ્રવેગ : $g_{(r)} = \frac{GM_E}{r^2}$

✍ પૃથ્વીની સપાટી થી h ઊંચાઇએ ગુરુત્વપ્રવેગ : $g_{(h)} = g\left(1 + \frac{h}{R_E}\right)^{-2}$

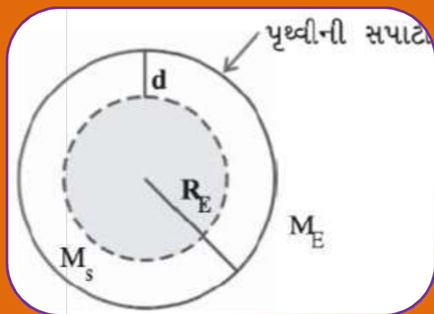
✧ $h \ll R_E$: $g_{(h)} = g\left(1 - \frac{2h}{R_E}\right)$

✍ પૃથ્વીની સપાટી થી d ઊંડાઇએ ગુરુત્વપ્રવેગ : $g_{(d)} = g\left(1 - \frac{d}{R_E}\right)$

✍ પૃથ્વીના અક્ષાંશ સાથે ગુરુત્વપ્રવેગમાં ફેરફાર : $g_\lambda = g - R_E\omega^2\cos^2\lambda$

✧ *જ્યાં વિષુવવૃત પર* $\lambda = 0°$, $\therefore g_{\lambda min} = g - R_E\omega^2$

✧ *જ્યાં ધ્રુવ પર* $\lambda = 90°$, $\therefore g_{\lambda max} = g$



ગુરુત્વ સ્થિતિઊર્જા

✍ પૃથ્વીની સપાટીથી h ઊંચાઇએ સ્થિતિઊર્જા : $U = mgh$

✍ m દળના r અંતરે રહેલા પદાર્થની ગુરુત્વસ્થિતિઊર્જા : $U_{(r)} = -G\frac{M_E m}{r}$

✍ m_1 અને m_2 દળના બે કણો વચ્ચે અંતર r હોય તો તેમની સાથે સંકળાયેલ સ્થિતિઊર્જા : $U = -G\frac{m_1m_2}{r}$

નિષ્ક્રમણ ઝડપ

✍ h ઊંચાઇએથી પદાર્થને ગુરુત્વક્ષેત્રમાંથી મુક્ત કરવા જરૂરી લઘુત્તમ ઝડપ (નિષ્ક્રમણ ઝડપ):

$$(v_i)_{min} = \sqrt{\frac{2GM_E}{(h+R_E)}}$$

✍ પૃથ્વીની સપાટી પરના પદાર્થ માટે $h = 0$ હોવાથી :

$$(v_i)_{min} = \sqrt{\frac{2GM_E}{R_E}}\sqrt{2gR_E}$$

✧ પૃથ્વીની સપાટી પર નિષ્ક્રમણ ઝડપ : $(v_i)_{min} = 11.2\ Km/s$
✧ ચંદ્રની સપાટી પર નિષ્ક્રમણ ઝડપ : $(v_i)_{min} = 2.3\ Km/s$
✧ નિષ્ક્રમણ ઝડપ એ પદાર્થના દળથી સ્વતંત્ર છે.

પૃથ્વીના ઉપગ્રહો

ધ્રુવીય ઉપગ્રહો

✍ આવર્તકાળ : $100\ min$
✍ પૃથ્વીની આસપાસ ઉત્તર–દક્ષિણ દિશામાં ધ્રુવોની ફરતે ભ્રમણ કરે છે.
✍ પૃથ્વીની સપાટીથી ઊંચાઇ :
500 થી $800\ Km$
✍ ઉપયોગ : રીમોટ સેન્સિંગ, હવામાનશાસ્ત્ર, પૃથ્વીના પર્યાવરણના અભ્યાસમાં ખૂબ ઉપયોગી છે.

ભૂસ્થિર ઉપગ્રહો

✍ આવર્તકાળ : $24\ hours$
✍ પૃથ્વીની આસપાસ વિષુવવૃતીય સમતલમાં વર્તુળાકાર કક્ષામાં પૃથ્વીના આવર્તકાળ (24 કલાક) જેટલો આવર્તકાળ ધરાવતા ઉપગ્રહોને ભૂસ્થિર ઉપગ્રહ કહે છે.
✍ પૃથ્વીની સપાટીથી ઊંચાઇ :
$36000\ Km$
✍ ઉપયોગ : GPS, રેડીયો બ્રોડકાસ્ટ, TV બ્રોડકાસ્ટ વગેરે

✍ ઉપગ્રહની કક્ષીય ઝડપ :

✧ પૃથ્વીની સપાટીથી h ઊંચાઇએ ઉપગ્રહને તેની કક્ષામાંપરિભ્રમણ માટે જરૂરી લઘુત્તમ કક્ષીય ઝડપ :

$$v_o = \sqrt{\frac{GM_E}{(R_E+h)}} = R_E\sqrt{\frac{g}{R_E+h}}$$

✧ ઉપગ્રહ એ પૃથ્વીનીસપાટીની નજીક પરિભ્રમણ કરતો હોય તો $h = 0$ તેથી

$$v_o = \sqrt{\frac{GM_E}{R_E}} = \sqrt{gR_E}$$

✍ ઉપગ્રહનો આવર્તકાળ :

$$T = \frac{2\pi(R_E+h)}{v_o} = \frac{2\pi(R_E+h)^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{GM_E}} = \frac{2\pi}{R_E}\sqrt{\frac{(R_E+h)^3}{g}}$$

✧ ઉપગ્રહ એ પૃથ્વીનીસપાટીની નજીક પરિભ્રમણ કરતો હોય તો $h = 0$ તેથી

$$T = \frac{2\pi R_E}{v_o} = \frac{2\pi R_E^{\frac{3}{2}}}{\sqrt{GM_E}} = 2\pi\sqrt{\frac{R_E}{g}}$$

✍ ઉપગ્રહની ઊર્જા :

✧ ગતિ ઊર્જા : $K = \frac{GM_E m}{2(R_E+h)}$

✧ સ્થિતિ ઊર્જા : $U = -\frac{GM_E m}{(R_E+h)}$

✧ કુલ ઊર્જા : $E = K + U$; $E = -\frac{GM_E m}{2(R_E+h)}$

✧ ઊર્જાઓ વચ્ચેનો સંબંધ : $E = -K = \frac{U}{2}$

Created By :-
A. G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 9 ઘન પદાર્થોના યાંત્રિક ગુણધર્મો

ઘનપદાર્થોની સ્થિતિસ્થાપક વર્તણૂક

✍ ઘન પદાર્થમાં દરેક પરમાણુઓ કે અણુઓ એ **આંતર પરમાણવીક કે આંતર આણવીક બળો** વડે એકબીજાં સાથે જકડાયેલાં હોય છે અને **સ્થાયી સંતુલિત અવસ્થામાં** રહે છે.

✧ **સ્થિતિસ્થાપક પદાર્થોમાં** વિરૂપકબળ લાગતા પરમાણુઓ કે અણુઓ સંતુલિત અવસ્થામાંથી સ્થાનાંતરિત થાય છે અને વિરૂપકબળ દુર કરતા મૂળ આકાર અને પરિમાણ પુન:પ્રાપ્ત કરે છે.

પ્રતિબળ અને વિકૃતિ

✍ **પ્રતિબળ** : $\sigma = \frac{F}{A}$ (તણાવ પ્રતિબળ અને દાબીય પ્રતિબળ)

✧ કદ પ્રતિબળ : $\sigma_V = \frac{F}{A} = \frac{PA}{A} = P$

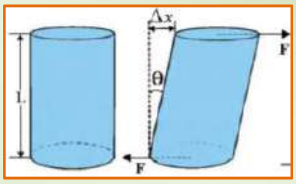
✧ આકાર પ્રતિબળ : $\sigma_s = \frac{F_t(\text{સ્પર્શીય બળ})}{A}$

✍ **વિકૃતિ** $= \frac{\text{મૂળપરિમાણમાં થતો ફેરફાર}}{\text{મૂળપરિમાણ}}$

✧ પ્રતાન (સંગત) વિકૃતિ : $\varepsilon_l = \frac{\Delta l}{l}$

✧ કદ વિકૃતિ : $\varepsilon_V = \frac{\Delta V}{V}$

✧ આકાર વિકૃતિ : $\varepsilon_s = \frac{X}{h} = \tan\theta$



હૂકનો નિયમ

✍ **હૂકનો નિયમ** : પ્રતિબળ ∝ વિકૃતિ

પ્રતિબળ $= k \times$ વિકૃતિ

✧ જ્યાં $k =$ સ્થિતિસ્થાપક અંક

પ્રતિબળ–વિકૃતિ વક્ર

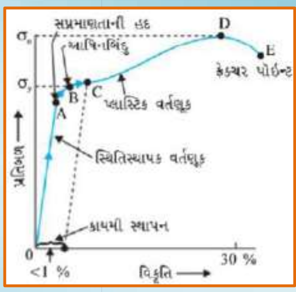
✧ સપ્રમાણતાની હદ C D

✧ આધિનબિંદુ C D

✧ કાયમી સ્થાપન C D

✧ અંતિમ પ્રબળતા બિંદુ C D

✧ ફ્રેક્ચર પૉઈન્ટ C D



સ્થિતિસ્થાપક અંકો

✍ યંગ મોડ્યુલસ : $\sigma_l = Y\varepsilon_l$

યંગ મોડ્યુલસ $Y = \frac{\text{પ્રતાન પ્રતિબળ}(\sigma_l)}{\text{પ્રતાન વિકૃતિ}(\varepsilon_l)}$

$$Y = \frac{FL}{A\Delta L} = \frac{mgL}{\pi r^2 \Delta L}$$

✍ કદ સ્થિતિસ્થાપકતા–અંક (બલ્ક મોડ્યુલસ) :

$$B = \frac{\text{કદ પ્રતિબળ}(\sigma_V)}{\text{કદ વિકૃતિ}(\varepsilon_V)} = -\frac{P}{\Delta V/V}$$

✍ આકાર સ્થિતિસ્થાપકતા–અંક (શીઅર મોડ્યુલસ) :

$$G = \frac{\text{આકાર પ્રતિબળ}(\sigma_s)}{\text{આકાર વિકૃતિ}(\varepsilon_s)} = \frac{F_t/A}{\theta} = \frac{F_t h}{Ax}$$

✍ પોઈસનનો ગુણોત્તર : $\mu = -\frac{\text{પાર્શ્વિક વિકૃતિ}\left(\frac{\Delta d}{d}\right)}{\text{પ્રતાન વિકૃતિ}\left(\frac{\Delta l}{l}\right)}$

દ્રવ્યોની સ્થિતિસ્થાપક વર્તણૂકનો ઉપયોગ

✍ સ્થિતિસ્થાપકીય સ્થિતિ–ઊર્જા (U) :

✧ કાર્ય $= \frac{1}{2}$(પ્રતિબળ)(વિકૃતિ)(કદ)

$$U = \frac{1}{2}\frac{AY}{L}(\Delta L)^2$$

✍ સ્ટીલના કેબલના આડછેદનું ક્ષેત્રફળ A હોય અને તેના વડે ઊંચકવાનો બોજ(દળ) M હોય, તો $A = \frac{Mg}{\sigma_n}$

✧ વંકનની માત્રા : $\delta = \frac{WL^3}{4bd^3Y}$

Created By
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 10 તરલના યાંત્રિક ગુણધર્મો

દબાણ

તરલ દબાણ : સંપર્કમાં રહેલી સપાટીનાં દર એકમ ક્ષેત્રફળ પર લાગતાં બળને દબાણ કહે છે.

$$P = \frac{F}{A}$$

✧ દબાણ એ અદિશ રાશિ છે.

✧ SI એકમ : પાસ્કલ(Pa) અથવા Nm^{-2}

✧ અન્ય એકમો : $1\ atm = 1.013 \times 10^5 Pa$

$$1\ Bar = 10^6\ dyne/cm^2 = 10^5 Nm^{-2}$$

$$1\ torr = 1mm\ of\ Hg = 133\ Pa$$

✧ પારિમાણિક સૂત્ર : $[M^1L^{-1}T^{-2}]$

પાસ્કલનો નિયમ : સ્થિર તરલમાં એક સમાન ઊંચાઇએ આવેલાં બધાં બિંદુઓએ દબાણ એકસરખું હોય છે. $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$

ઊંડાઇ સાથે દબાણમાં ફેરફાર (ગેજ દબાણ) :

$$P - P_a = h\rho g$$

ઘનતા

ઘનતા : $\rho = \frac{m}{V}$

✧ એકમ : $kg\ m^{-3}$

✧ પારિમાણિક સૂત્ર : $[M^1L^{-3}T^0]$

વિશિષ્ટ ઘનતા :

✧ વિશિષ્ટ ઘનતા $= \frac{\text{પદાર્થની ઘનતા}}{277\ K \text{ તાપમાને પાણીની ઘનતા}}$

✧ પદાર્થની વિશિષ્ટ ઘનતા

$$= \frac{\text{પદાર્થનું દળ}}{277\ K \text{ તાપમાને તેટલાજ કદમાં પાણીનું કદ}}$$

✧ મીશ્રણની ઘનતા $= \frac{\rho_1V_1+\rho_2V_2+\rho_3V_3+\cdots}{V_1+V_2+V_3+\cdots}$

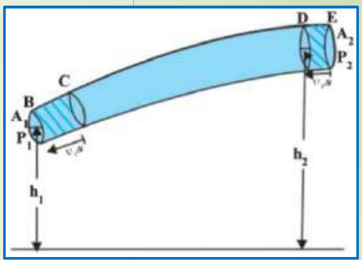
ધારારેખી વહન

સ્થાયી વહન : જો આપેલ બિંદુએ પસાર થતા તરલના દરેક કણનો વેગ સમય સાથે અફર રહેતો હોય, તો તેવા વહનને સ્થાયી વહન કહે છે.

સાતત્ય સમીકરણ : $A_1v_1 = A_2v_2$; $Av =$ અચળ

બર્નુલીનું સમીકરણ : $P + \frac{1}{2}\rho v^2 + h\rho g =$ અચળ

✧ (દબાણ + ગતિઊર્જા ઘનતા + સ્થિતિઊર્જા ઘનતા = અચળ)



✧ $\frac{P}{\rho g} + \frac{v^2}{2g} + y =$ અચળ

✧ (પ્રેશર હેડ + વેલોસીટી હેડ + એલીવેશન હેડ = અચળ)

ટોરિસેલીનો નિયમ :

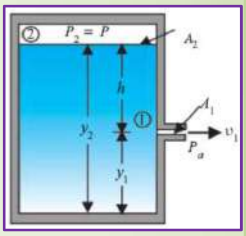
✧ સામાન્ય સૂત્ર : $v_1 = \sqrt{2gh + \frac{2(P-P_a)}{\rho}}$

✧ જો ટાંકી વાતાવરણમાં ખુલ્લી હોય તો $P = P_a$

તેથી $v_1 = \sqrt{2gh}$

✧ જ્યારે $P \gg P_a$ ત્યારે $2gh$ અવગણી શકાય

$$v_1 = \sqrt{\frac{2(P-P_a)}{\rho}}$$

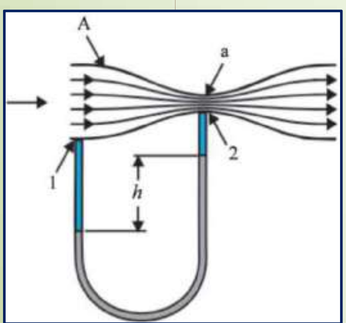


✧ સમક્ષિતિજ અવધી :

$$R = v_1t = \sqrt{2gh} \times \sqrt{\frac{2(H-h)}{g}} = 2\sqrt{h(H-h)}$$

વેન્ચુરિમીટર :

$$v_1 = \sqrt{\frac{2h\rho_m g}{\rho} \times \frac{a^2}{A^2 - a^2}}$$



પૃષ્ઠતાણ

- પૃષ્ઠતાણ : $S = \frac{F}{L} = \frac{E}{A}$
- કાર્ય(પૃષ્ઠઊર્જા) = પૃષ્ઠતાણ × ક્ષેત્રફળ

$$E = S\Delta A$$

✧ પ્રવાહી બુંદ કે પ્રવાહીમાં રહેલ પરપોટા માટે $E = 4\pi r^2 S$

✧ સબુના પરપોટા માટે $E = 8\pi r^2 S$

- પરિણામી દબાણ : $P_{ext} = P_i - P_o$

✧ પ્રવાહી બુંદ કે પ્રવાહીમાં રહેલ પરપોટા માટે $P_{ext} = \frac{2S}{R}$

✧ સબુના પરપોટા માટે $P_{ext} = \frac{4S}{R}$

કેશાકર્ષણ

- કેશનળીમાં પ્રવાહીની ઊંચાઇ :

✧ $h = \frac{2S\cos\theta}{a\rho g}$

- કેશનળીમાં પ્રવાહીનું પૃષ્ઠતાણ :

✧ $S = \frac{ah\rho g}{2\cos\theta}$

✧ $\theta < 90°$ તો કેશનળીમાં પ્રવાહી ઉપર ચઢે ($h =$ ધન) (અંતર્ગોળ મિનિસ્કસ)

✧ $\theta > 90°$ તો કેશનળીમાં પ્રવાહી ઉતરે ચઢે ($h =$ ઋણ) (બહિર્ગોળ મિનિસ્કસ)

શ્યાનતા(સ્નિગ્ધતા)

- શ્યાનતા ગુણાંક : $\eta = \frac{F/A}{v/l} = \frac{Fl}{vA}$

✧ એકમ : પોઈસિલ (Pl) અથવા $N\, s\, m^{-2}$ અથવા $Pa\, s$

✧ પારિમાણિક સૂત્ર : $[M^1L^{-1}T^{-1}]$

- શ્યાનતા બળ : $F = \eta A \frac{dv}{dx}$
- પોઈસિલનો નિયમ : નળીમાંથી દર સેકન્ડે વહેતા પ્રવાહીનું કદ $V = \frac{\pi P r^4}{8\eta l}$
- નળીની અક્ષથી $'x'$ અંતરે રહેલા સ્તરના વેગનું સૂત્ર : $v = \frac{P}{4\eta l}(r^2 - x^2)$

સ્ટૉક્સનો નિયમ

- સ્ટૉક્સનો નિયમ : $F = 6\pi\eta a v$

✧ તરલમાં ગોળાનો અંતિમ વેગ (Terminal Velocity) :

$$v_t = \frac{2}{9}\frac{a^2 g}{\eta}(\rho - \sigma)$$

રેનોલ્ડ્ઝ અંક

- રેનોલ્ડ્ઝ અંક : $R_e = \frac{\rho v d}{\eta}$

✧ $R_e < 1000$ માટે સ્થાયી વહન (ધારા રેખી)

✧ $1000 < R_e < 2000$ માટે અસ્થાયી વહન (મીશ્રવહન)

✧ $R_e > 2000$ માટે પ્રક્ષુબ્ધ (ચક્રીયવહન)

Created By
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 11 દ્રવ્યના ઉષ્મીય ગુણધર્મો

તાપમાન અને ઉષ્મા

✍ ઉષ્મા એ ઊર્જાનું એવું સ્વરૂપ છે જેનું વહન બે તંત્રો વચ્ચે અથવા કોઇ તંત્ર અને પરિસર વચ્ચે **તાપમાનના તફાવતને** કારણે થાય છે.

તાપમાનનું માપન

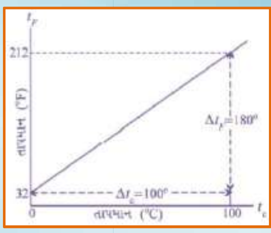
✍ ફેરનહીટ અને સેલ્સિયસ એકમો વચ્ચેનો સંબંધ :

✧ $\frac{t_F-32}{180}=\frac{t_c}{100}$

અથવા $t_F=\left(\frac{9}{5}\right)t_C+32$

✍ તાપમાનના એકમોનું રૂપાંતર :

✧ $\frac{C}{5}=\frac{F-32}{9}=\frac{K-273}{5}$



આદર્શ વાયુ સમીકરણ અને નિરપેક્ષ તાપમાન

✍ આદર્શવાયુ સમીકરણ : $PV=\mu RT$

✧ જ્યાં, $R=$ સાર્વત્રિક વાયુ નિયતાંક,

✧ $R=8.31\,Jmol^{-1}K^{-1}$

✍ આદર્શ વાયુ માટે નિરપેક્ષ લઘુતમ તાપમાનનું મૂલ્ય -273.15 ℃ મળે છે.

✧ કેલ્વિન અને સેલ્સિયસ માપક્રમો પર તાપમાનનો સંબંધ : $T=t_c+273.15$

ઉષ્મીય પ્રસરણ

✍ રેખીય પ્રસરણ : $\frac{\Delta l}{l}=\alpha_l\Delta T$

✍ પૃષ્ઠ – પ્રસરણ : $\frac{\Delta A}{A}=2\alpha_l\Delta T$

✍ કદ – પ્રસરણ : $\frac{\Delta V}{V}=3\alpha_l\Delta T$

વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા

✍ ઉષ્માધારિતા: $S=\frac{\Delta Q}{\Delta T}$

✍ વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા : $s=\frac{S}{m}=\frac{1}{m}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)$

✍ મોલર વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા : $C=\frac{S}{\mu}=\frac{1}{\mu}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)$

✍ અચળ દબાણે મોલર વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા (C_p) :

જો ઉષ્માના વિનિમય દરમિયાન વાયુનું દબાણ અચળ રાખવામાં આવે તો તેને આપેલા અચળ દબાણે મોલર વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા (C_p) કહે છે.

✍ અચળ કદે મોલર વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા (C_v) :

જો ઉષ્માના વિનિમય દરમિયાન વાયુનું કદ અચળ રાખવામાં આવે તો તેને આપેલા અચળ કદે મોલર વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા (C_v) કહે છે.

કેલોરિમેટ્રી

✧ અલગ કરેલું તંત્ર : તંત્ર અને તેના પરિસર વચ્ચે ઉષ્માનું આદાન–પ્રદાન અથવા વિનિમય થતો ન હોય તો તેવા તંત્રને અલગ કરેલું તંત્ર કહે છે.

✧ કેલોરિમીટર : ઉષ્માનું માપન કરી શકાય એવી રચનાને કેલોરિમીટર કહે છે.

અવસ્થાનો ફેરફાર

✍ ગલન : ઘન અવસ્થામાંથી પ્રવાહી અવસ્થામાં થતાં રૂપાંતરને ગલન કહે છે.

✍ ઠારણ : પ્રવાહી અવસ્થામાંથી ઘન અવસ્થામાં થતાં રૂપાંતરને ઠારણ કહે છે.

✍ બાષ્પીકરણ : પ્રવાહી–અવસ્થામાંથી વરાળ(વાયુ)માં થતા રૂપાંતરને બાષ્પીકરણ કહે છે.

✍ ઊર્ધ્વ પાતન : પ્રવાહી અવસ્થામાં રૂપાંતર થયા વગર ઘન અવસ્થામાંથી વાયુ–અવસ્થામાં થતાં રૂપાંતરને ઊર્ધ્વ પાતન કહે છે.

✍ ગલનબિંદુ : જે તાપમાને પદાર્થની ઘન અને પ્રવાહી અવસ્થાઓ એકબીજા સાથે ઉષ્મીય સંતુલનમાં હોય છે તે તાપમાનને પદાર્થનું ગલનબિંદુ કહે છે.

✍ ઉત્કલનબિંદુ : જે તાપમાને પ્રવાહી અને વાયુ ઉષ્મીય સંતુલનમાં સહઅસ્તિત્વ ધરાવે છે. તે તાપમાનને પદાર્થનું ઉત્કલનબિંદુ કહે છે.

ઉષ્માનું પ્રસરણ

ઉષ્માવહન

- પદાર્થના પાસપાસેના બે વિભાગો વચ્ચે તાપમાનના તફાવતને કારણે ઉષ્માના પ્રસરણ થવાની યાંત્રિક પ્રક્રિયાને ઉષ્માવહન કહે છે.
- ઉષ્માવહનનો દર (ઉષ્માપ્રવાહ) :

$$H = \frac{Q}{t} = KA\left(\frac{T_1 - T_2}{L}\right)$$

- ઉષ્માવાહકતા : $K = \frac{H}{A\left(\frac{dT}{dx}\right)}$
- ઉષ્મીય અવરોધ : $R_H = \frac{(T_1 - T_2)}{H} = \frac{L}{KA}$
- શ્રેણી જોડાણ માટે ઉષ્મીય અવરોધ :

$$(R_H)_S = (R_H)_1 + (R_H)_2$$

- સમાંતર જોડાણ માટે ઉષ્મીય અવરોધ :

$$\frac{1}{(R_H)_P} = \frac{1}{(R_H)_1} + \frac{1}{(R_H)_2}$$

ઉષ્માનયન

- દ્રવ્યની વાસ્તવિક ગતિ દ્વારા થતા ઉષ્મા સ્થાનાંતરના પ્રચલિત પ્રકારને ઉષ્માનયન કહે છે.
- ઉષ્માનયન માત્ર તરલ પદાર્થોમાં શક્ય છે.
- ઉષ્માનયન એ ઘનતાના તફાવતને કારણે થાય છે.

THE PHYSICS SPECIALIST

JEE NEET NCERT

Created By
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ગુપ્ત ઉષ્મા

- એક અવસ્થામાંથી બીજી અવસ્થામાં રૂપાંતર પામતાં પદાર્થનું દળ m અને તે માટે જરૂરી ઉષ્માનો જથ્થો Q હોય તો $Q = mL$
- ✧ ગુપ્ત ઉષ્મા $L = \frac{Q}{m}$
- ગલન ગુપ્તઉષ્મા (L_f) : ઘન–પ્રવાહી અવસ્થા ફેરફાર માટેની ગુપ્તઉષ્માને ગલન ગુપ્તઉષ્મા (L_f) કહે છે.

$$L_f = 3.33 \times 10^5\, J/kg = 80\, k\, cal/kg$$

- ઉત્કલન ગુપ્તઉષ્મા (L_v) : પ્રવાહી–વાયુ અવસ્થા ફેરફાર માટેની ગુપ્તઉષ્માને ઉત્કલન ગુપ્તઉષ્મા (L_v) કહે છે.

$$L_v = 22.6 \times 10^5\, J/kg = 540\, k\, cal/kg$$

ઉષ્માવિકિરણ

- જે ઉષ્મા પ્રસરણમાં માધ્યમની આવશ્યકતા હોતી નથી તેને ઉષ્માવિકિરણ કહે છે. તથા વિદ્યુતચુંબકીય તરંગો દ્વારા ઉત્સર્જિત ઊર્જાને વિકિરણઊર્જા કહે છે.

કાળા પદાર્થનું વિકિરણ

- વીન–સ્થાનાંતર નિયમ :
  - ✧ $\lambda_m T =$ અચળ
  - ✧ વીન–અચળાંક $= 2.9 \times 10^{-3}\, m\, K$
- સ્ટિફન બોલ્ટ્ઝમેન નિયમ :

$$H = Ae\sigma T^4$$

- ઉત્સર્જક પદાર્થ માટે વિકિરણ ઊર્જા ગુમાવવાનો ચોખ્ખો દર : $H = Ae\sigma(T^4 - T_s^4)$

  જ્યાં $e =$ પદાર્થની ઉત્સર્જકતા (કાળા પદાર્થ માટે $e = 1$)
- સોલર–અચળાંક : $S_0 = \frac{H}{4\pi R_0^2} = \frac{\sigma 4\pi R_S^2 T^4}{4\pi R_0^2}$

ન્યૂટનનો શીતનનો નિયમ

- ન્યૂટનનો શિતનનો નિયમ :

કોઇ પદાર્થના ઉષ્મા ગુમાવવાનો દર $-\frac{dQ}{dt}$ પદાર્થ અને તેના પરિસર વચ્ચેનાં તાપમાનના તફાવત $\Delta T = (T_2 - T_1)$ ને સપ્રમાણ હોય છે.

$$-\frac{dQ}{dt} = k(T_2 - T_1)$$

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 12 થરમોંડાયનેમિક્સ

તાપીય સંતુલન

✍ **સંતુલન :** જો તંત્રને દર્શાવતી સ્થૂળ ચલરાશિઓ સમય સાથે બદલાતી ન હોય, તો તંત્ર સંતુલનની અવસ્થામાં છે તેમ કહેવાય.

થરમોંડાયનેમિક્સનો શૂન્ય ક્રમનો નિયમ

✍ **થરમોંડાયનેમિક્સનો શૂન્ય ક્રમનો નિયમ :** “બે તંત્રો સ્વતંત્ર રીતે કોઇ ત્રીજા તંત્ર સાથે તાપીય સંતુલનમાં રહેલા હોય તો તેઓ એકબીજા સાથે પણ તાપીય સંતુલનમાં હોય”

✧ $T_A = T_C \quad T_B = T_C \quad \therefore T_A = T_B$

ઉષ્મા, આંતરિકઊર્જા અને કાર્ય

✍ **ઉષ્મા :** ઉષ્મા ચોક્કસપણે ઊર્જા તો છે, પરંતુ તે વહન પામતી ઊર્જા જ છે.

✍ થરમોંડાયનેમિક્સમાં ઉષ્મા અને કાર્ય એ અવસ્થા ચલો નથી. તે તંત્રમાં ઊર્જા વિનિમય દર્શાવે છે જે તેની આંતરિક ઊર્જામાં ફેરફાર કરે છે, જે અવસ્થા ચલરાશિ છે.

થરમોંડાયનેમિક્સનો પ્રથમ નિયમ

✍ **થરમોંડાયનેમિક્સનો પ્રથમ નિયમ :** તંત્રને આપવામાં આવેલી ઉષ્મા નો થોડો ભાગ તંત્રની આંતરિક ઊર્જામાં, જ્યારે બાકીનો ભાગ પરિસર પર થતા કાર્ય માં જાય છે.

✧ $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$

✧ તંત્ર દ્વારા અચળ દબાણ P માટે થયેલ કાર્ય :

$$W = P\Delta V$$

✧ તંત્ર દ્વારા અચળ કદ V માટે થયેલ કાર્ય :

$$W = 0$$

વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા

✍ ઉષ્માધારિતા : $S = \frac{\Delta Q}{\Delta T}$

✍ વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા : $s = \frac{S}{m} = \frac{1}{m}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)$

✍ મોલર વિશિષ્ટ ઉષ્માધારિતા : $C = \frac{S}{\mu} = \frac{1}{\mu}\left(\frac{\Delta Q}{\Delta T}\right)$

✍ C_p અને C_v વચ્ચેનો સંબંધ :

✧ $C_p - C_v = R \; ; \; C_p = \frac{fR}{2} + R \; ; \; C_v = \frac{fR}{2}$

✧ $\frac{C_p}{C_v} = \gamma = 1 + \frac{2}{f}$

થરમોંડાયનેમિક્સ અવસ્થા ચલરાશિઓ

✍ થરમોંડાયનેમિક તંત્રની દરેક સંતુલિત અવસ્થા અમુક સ્થૂળ ચલરાશિઓનાં ચોક્કસ મૂલ્યો વડે દર્શાવી શકાય છે; જેમને **અવસ્થા ચલરાશિઓ** પણ કહે છે.

✧ દા.ત. દબાણ, કદ, તાપમાન અને દળ

✍ **એક્સ્ટેનસિવ ચલરાશિઓ :** આંતરિક ઊર્જા, કદ, કુલ દળ

✍ **ઇન્ટેન્સિવ ચલરાશિઓ :** દબાણ, તાપમાન

થરમોંડાયનેમિક પ્રક્રિયાઓ

✍ **ક્વૉસાઇ સ્ટેટિક(અર્ધસ્થાયી) પ્રક્રીયા :** જે પ્રક્રીયા સૈદ્ધાંતિક રીતે અત્યંત ધીમી અને દરેક સ્થિતિમાં તંત્ર સંતુલિત અવસ્થામાં હોય તો આવી પ્રક્રીયાને અર્ધસ્થાયી કહે છે.

✍ **સમતાપી પ્રક્રીયા :** તંત્રનું તાપમાન અચળ રહેતું હોય.

$$PV = \text{અચળ}$$

✍ **સમોષ્મી પ્રક્રીયા :** તંત્ર અને પરિસર વચ્ચે ઉષ્માનું વહન થતુ નથી.

$$PV^{\gamma} = \text{અચળ}$$

✍ **સમકદ પ્રક્રીયા :** કદ અચળ રહે તેવી પ્રક્રીયા.

✍ **સમદાબ પ્રક્રીયા :** દબાણ અચળ રહે તેવી પ્રક્રીયા.

✍ **ચક્રીય પ્રક્રીયા :** ચક્રીય પ્રક્રીયામાં તંત્ર તેની પ્રારંભિક અવસ્થા સુધી પાછું આવે છે.

ઉષ્મા એન્જિનો

- ઉષ્મા એન્જિનની કાર્યક્ષમતા $\eta = \frac{W}{Q_1}$
- થરમોડાયનેમિક્સના પ્રથમ નિયમ મુજબ :

$W = Q_1 - Q_2; \quad \therefore \eta = 1 - \frac{Q_2}{Q_1}$

✧ 100 % કાર્યક્ષમતા માટે $Q_2 = 0; \therefore \eta = 1$

રેફ્રિજરેટરો અને હીટ (ઉષ્મા) પંપ

- રેફ્રિજરેટરનો પરફોર્મન્સ (કાર્ય સિદ્ધિ) ગુણાંક :

$$\alpha = \frac{Q_2}{W}$$

- ઉષ્ણ પરિસરમાં મુક્ત થયેલ ઉષ્મા :

$$Q_1 = W + Q_2$$

$$\therefore \alpha = \frac{Q_2}{Q_1 - Q_2}$$

થરમોડાયનેમિક્સનો બીજો નિયમ

- **કેલ્વિન–પ્લાન્કનું કથન :** એવી કોઇ પ્રક્રીયા શક્ય નથી જેના એકમાત્ર પરિણામરૂપે ઉષ્મા પ્રાપ્તિસ્થાન (પરિસર) માંથી ઉષ્માનું શોષણ થઇ પૂરેપૂરી ઉષ્માનું કાર્યમાં રૂપાંતર થાય.
- **ક્લૉસિયસનું કથન :** એવી પ્રક્રીયા શક્ય નથી જેના એકમાત્ર પરિણામરૂપે ઉષ્માનો વિનિમય (વહન) ઠંડા પદાર્થથી ગરમ પદાર્થ તરફ થાય.

પ્રતિવર્તી અને અપ્રતિવર્તી પ્રક્રિયાઓ

- **પ્રતિવર્તી પ્રક્રિયા :** જે પ્રક્રિયાને ઊલટાવી શકાય કે જેથી બંને તંત્ર અને પરિસર વિશ્વમાં બીજે ક્યાંય કોઇ ફેરફાર વગર તેમની પ્રારંભિક અવસ્થાઓ સુધી પહોંચે તો આ પ્રક્રિયાને પ્રતિવર્તી કહેવાય.
- **અપ્રતિવર્તી પ્રક્રિયા :** જે પ્રક્રિયાને ઊલટાવી શકાય નહીં કે તેમની પ્રારંભિક અવસ્થાઓ સુધી પાછી લાવી શકાય નહીં તેવી પ્રક્રિયાને અપ્રતિવર્તી કહેવાય.

કાર્નોટ એન્જિન

- કાર્નોટ એન્જિન એક ચક્ર દરમિયાન તબક્કાઓ :

✧ તબક્કો 1 → 2 (સમતાપી વિસ્તરણ) : કાર્ય $W_{1\to2} = Q_1 = \mu RT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$

✧ તબક્કો 2 → 3 (સમોષ્મી વિસ્તરણ) : કાર્ય $W_{2\to3} = \frac{\mu R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$

✧ તબક્કો 3 → 4 (સમતાપી વિસ્તરણ) : કાર્ય $W_{3\to4} = Q_2 = \mu RT_2 \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)$

✧ તબક્કો 4 → 1 (સમોષ્મી વિસ્તરણ) : કાર્ય $W_{4\to1} = \frac{\mu R(T_1 - T_2)}{\gamma - 1}$

- કુલ કાર્ય : $W = \mu RT_1 \ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) - \mu RT_2 \ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)$

- કાર્નોટ એન્જિનની કાર્યક્ષમતા : $\eta = \frac{W}{Q_1} = 1 - \frac{Q_2}{Q_1} = 1 - \left(\frac{T_2}{T_1}\right)\frac{\ln\left(\frac{V_3}{V_4}\right)}{\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$

Created By
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 13 ગતિવાદ (Kinetic Theory)

દ્રવ્યનું આણ્વિક રૂપ

✍ રિચાર્ડ ફિનમેનનો મત : 'દ્રવ્ય(પદાર્થ) પરમાણુઓનું બનેલું છે.'

✍ ડાલ્ટનનું સુચન : કોઈ સંયોજનના નાનામાં નાના કણો પરમાણુઓ છે. એક તત્વના પરમાણુઓ એક સમાન હોય છે.

✍ ગેલ્યુસેકનો નિયમ : જ્યારે વાયુઓ રાસાયણિક પ્રક્રિયા વડે સંયોજાઇને બીજો વાયુ બનાવે ત્યારે, તેમના કદનો ગુણોત્તર નાની પરંતુ ચોક્કસ પૂર્ણાંક સંખ્યામાં હોય છે.

✍એવોગેડ્રોનો નિયમ : સમાન તાપમાન અને દબાણે રહેલા, એકસરખું કદ ધરાવતા, દરેક વાયુમાં અણુઓની સંખ્યા એકસરખી હોય છે.

આદર્શ વાયુનો ગતિવાદ

✍ અણુઓ વચ્ચેની આંતરિક અથડામણો અથવા અણુઓ અને દીવાલો વચ્ચેની અથડામણો સ્થિતિસ્થાપક છે. એટલે કે કુલ ગતિઊર્જા અને કુલ વેગમાનનું સંરક્ષણ થાય છે.

✍ આદર્શ વાયુનું દબાણ : $P = \frac{1}{3} nmv_{rms}^2$

✍ વાયુના અણુની સરેરાશ ગતિઊર્જા :

$$E = \frac{1}{2} mv_{rms}^2 = \frac{3}{2} k_B T$$

વાયુઓની વર્તણૂક

✍ આદર્શવાયુ સમીકરણ : $PV = \mu RT$

✧ જ્યાં μ = મોલ સંખ્યા ; $\mu = \frac{M}{M_0} = \frac{N}{N_A}$

✧ જ્યાં $R = N_A k_B = 8.314\ Jmol^{-1}K^{-1}$

✧ $PV = k_B NT$

✧ જ્યાં k_B = બૉલ્ટ્ઝમેન અચળાંક $= 1.38 \times 10^{-23} JK^{-1}$

✧ $P = \frac{\rho RT}{M_0}$

✍ બૉઇલનો નિયમ : જો μ અને T અચળ હોય તો PV = અચળ

✍ ચાર્લ્સનો નિયમ : જો μ અને P અચળ હોય તો $\frac{V}{T}$ = અચળ

✍ ગેલ્યુસેકનો નિયમ : જો μ અને V અચળ હોય તો $\frac{P}{T}$ = અચળ

ઊર્જા સમવિભાજનનો નિયમ

✍ ઊર્જાના સમીકરણમાં આવતું દરેક દ્વિઘાત પદ એ અણુની ઊર્જાના શોષણનો પ્રકાર દર્શાવે છે T નિરપેક્ષ તાપમાને તાપીય સંતુલનમાં કુલ ઊર્જા એ રેખીય, ચક્રીય અને કંપન પ્રકારની ઊર્જાઓમાં સમાન રીતે વિતરીત હોય છે, જે દરેક પ્રકારની સરેરાશ ઊર્જા $\frac{1}{2} k_B T$ જેટલી હોય છે. આને ઊર્જાના સમવિભાજનનો નિયમ કહે છે.

વિશિષ્ટ ઉષ્મા–ક્ષમતા

✍ એક પરમાણ્વિક વાયુઓ (મુક્તતાના 3 અંશ) :

✧ એક મોલની કુલ આંતરિક ઊર્જા $U = \frac{3}{2} k_B T N_A = \frac{3}{2} RT$

✧ $C_V = \frac{3}{2} R;\ C_P - C_V = R;\ C_P = \frac{5}{2} R;\ \gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{5}{3}$

✍ દ્વિપરમાણ્વિક વાયુઓ

✧ અણુ દ્રઢ હોય ત્યારે (મુક્તતાના અંશો 5) :

✧ એક મોલની કુલ આંતરિક ઊર્જા $U = \frac{5}{2} k_B T N_A = \frac{5}{2} RT$

✧ $C_V = \frac{5}{2} R;\ C_P - C_V = R;\ C_P = \frac{7}{2} R;\ \gamma = \frac{C_P}{C_V} = \frac{7}{5}$

✧ અણુ દ્રઢ ન હોય ત્યારે (મુક્તતાના અંશો 7) :

$$C_V = \frac{7}{2} R;\ C_P = \frac{9}{2} R;\ \gamma = \frac{9}{7}$$

સરેરાશ મુક્ત પથ

✍ બે ક્રમિક અથડામણો વચ્ચેનો સરેરાશ સમય :

$$\tau = \frac{1}{n\pi < v > d^2}$$

✍ બે ક્રમિક અથડામણો વચ્ચેનું સરેરાશ અંતર (મુક્તપથ) :

$$l = < v > \tau = \frac{1}{n\pi d^2}$$

✍ વધુ ચોક્કસ ગણતરી પરથી સરેરાશ મુક્તપથ :

$$l = \frac{1}{\sqrt{2} n\pi d^2}$$

Created By
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

ધોરણ 11

ભૌતિકવિજ્ઞાન

પ્રકરણ – 14 દોલનો

આવર્ત અને દોલિત ગતિઓ

આવર્તગતિ : જે ગતિ સમયનાં નિયમિત અંતરાલો પર પુનરાવર્તન કરે છે તેને આવર્તગતિ કહે છે.

દોલિત ગતિ : જે ગતિ સમયનાં નિયમિત અંતરાલો પર સંતુલન બિંદુની આસપાસ પુનરાવર્તન કરે છે તેને દોલિતગતિ કહે છે.

આવર્તકાળ (T) : એક દોલન થવા માટે લાગતા સમયગાળાને આવર્તકાળ (T) કહે છે.

✧ એકમ : સેકન્ડ (s)

આવૃતિ (ϑ) : એક સેકન્ડમાં થતા દોલનો કે પરીભ્રમાણોની સંખ્યાને આવૃત્તિ કહે છે.

✧ (આવર્તકાળના વ્યસ્તને આવૃતિ (ϑ) કહે છે)

$$\vartheta = \frac{1}{T}$$

✧ એકમ : s^{-1} અથવા Hz

સરળ આવર્તગતિ

મધ્યમાન સ્થાનની આસપાસ સુરેખપથ પર આગળ–પાછળ કે ઉપર–નીચે સ્થાનાંતરની વિરૂદ્ધ દિશામાં લાગતા પુન:સ્થાપક બળની અસર હેઠળ થતી આવર્તગતિને **સરળ આવર્તગતિ** કહે છે.

$$x(t) = A\cos(\omega t + \emptyset)$$

✧ $x(t)$ સ્થાનાંતર x એ સમય t નાં વિધેય તરીકે

✧ A : કંપવિસ્તાર ✧ ω : કોણીય આવૃતિ

✧ $(\omega t + \emptyset)$: કળા ✧ $\emptyset$: પ્રારંભિક કળા

દોલક, નિયત બિંદુથી ઉપર તરફ ગતિની શરૂઆત કરે તો $\emptyset = 0$

દોલક, નિયત બિંદુથી નીચે તરફ ગતિની શરૂઆત કરે તો $\emptyset = \pi$

દોલક, ઉપરના છેડેથી ગતિની શરૂઆત કરે તો $\emptyset = \frac{\pi}{2}$

દોલક, નીચેના છેડેથી ગતિની શરૂઆત કરે તો $\emptyset = \frac{3\pi}{2}$

n દોલનોને અંતે કળા $\theta = 2\pi n + \emptyset$

નિયમિત વર્તુળમય ગતિ અને સરળ આવર્તગતિ

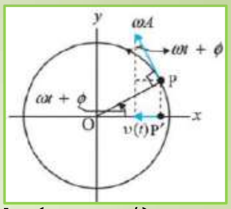
કંપવિસ્તાર A જેટલી ત્રિજ્યા ધરાવતા અને વર્તુળમય ગતિ કરતા કણનો પ્રક્ષેપ સ.આ.ગ. કરે છે.

✧ નિયમિત વર્તુળમય ગતિ અને સરળ આવર્તગતિ માટે કણના સ્થાન સમીકરણો સમાન છે છતાં, **રેખીય સરળ આવર્તગતિ** કરતાં કણ પર લાગતું બળ એ કણને **નિયમિત વર્તુળમય ગતિ**માં રાખવા જરૂરી કેન્દ્રગામી બળ કરતાં સદંતર ભિન્ન પ્રકારનું હોય છે.

સરળ આવર્તગતિમાં વેગ અને પ્રવેગ

નિયમિત વર્તુળમય ગતિ માટે કોણીય ઝડપ :

$$v = \omega A$$

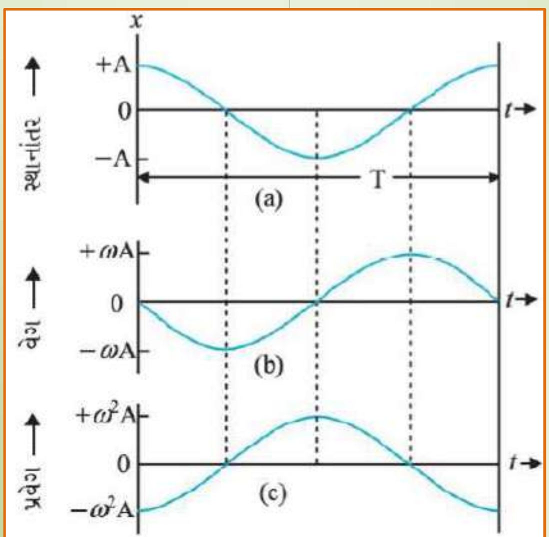


પ્રક્ષેપ કણનો t સમયે વેગ :

$$v(t) = \frac{d}{dt}x(t) = -\omega A\sin(\omega t + \emptyset)$$

પ્રક્ષેપ કણનો t સમયે પ્રવેગ :

$$a(t) = \frac{d}{dt}v(t) = -\omega^2 A\cos(\omega t + \emptyset) = -\omega^2 x(t)$$



સ.આ.ગ. માટે બળનો નિયમ

m દળના કણ પર લગતું પુન:સ્થાપક બળ :

$$F(t) = ma = -m\omega^2 x(t) = -kx(t)$$

✧ જ્યાં $k = m\omega^2$ = બળ અચળાંક

✧ સ.આ.ગ. માટે કોણીય આવૃતિ : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

સરળ આવર્તગતિમાં ઊર્જા

સરળ આવર્તગતિ કરતા કોઇ પણ કણની ગતિઊર્જા અને સ્થિતિઊર્જા શૂન્ય અને તેમનાં મહત્તમ મૂલ્યો વચ્ચે બદલાતી રહે છે.

ગતિઊર્જા :

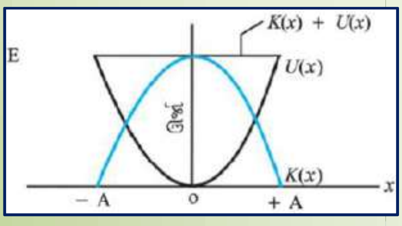
$$K = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \sin^2(\omega t + \emptyset)$$

સ્થિતિઊર્જા :

$$U = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 \cos^2(\omega t + \emptyset)$$

કુલ ઊર્જા : $E = K + U$

$$E = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2 = \frac{1}{2}kA^2$$



પ્રણોદિત (બળપ્રેરિત) દોલનો અને અનુનાદ

આવર્ત બાહ્ય બળ : $F(t) = F_0 \cos \omega_d t$

પ્રણોદિત દોલનો માટેનું વિકલ સમીકરણ :

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + b\frac{dx}{dt} + kx = F_0 \cos \omega_d t$$

ઉકેલ : $x(t) = A\cos(\omega_d t + \emptyset)$

કંપવિસ્તાર : $A = \frac{F_0}{\{m^2(\omega^2+\omega_d^2)^2+\omega_d^2 b^2\}^{1/2}}$

✧ નાનું અવમંદન અને ચાલક આવૃત્તિ પ્રાકૃતિક આવૃત્તિથી ખૂબ જુદી હોય :

$\omega_d b \ll m(\omega^2 - \omega_d^2)$; $A = \frac{F_0}{m(\omega^2-\omega_d^2)}$

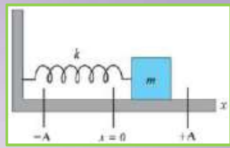
અનુનાદ : જ્યારે ચાલક બળની આવૃત્તિ એ દોલકની પ્રાકૃતિક આવૃત્તિની નજીક હોય ત્યારે કંપવિસ્તારમાં થતાં વધારાની ઘટનાને અનુનાદ કહે છે.

✧ ચાલક આવૃત્તિ એ પ્રાકૃતિક આવૃત્તિની નજીક હોય :

$\omega_d b \ll m(\omega^2 - \omega_d^2)$; $A = \frac{F_0}{m(\omega^2-\omega_d^2)}$

સરળ આવર્તગતિ કરતાં કેટલાંક તંત્રો

એક સ્પ્રિંગને લીધે દોલનો :

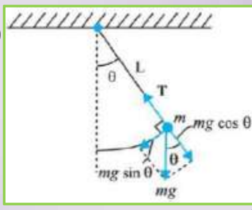


✧ પુન:સ્થાપક બળ : $F = -kx$

✧ દોલકની કોણીય આવૃતિ : $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$

✧ દોલકનો આવર્તકાળ : $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

સાદું લોલક :



✧ પુન:સ્થાપક બળ : $F = mg\sin\theta$

✧ દોલકની કોણીય આવૃતિ : $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$

✧ દોલકનો આવર્તકાળ : $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

અવમંદિત સરળ આવર્તગતિ

અવમંદન બળ : $F_d = -bv$

અવમંદિત સ. આ. ગ. માટેનું વિકલ સમીકરણ :

$$m\frac{d^2x}{dt^2} + b\frac{dx}{dt} + kx = 0$$

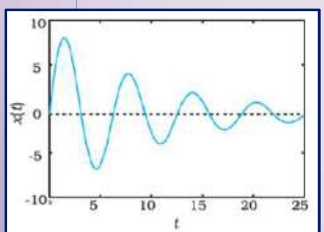
ઉકેલ :

$$x(t) = Ae^{-bt/2m}\cos(\omega' t + \emptyset)$$

કંપવિસ્તાર : $A' = Ae^{-bt/2m}$

કોણીય આવૃતિ : $\omega' = \sqrt{\frac{k}{m} - \frac{b^2}{4m^2}}$

યાંત્રિક ઊર્જા : $E(t) = \frac{1}{2}kA^2 e^{-bt/m}$



Created By
A. G. Momin
Sudhir Gambhava

પ્રકરણ – 15 તરંગો (Waves)

લંબગત અને સંગત તરંગો

લંબગત તરંગ : જો માધ્યમના ઘટક કણો, તરંગની પ્રસરણ દિશાને લંબરૂપે દોલનો કરતા હોય તો તેને લંબગત તરંગ કહે છે.

✧ શૃંગ અને ગર્ત સ્વરૂપે સ્પંદન ઉત્પન્ન થાય છે.

સંગત તરંગ : જો માધ્યમના ઘટક કણો, તરંગની પ્રસરણ દિશાને સમાંતર દોલનો કરે તો તેને સંગત તરંગ કહે છે.

✧ સંઘનન અને વિઘનન સ્વરૂપે સ્પંદન ઉત્પન્ન થાય છે.

તરંગોના સંપાતીકરણનો સિદ્ધાંત

માધ્યમનો કોઈ કણ કે બિંદુ બે કે તેથી વધારે તરંગોની અસર હેઠળ આવે ત્યારે તેનો પરિણામી કંપવિસ્તાર દરેક તરંગના સ્વતંત્ર કંપવિસ્તારના સદિશ સરવાળા જેટલું હોય છે.

સહાયક વ્યતિકરણ : (કળા તફાવત $\emptyset = 0$, પરિણામી કંપવિસ્તાર $A = 2a$)

✧ પરિણામી સ્થાનાંતર :

$y = 2a\sin(kx - \omega t)$

વિનાશક વ્યતિકરણ : (કળા તફાવત $\emptyset = \pi$, પરિણામી કંપવિસ્તાર $A = 0$)

✧ પરિણામી સ્થાનાંતર : $y = 0$

પ્રગામી તરંગમાં સ્થાનાંતર સંબંધ

પ્રગામી તરંગ :

✧ x-અક્ષની ધન દિશામાં ગતિ કરતું તરંગ

$$y(x,t) = a\sin(kx - \omega t + \emptyset)$$

✧ x-અક્ષની ઋણ દિશામાં ગતિ કરતું તરંગ

$$y(x,t) = a\sin(kx + \omega t + \emptyset)$$

✧ Sine અને Cosine વિધેયોનું સંયોજન

$$y(x,t) = A\sin(kx - \omega t) + B\cos(kx - \omega t)$$

કંપવિસ્તાર : સંતુલન સ્થાનથી મહત્તમ સ્થાનાંતરને કંપવિસ્તાર કહે છે. $a = \sqrt{A^2 + B^2}$

કળા : $\theta = (kx - \omega t + \emptyset)$;

જ્યાં $\emptyset$ = પ્રારંભિક કળા

તરંગલંબાઇ (λ) : કળા તફાવત 2π ધરાવતાં બે બિંદુઓ વચ્ચેના લઘુત્તમ અંતરને તરંગની તરંગલંબાઇ કહે છે.

કોણીય તરંગ–સંખ્યા : $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

આવર્તકાળ (T) : કોઈ બિંદુ પાસેથી એક તરંગ પસાર થવા માટે લાગતાં સમયને આવર્તકાળ કહે છે.

આવૃત્તિ (ϑ) : એક સેકન્ડમાં પસાર થતા તરંગોની સંખ્યાને આવૃત્તિ કહે છે.

કોણીય આવૃત્તિ (ω) : આવૃત્તિના 2π ગણાને કોણીય આવૃત્તિ કહે છે.

પ્રગામી તરંગની ઝડપ

પ્રગામી તરંગની ઝડપ : $v = \frac{\omega}{k} = \frac{\lambda}{T} = \lambda\vartheta$

તણાવવાળી દોરી પર લંબગત તરંગની ઝડપ : $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$

✧ જ્યાં μ = એકમ લંબાઈ દીઠ દળ

✧ જ્યાં T = બાહ્ય બળને લીધે ઉદભવતું તણાવ બળ

સંગત તરંગની ઝડપ (ધ્વનિની ઝડપ) :

$$v = \sqrt{\frac{\beta}{\rho}} = \sqrt{\frac{P}{\rho}} = \sqrt{\frac{Y}{\rho}}$$

✧ લાપ્લાસેનો સુધારો (સમોષ્મી બલ્ક મોડ્યુલસ) $v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$

✧ જ્યાં ρ = દળ ઘનતા, ✧ જ્યાં $\gamma = \frac{C_p}{C_v}$ બે વિશિષ્ટ ઉષ્માઓનો ગુણોત્તર

Created By
A.G. Momin
Sudhir Gambhava

તરંગોનું પરાવર્તન

✍ જડિત આધાર પાસેથી તરંગનું પરાવર્તન :

✧ તેની કળામાં π જેટલો વધારો થાય

✧ આપત તરંગ વધતા x ની દિશામાં

$$y_i = A\sin(kx-\omega t)$$

✧ પરાવર્તિત તરંગનું સમીકરણ

$$y_r = A\sin(kx+\omega t+\pi)$$

$$y_r = -A\sin(kx+\omega t)$$

✍ મુક્ત આધાર પાસેથી તરંગનું પરાવર્તન :

✧ તેની કળામાં વધારો થશે નહીં.

✧ આપત તરંગ વધતા x ની દિશામાં

$$y_i = A\sin(kx-\omega t)$$

✧ પરાવર્તિત તરંગનું સમીકરણ

$$y_r = A\sin(kx+\omega t+0)$$

$$y_r = A\sin(kx+\omega t)$$

સ્થિત તરંગો અને નોર્મલ મોડ્ઝ

✍ બે તરંગોના સંપતીકરણથી મળતું સ્થિત તરંગ સમીકરણ

$$y = 2a\sin kx\cos\omega t$$

✍ નિષ્પંદ બિંદુઓ : કંપવિસ્તાર $= 2a$, $\sin kx = 0$

$kx = n\pi$, $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$

$x = \frac{n\lambda}{2}$, $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$

✍ પ્રષ્પંદ બિંદુઓ : કંપવિસ્તાર = શૂન્ય

$$\sin kx = \pm 1$$

$kx = (n+\frac{1}{2})\pi$, $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$

$x = (n+\frac{1}{2})\frac{\lambda}{2}$, $n = 0, 1, 2, 3, \ldots$

✍ બંને બાજુ જડિત આધાર કે બંને બાજુ ઓપન પાઈપ માટે :

✧ તરંગ લંબાઈ : $\lambda_n = \frac{2L}{n}$, ✧ આવૃત્તિ : $\vartheta_n = n\frac{v}{2L}$

✧ $n = 1$, $\vartheta_1 = \frac{v}{2L}$ = પ્રથમ હાર્મોનિક, મૂળભૂત આવૃત્તિ

✧ $n = 2$, $\vartheta_2 = \frac{v}{L}$ = દ્વિતીય હાર્મોનિક, પ્રથમ ઓવરટોન

✧ $n = 3$, $\vartheta_3 = \frac{3v}{2L}$ = તૃતીય હાર્મોનિક, દ્વિતીય ઓવરટોન

✍ એક છેડે બંધ પાઈપ માટે :

✧ તરંગ લંબાઈ : $\lambda_n = \frac{4L}{n}$, ✧ આવૃત્તિ : $\vartheta_n = n\frac{v}{4L}$

✧ n મી હાર્મોનિક, $\left(\frac{n-1}{2}\right)$ મી ઓવરટોન

સ્પંદ

✍ સમાન કંપવિસ્તાર વાળા પણ સહેજ જુદી પડતી આવૃત્તિઓ વાળા તરંગોના સંપાતીકરણને કારણે આવર્ત રીતે કંપવિસ્તાર અને પરિણામે ધ્વનિની પ્રબળતા મહત્તમ બનવાની ઘટનાને સ્પંદ કહે છે.

✍ બે હાર્મોનિક તરંગોનું સંપાતીકરણ :

✧ $y = a\sin 2\pi f_1 t + a\sin 2\pi f_2 t$

✧ $y = \left[2a\cos 2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t\right]\sin 2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t$

✧ $y = a'\sin 2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t$

✧ જ્યાં $a' = 2a\cos 2\pi\left(\frac{f_1-f_2}{2}\right)t$

✍ એકમ સમયમાં સ્પંદની સંખ્યા $f_1 - f_2$ ને સ્પંદની આવૃત્તિ કહે છે.

ડૉપ્લર અસર

✍ જ્યારે ધ્વનિ ઉદગમ અથવા શ્રોતા અથવા બંને હવાના માધ્યમની સાપેક્ષે અને એકબીજાની સાપેક્ષે ગતિ કરે ત્યારે શ્રોતા દ્વારા અનુભવાતી ધ્વનિની આવૃત્તિ, ઉદગમ દ્વારા ઉત્સર્જાતી આવૃત્તિ કરતા જુદી સંભળાય છે. આ ઘટનાને ડોપ્લર અસર કહે છે.

✍ સંજ્ઞા પ્રણાલી :

✧ ધ્વનિનો વેગ હંમેશા ધન લેવામાં આવે છે.

✧ શ્રોતાથી ઉદગમ તરફના વેગોને ધન અને ઉદગમથી શ્રોતા તરફના વેગોને ઋણ લેવામાં આવે છે.

✍ શ્રોતા દ્વારા અનુભવાતી આવૃત્તિનું સામાન્ય સુત્ર :

$$f_L = \left(\frac{v+v_L}{v+v_S}\right)f_S$$

✧ *શ્રોતા સ્થિર , ધ્વનિ ઉદગમ શ્રોતા તરફ ગતિ કરતું હોય,* $f_L = \left(\frac{v}{v-v_S}\right)f_S$

✧ *શ્રોતા સ્થિર, ધ્વનિ ઉદગમ શ્રોતાથી દૂર જાય,* $f_L = \left(\frac{v}{v+v_S}\right)f_S$

✧ *શ્રોતા અને ધ્વનિ ઉદગમ બંને એકબીજા તરફ ગતિ કરતાં હોય,* $f_L = \left(\frac{v+v_L}{v-v_S}\right)f_S$

✧ *ઉદગમ સ્થિર, શ્રોતા એ ધ્વનિ ઉદગમ તરફ ગતિ કરે,* $f_L = \left(\frac{v+v_L}{v}\right)f_S$

✧ *શ્રોતા અને ધ્વનિ ઉદગમ બંને એકબીજા તરફ ગતિ કરતાં હોય,* $f_L = \left(\frac{v-v_L}{v+v_S}\right)f_S$