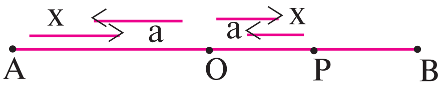
8.డోలనాలు

స్టడీ నోట్స్

1.1. ఆవర్తన చలనము: తనంతట తానుగా నిర్ణీత కాల వ్యవధుల తరువాత పునరావృతమగు చలనమును ఆవర్తన చలనం అని అంటారు. **ఉదా:** సూర్యుని చుట్టూ గ్రహముల చలనము.

1.2. డోలనాలు: మధ్యమ స్థానములో ఉన్న వస్తువునకు కొంచెం స్థానభ్రంశం కలుగజేసినపుడు, ఆ వస్తువును మరల మధ్యమ స్థానమునకు తీసుకొని వచ్చుటకు ఒక బలము పనిచేయుచుండును. దీని వలన ఆ వస్తువు కంపనములు చేయుచుండును. వస్తువు పౌనఃపున్యం తక్కువగా ఉంటే దాన్ని డోలన చలనం అని (చెట్టు కొమ్మ చేసే డోలనం వంటిది), పౌనఃపున్యం ఎక్కువగా ఉంటే దాన్ని కంపన చలనం (సంగీత వాయిద్యంలోని తంత్రి చేసే కంపనం వంటిది) అని అంటారు.

2.0 సరళ హరాత్మక చలనం : ఏదైనా ఒక వస్తువు, ఒక స్థిర మాధ్యమిక బిందువుపరంగా ముందుకూ, వెనుకకు రేఖాగమనం చేస్తున్నప్పుడు, దాని త్వరణం విలువ ఆ వస్తువు స్థాన భ్రంశానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటూ,త్వరణం దిశ ఎల్లప్పుడూ ఆ మాధ్యమిక బిందువు వైపే ఉండే చలనాన్ని సరళ హరాత్మక చలనం అంటారు.



అనగా త్వరణం$\propto$ –స్థానభ్రంశం

$\Rightarrow$ $a \propto -x$

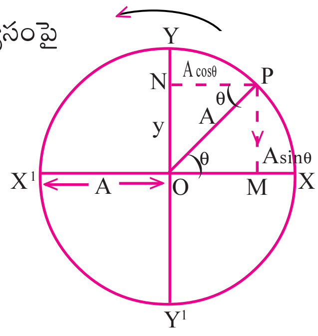
$\Rightarrow$ $a = -kx$, ఇక్కడ K అనుపాతస్థిరాంకం.

ఋణగుర్తు వల్ల త్వరణ మరియు స్థానభ్రంశాలు ఎల్లప్పుడూ వ్యతిరేక దిశల్లో ఉంటాయని తెలుస్తుంది.

ఉదా : లాగి వదిలిన భారగ్రస్థ స్ప్రింగ్ చలనం, శ్రుతిదండం భుజాల కంపనాలు స్వల్పస్థాన భ్రంశాలు గల లఘులోలకం డోలనాలు.

3.0 నిర్దేశ వృత్తం సహాయంతో సరళ హరాత్మక చలనాన్ని వివరించడం :

A వ్యాసార్ధం గల వృత్తపరిధిపై సమకోణీయ వేగం ω తో గమనంలో ఉన్న కణం 'P' ని తీసుకుందాం. XX^1 , YY^1లు రెండు పరస్పరం లంబంగా ఉన్న వృత్త వ్యాసాలైతే M మరియు N లు P యొక్క రెండు లంబపాదాలు. ఒక కణం వృత్తపరిధిపై భ్రమణం చేస్తున్నపుడు ఆ కణం యొక్క లంబపాదాలు వృత్త వ్యాసంపై చలిస్తాయి. కణం ఒక భ్రమణం పూర్తి చేసేటప్పటికి వృత్త వ్యాసంపై M,N లంబపాదాలు ఒక డోలనం చేస్తాయి.



లంబపాదం యొక్క స్థానభ్రంశం $y = A\sin\omega t$

అభికేంద్ర త్వరణం $(a_r) = A\omega^2$

YY^1అక్షంపై లంబపాదం యొక్క త్వరణం $= a_r \sin\theta$

$= A\omega^2 \sin\theta = A\omega^2 \sin\omega t$

లంబపాదం యొక్క త్వరణం $a = A\omega^2 \sin\omega t \Rightarrow a = -\omega^2 y$

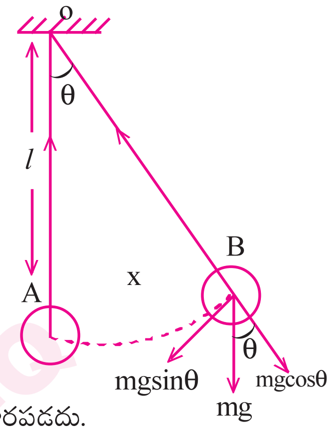
ఋణ గుర్తు త్వరణం, స్థానభ్రంశం ఎప్పుడూ వ్యతిరేక దిశలో ఉంటాయని తెలియజేస్తుంది. అనగా వృత్త వ్యాసంపై లంబపాదం యొక్క చలనం సరళహరాత్మక చలనం.

BABY BULLET-Q

4.1 లఘులోలకం : భారరహితమైన, సాగదీయడానికి వీలుకాని, సన్నని పురిలేని దారానికి వ్రేలాడదీసిన లోహపు గోళాన్ని లఘులోలకం అంటారు.

4.2 లఘులోలకం పొడవు : ఆధార బిందువు నుండి గోళం గరిమనాభి వరకు గల దూరాన్ని లోలకం పొడవు అంటారు.

4.3 లఘులోలకం ఆవర్తన కాలానికి సమీకరణం :



లఘులోలకం పొడవు 'l' గురుత్వత్వరణం 'g' అయిన ఆవర్తనకాలం $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

గమనిక 1 : నిర్దిష్ట ప్రదేశం వద్ద డోలనావర్తనకాలం లోలకం పొడవు యొక్క వర్గమూలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. $T \propto \sqrt{l}$

గమనిక 2 : డోలనావర్తనకాలం గురుత్వత్వరణం యొక్క వర్గమూలానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$

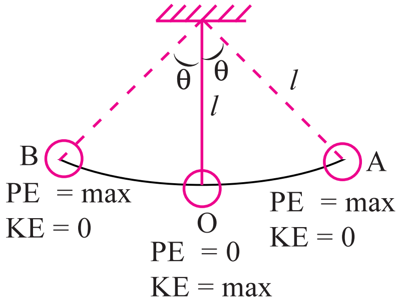
గమనిక 3 : డోలనావర్తనకాలం గోళం యొక్క ద్రవ్యరాశి, కంపనపరిమితిపై ఆధారపడదు.

4.5 సెకనుల లోలకం : రెండు సెకనుల డోలనావర్తనకాలం గల లఘులోలకాన్ని సెకన్ల లోలకం అంటారు.

సెకనులలోలకం పొడవు :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow 2 = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \Rightarrow 4 = 4\pi^2\frac{l}{g} \Rightarrow l = \frac{g}{\pi^2}$$

గమనిక : భూఉపరితలంపై సెకనుల లోలకం పొడవు సుమారుగా 1m.



4.5 శక్తి నిత్యత్వ నియమం : లఘులోలకం డోలనాలు చేసేటపుడు ఏ బిందువు వద్దనైనా మొత్తం శక్తి స్థిరం. PE+KE = స్థిరరాశి.

5.1 భారగ్రస్తస్ప్రింగ్ – బలస్థిరాంకం నిర్వచనం :

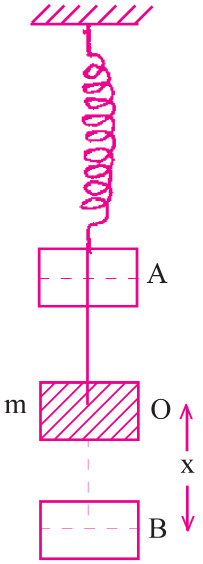
స్ప్రింగ్‌లో ఏకాంక సాగుదలకు జనించే పునఃస్థాపక బలాన్ని దాని బల స్థిరాంకంగా నిర్వచిస్తారు.

సూత్రం : $k = \frac{F}{x}$

S.I ప్రమాణం : Nm^{-1}

5.2 భారగ్రస్తస్ప్రింగ్ డోలనావర్తన కాలానికి సమీకరణం :

వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశి m, బల స్థిరాంకం k అయిన $T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$



5.3 స్ప్రింగ్ డోలనావర్తన కాలం :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\text{స్ప్రింగ్‌లో సాగుదల}}{\text{గురుత్వత్వరణం}}} = 2\pi\sqrt{\frac{x}{g}}$$

BABY BULLET-Q

6. **స్వేచ్ఛా డోలనాలు:** ఒక వ్యవస్థను (లఘులోలకం లేదా స్ప్రింగ్‌కు వేలాడదీసిన దిమ్మె లాంటివి) మాధ్యమిక స్థానం నుంచి స్థానభ్రంశం చెందించి వదిలేస్తే, అది తన సహజ పౌనఃపున్యంతో డోలనాలు చేస్తుంది. ఈ డోలనాలను స్వేచ్ఛా డోలనాలు అని అంటారు.

7. **బలాత్కృత లేక చోదిత డోలనాలు:** ఎప్పుడూ పని చేసే అవరోధ బలాల వల్ల స్వేచ్ఛా డోలనాలు చివరకు క్రమంగా నశిస్తాయి. కానీ ఒక బాహ్యకారకం ఈ డోలనాలను కొనసాగించగలదు. ఈ డోలనాలను బలాత్కృత లేదా చోదిత డోలనాలు అని అంటారు. బలాత్కృత డోలనాలలో, వ్యవస్థ తన సహజ పౌనఃపున్యంతో కాక బాహ్యకారకం పౌనఃపున్యంతో కంపిస్తుంది.

8. **అవరుద్ధ డోలనాలు:** కంపన పరిమితి క్రమంగా తగ్గుతూ చివరకు ఆగిపోయే కంపనాలను అవరుద్ధ డోలనాలు అని అంటారు.

9. **అనునాదం**: చోదక బలం పౌనఃపున్యం, వ్యవస్థ సహజ పౌనఃపున్యమునకు దగ్గరగా ఉన్నపుడు డోలకం కంపన పరిమితిలో పెరుగుదల కలిగే దృగ్విషయాన్ని అనునాదం అని అంటారు.

ముఖ్య సూత్రాలు

1. నిర్దేశ వృత్తం పరంగా :

సరళహరాత్మక చలనంలో ఉన్న కణానికి.

(i) స్థానభ్రంశం $y = A\sin(\omega t+\theta)$

(ii) వేగం $v = A\omega\cos\omega t$ (or) $v = \omega\sqrt{A^2 - y^2}$

(iii) త్వరణం $a = -\omega^2 y$

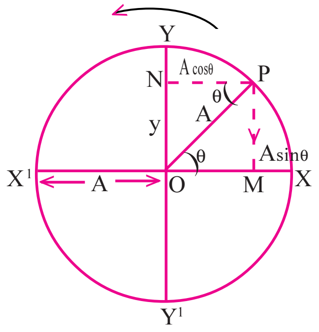
(iv) ఆవర్తనకాలం $T = \frac{2\pi}{\omega}$ (or) $T = 2\pi\sqrt{\frac{y}{a}}$

(v) పౌనఃపున్యం $n = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ (or) $n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{a}{y}}$

(vi) గతి శక్తి $KE = \frac{1}{2}m\omega^2(A^2 - y^2)$

(vii) స్థితిశక్తి $P.E = \frac{1}{2}m\omega^2 y^2$

(viii) $TE = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$

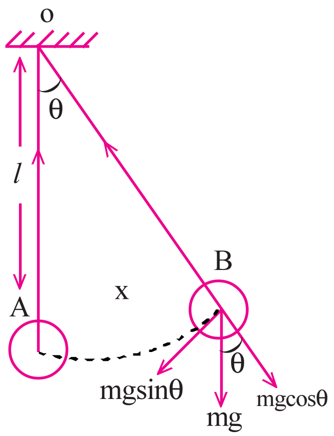


II. లఘులోలకం సమీకరణాలు :

లఘులోలకం ఆవర్తనకాలం $T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

సెకనుల లోలకం పొడవు $l = \frac{g}{\pi^2}$

మొత్తం శక్తి $TE = \frac{1}{2}m\omega^2 A^2$



BABY BULLET-Q