9.గురుత్వాకర్షణ

స్టడీ నోట్స్

1.1 ఈ అధ్యాయంలో మనం నేర్చుకునే అంశాలు:(i) ప్రకృతిలోని ప్రాథమిక బలాలు (ii) విశ్వ గురుత్వాకర్షణ నియమం (iii) కక్ష్యావేగం (iv) నిర్దేశక చట్రాలు (v) పలాయనవేగం (vi) భూ ఉపగ్రహాలు

2. కెప్లర్ గ్రహ నియమములు:

1. **కక్ష్యా నియమం:** సూర్యుని ఒక నాభిగా చేసుకొని సూర్యుని చుట్టూ వేర్వేరు గ్రహములు వేర్వేరు దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యలలో పరిభ్రమించుచుండును.
2. **విస్తీర్ణ నియమం**: సూర్యుడుని, గ్రహాన్ని కలిపే సదిశ త్రిజ్య (లేక సరళ రేఖ) సమాన కాల వ్యవధులలో సమాన విస్తీర్ణములను (వైశాల్యములను) విరజిమ్మును.
3. **పరిభ్రమణ కాల నియమం:** సూర్యుని చుట్టూ తిరిగే ఒక గ్రహము పరిభ్రమణ కాల వర్గము(T^2), ఆ గ్రహము సూర్యుని చుట్టూ తిరిగే దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్య అర్ధ గురు అక్ష ఘనమునకు (a^3) అనులోమాను పాతంలో ఉండును.

3.1 న్యూటన్ విశ్వగురుత్వాకర్షణ నియమం : విశ్వంలోని ప్రతికణం మరొక కణాన్ని ఆకర్షిస్తుంది. ఈ ఆకర్షణ బలం ఆ రెండు కణాల ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలోను, వాటి మధ్య దూర వర్గానికి విలోమానుపాతంలోను ఉంటుంది. ఈ బలం ఆ రెండు కణాల్ని కలిపే సరళరేఖ వెంబడి పనిచేస్తుంది.

రెండు కణాల ద్రవ్యరాశులు m_1,m_2 వాటి మధ్య దూరం r అయితే గురుత్వాకర్షణబలం పరిమాణం $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$

ఇక్కడ G ఒక స్థిరాంకం, దీనిని విశ్వగురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకం అంటారు.

దీని విలువ **G** = 6.67×10^{-11} N m^2 kg^{-2}

G యొక్క S.I ప్రమాణం : N m^2 kg^{-2}

G మితి ఫార్ములా : $G = \frac{Fr^2}{m_1m_2} \Rightarrow [G] = \frac{[MLT^{-2}]\times[L]^2}{[M]^2}$ = **[M–1L3T–2]**

3.2 g మరియు G ల మధ్య సంబంధం :

గురుత్వ త్వరణం 'g' : స్వేచ్ఛగా పతనమయ్యే వస్తువులో ఉత్పన్నమయ్యే సమత్వరణాన్నే గురుత్వత్వరణం (g) అంటారు.

M ద్రవ్యరాశి, R వ్యాసార్థం గల గ్రహంపై 'm' ద్రవ్యరాశి గల ఒక వస్తువును తీసుకుందాం.

న్యూటన్ రెండవ నియమం నుండి వస్తువుపై పనిచేసే బలం F = mg ....(1)

న్యూటన్ విశ్వగురుత్వాకర్షణ నియమం ప్రకారం, ఆ వస్తువుపై పనిచేసే గురుత్వాకర్షణ బలం $F = \frac{GMm}{R^2}$ ......(2)

(1), (2) సమీకరణాల నుండి $mg = \frac{GMm}{R^2} \Rightarrow g = \frac{GM}{R^2}$

గమనిక-1 : 'g' విలువ గ్రహం యొక్క ద్రవ్యరాశి, వ్యాసార్ధం, అక్షాంశం మరియు ఆకారములపై ఆధారపడుతుంది. భూమధ్య రేఖ కంటే ధృవాల వద్ద గురుత్వత్వరణం ఎక్కువగా ఉంటుంది. భూఉపరితలంపై 'g' విలువ గరిష్ఠంగాను, భూమినుండి లోతుకుగాని, ఎత్తుకుగాని పోయే కొలది తగ్గుతూ ఉంటుంది.

గమనిక-2 : విశ్వగురుత్వ నియమం ప్రకారం, వస్తువుపై పనిచేసే బలం $F = \frac{GMm}{(R+r)^2}$

ఆ వస్తువు గ్రహానికి చాలా దగ్గరగా ఉంటే, $R+r \cong R$.

5. గరుత్వాకర్షణ స్థితిజ శక్తి: గరుత్వాకర్షణ బలం మూలంగా ఉత్పన్నమయ్యే స్థితిజ శక్తిని గురుత్వాకర్షణ స్థితిజ శక్తి అని అంటారు.

m_1, m_2 ద్రవ్యరాశులు ఉన్న రెండు కణాల మధ్య దూరం r అయినప్పుడు వాటి గురుత్వ స్థితిజశక్త V అయితే

$$V = -\frac{Gm_1m_2}{r}$$

6.1 పలాయన వేగం (Ve): ఒక గ్రహం గురుత్వాకర్షణ ప్రభావం నుంచి తప్పించుకుని పోవడానికి వస్తువుకు ఉండాల్సిన కనీస వేగాన్ని పలాయన వేగం అంటారు.

సూత్రం : పలాయన వేగం $Ve = \sqrt{2gR}$, g = గురుత్వత్వరణం, R = గ్రహం యొక్క వ్యాసార్థం.

గమనిక : i) భూమి మీద పలాయన వేగం $Ve = 11.2 \text{ km s}^{-1}$.

ii) పలాయన వేగం ప్రక్షిప్తం చేసిన వస్తువు యొక్క ద్రవ్యరాశిపై ఆధారపడదు.

iii) పలాయన వేగం ప్రక్షిప్త కోణంపై కూడా ఆధారపడదు.

6.2 కక్ష్యావేగం (Vo): ఒక గ్రహం చుట్టూ వృత్తాకార మార్గంలో పరిభ్రమించడానికి ఒక వస్తువుకు కావలసిన వేగాన్ని కక్ష్యావేగం అంటారు.

సూత్రం : కక్ష్యావేగం $V_o = \sqrt{gR}$ **గమనిక :** పలాయన వేగం = $\sqrt{2}$ x కక్ష్యా వేగం.

6.3 భూస్థావర ఉపగ్రహం : ఒక కృత్రిమ ఉపగ్రహం యొక్క కక్ష్యావర్తన కాలం భూమి భ్రమణావర్తన కాలానికి సమానమైతే అలాంటి ఉపగ్రహాన్ని భూస్థావర ఉపగ్రహం అంటారు.

గమనిక : భూస్థావర ఉపగ్రహం ఎత్తు = 35,800 km, కక్ష్యా వ్యాసార్థం = 42,250 km.

ముఖ్య సూత్రాలు

1. $F = \frac{Gm_1m_2}{r^2}$
2. $g = \frac{GM}{R^2}$
3. $g_h = g\left(1 - \frac{2h}{R}\right)$
4. $g_d = g\left(1 - \frac{d}{R}\right)$
5. $V = \frac{-Gm_1m_2}{r}$
6. పలాయన వేగం $V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = \sqrt{2gR}$
7. కక్ష్యావేగం $V_0 = \sqrt{\frac{GM}{R}} = \sqrt{gR}$
8. $T = \frac{2\pi(R+h)}{V_0}$

BABY BULLET-Q