భూమి గురుత్వ త్వరణాన్ని దేనితో గణిస్తారు?

గ్రహాలు

సూర్యుడు, సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న ఎనిమిది గ్రహాలను కలిపి సౌరకుటుంబం అంటారు. ఈ గ్రహాల చలనాలను వివరించడానికి రెండు సిద్ధాంతాలను ప్రతిపాదించారు.

1. భూకేంద్ర సిద్ధాంతం (Geo Centric Theory): ఈ సిద్ధాంతాన్ని టాలమీ ప్రతిపాదించాడు. దీనిప్రకారం సూర్యుడు, చంద్రుడు, మిగిలిన గ్రహాలన్నీ భూమిని కేంద్రంగా చేసుకొని భూమి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్నాయి.

2. సూర్య కేంద్ర సిద్ధాంతం (Heleo Centic Theory) కోపర్నికస్ ఈ సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు. దీని ప్రకారం గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్నాయి.

- క్రీ.శ. 1608లో గెలీలియో టెలిస్కోప్‌ను కనుగొని మొదటిసారి గురు గ్రహానికి ఉన్న ఉపగ్రహాలు గురించి పరిశోధించాడు. ఇతని పరిశోధనల ప్రకారం గురు గ్రహంతో పాటు మిగిలిన గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్నాయి. కాబట్టి సూర్య కేంద్ర సిద్ధాంతం సరైందని నిరూపించాడు.
- 3 – 5 శతాబ్దాల మధ్య కాలంలో మన దేశానికి చెందిన ఆర్యభట్టు తన ఆర్యభట్టీయం అనే గ్రంథంలో సూర్య కేంద్ర సిద్ధాంతాన్ని ప్రస్తావించాడు.
- విశ్వంలోని ఏ రెండు కణాల మధ్య ఉన్న ఆకర్షణ బలాన్నైనా తెలుసుకోవడానికి న్యూటన్ విశ్వ గురుత్వాకర్షణ బల నియమం (universal gravitational force) ఉపయోగిస్తారు.

న్యూటన్ విశ్వ గురుత్వాకర్షణ బల నియమం:

ఈ నియమం ప్రకారం విశ్వంలో ఏవైనా రెండు కణాల మధ్య ఉన్న ఆకర్షణ బలం వాటి ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలో, దూర వర్గానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2} \quad F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$$

m_1, m_2లు కణాల ద్రవ్యరాశులు (mass of the particles)

d = కణాల మధ్య దూరం

G = విశ్వగురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకం

(Universal Gravitational Constant)

దీని విలువ $G = 6.67 \times 10^{-11}$ Nm^2 Kg^{-2}

$$\left(G = \frac{F d^2}{m_1 m_2}\right)$$

$$\left(\frac{\text{Newton Meter}^2}{\text{Kilogram}}\right)$$

అనువర్తనాలు:

1. సౌర కుటుంబంలో సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న గ్రహాలు లేదా గ్రహాల చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న ఉపగ్రహాలకు కావాల్సిన అభికేంద్ర బలాలను న్యూటన్ విశ్వగురుత్వాకర్షణ బలాలు సమకూర్చుతున్నాయి.
2. సూర్యుడు, చంద్రుడి విశ్వగురుత్వాకర్షణ బలాల వల్ల సముద్రంలో ఆటుపోటులు ఏర్పడుతున్నాయి.

కెప్లర్ గ్రహగతుల నియమాలు (Laws of Plani tary Motion):

సౌరకుటుంబంలో గ్రహ చలనాలను వివరించడానికి కెప్లర్ మూడు గ్రహగతుల నియమాలు ప్రతిపాదించాడు.

1. మొదటి నియమం: సూర్యుడ్ని నాభిగా చేసుకొని గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ దీర్ఘ వృత్తాకార మార్గంలో (elliptical orbit) పరిభ్రమిస్తున్నాయి. ఈ నియమం నుంచి సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న గ్రహం కక్ష్యను తెలుసుకోవచ్చు. కాబట్టి ఈ నియమాన్ని కక్ష్యా నియమం(law of orbit) అంటారు.

2. రెండో నియమం: సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న గ్రహం సమాన కాలాల్లో సమాన వైశ్యాల్యాన్ని చిమ్ముతుంది. దీన్ని విస్తీర్ణ నియమం (law of areas) అని అంటారు.

3. మూడో నియమం: సూర్యుడు, సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న గ్రహం ఆవర్తన కాల వర్గం (square of the time period of the planet) సూర్యుడు, గ్రహాన్ని కలిపే దూర ఘణానికి అనులోమాను పాతంలో ఉంటుంది.

$$T^2 \propto R^3$$

T = ఆవర్తన కాలం లేదా సంవత్సర కాలం (Duration of year)

R = దూరం.

ఈ మూడో నియమం ప్రకారం సౌర కుటుంబంలో వేర్వేరు గ్రహాల సంవత్సర కాలాలు వేర్వేరుగా ఉన్నాయని తెలుస్తోంది.

ఉదాహరణ:

1. సూర్యుడికి దగ్గరగా ఉన్న బుధ గ్రహం (Mercury) సంవత్సర కాలం(భూమితో పోల్చితే) కేవలం 88 రోజులు మాత్రమే.
2. సౌర కుటుంబంలో చివర ఉన్న ప్లూటో (ప్రస్తుతం గ్రహం కాదు) సంవత్సర కాలం భూమితో పోల్చితే 248 సంవత్సరాలు.

భూమి గురుత్వ త్వరణం:

ఒక వస్తువు కొంత ఎత్తు నుంచి స్వేచ్ఛగా కిందికి పడుతున్నప్పుడు భూమి గురుత్వాకర్షణ వల్ల పొందిన త్వరణాన్ని భూమి గురుత్వ త్వరణం అంటారు.

దీని సగటు విలువ g = 9.8 ms^{-2}

భూమి గురుత్వ త్వరణం (g), విశ్వగురుత్వ స్థిరాంకం (G)ల మధ్య

SAKSHI

సంబంధం

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

M = భూమి ద్రవ్యరాశి (Mass)

R = భూమి వ్యాసార్ధం (Radius)

భూమి గురుత్వ త్వరణం మార్పు చెందడానికి కారణాలు:

1. భూమి ఆకారాన్ని బట్టి గురుత్వ త్వరణ విలువలో మార్పు వస్తుంది. భూమి తన చుట్టూ తాను తిరగడం వల్ల ధ్రువాల వద్ద వాలుగా, భూమధ్యరేఖ వద్ద ఉబ్బెత్తుగా ఉంటుంది.

$g = \frac{GM}{R^2}$ అనే సమీకరణం ప్రకారం భూమి గురుత్వ త్వరణ విలువ ధ్రువాల వద్ద గరిష్టంగా, భూమధ్యరేఖ వద్ద కనిష్టంగా ఉంటుంది. ఈ కారణం వల్ల వస్తువు భారం ధ్రువాల వద్ద ఎక్కువ, భూమధ్యరేఖ వద్ద తక్కువ ఉంటుంది ($W = MG$ ప్రకారం).

2. ఎత్తుతో పాటు భూమి గురుత్వ త్వరణ విలువల్లో మార్పు: వస్తువును భూ ఉపరితలం నుంచి కొంత ఎత్తుకు తీసుకెళ్తే దానిపై పనిచేసే గురుత్వ త్వరణం తగ్గుతుంది. దీనికి సమీకరణం

$$g^1 = g\left[1 - \frac{2h}{R}\right]$$

h = భూ ఉపరితలం నుంచి వస్తువు పొందిన ఎత్తు.

r = భూ వ్యాసార్ధం.

g = భూ ఉపరితలంపై గురుత్వత్వరణం.

g^1 = భూమి ఉపరితలం నుంచి కొంత ఎత్తు వద్ద ఉన్న గురుత్వ త్వరణం.

3. లోతుతో పాటు, భూమి గురుత్వ త్వరణ విలువలో మార్పు: వస్తువును భూ ఉపరితలం నుంచి కొంత లోతుకు తీసుకెళ్తే దానిపై పనిచేసే భూమి గురుత్వ త్వరణం తగ్గుతుంది. దీనికి సమీకరణం

$$g^1 = g\left[1 - \frac{d}{R}\right]$$

d = భూమి లోతు.

ఒకవేళ వస్తువును భూ కేంద్రం వద్దకు తీసుకెళ్తే అది పొందిన లోతు భూమి వ్యాసార్ధానికి సమానమవుతుంది. అంటే $d = R$

$$g^1 = g\left[1 - \frac{d}{R}\right]$$

$$g^1 = g\left[1 - \frac{R}{R}\right]$$

$$g^1 = g\,(1 - 1) = g \times o = o$$

వస్తువు ద్రవ్యరాశి ఎంత ఉన్నప్పటికీ భూ కేంద్రం వద్ద దాని భారం శూన్యం అవుతుంది.

$w = mg = mxo = o$

4. అక్షాంశ, రేఖాంశం బట్టి కూడా భూ గురుత్వ త్వరణంలో మార్పు వస్తుంది.

5. స్థానిక పరిస్థితులను బట్టి భూమి గురుత్వ త్వరణ విలువలో మార్పులు వస్తాయి. ఎందుకంటే భూమిపై పర్వతాలు, లోయలు, సమతల ప్రదేశాలు.. ఉండటం వల్ల ప్రదేశాన్ని బట్టి గురుత్వ త్వరణ విలువ మారుతుంది.

భూమి గురుత్వ త్వరణాన్ని గణించడానికి లఘు లోలకం (simple pendulum) లేదా Etronos balance అనే పరికరాల్ని వాడతారు.

- భూమి గురుత్వ త్వరణ విలువలు సమానంగా ఉన్న ప్రదేశాలను ప్రపంచ పటంలో ఊహాత్మక రేఖల్లో కలిపారు. ఈ రేఖలను Isograms/Same gravity అంటారు. వీటి ఆధారంగా ఒక ప్రదేశంలో నిక్షిప్తమైన భూగర్భ వనరులను కనుక్కోవచ్చు.
- చంద్రుడిపై గురుత్వ త్వరణం భూమి గురుత్వ త్వరణంలో కేవలం ఆరో వంతు మాత్రమే ఉంటుంది. అందువల్ల చంద్రుడిపై ప్రతీ వస్తువు భారం ఆరో వంతుగా ఉంటుంది.

పలాయన వేగం (Escape Velocity): (Ve):

ఏదైనా ఒక వస్తువును భూమి గురుత్వాకర్షణ పరిధి నుంచి శాశ్వతంగా విశ్వాంతరాళంలోకి ప్రయోగించడానికి కావల్సిన కనీస వేగాన్ని పలాయన వేగమంటారు.

పలాయన వేగం $V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$ (or)

$V_e = \sqrt{2gR}$

భూమి ద్రవ్యరాశి $M = 6 \times 10^{24}$ kg

భూమి వ్యాసార్ధం R = 6400 km

g = 9.8 ms^{-2} G = 6.67 × 10^{-11} $Nm^2\ kg^{-2}$ ఈ విలువలను పై సమీకరణంలో ప్రతిక్షేపిస్తే పలాయన వేగం Ve = 11.2 km sec^{-1}గా ఉంటుంది. పలాయనవేగం ప్రక్షిప్త వస్తువు (projected body రాకెట్లు, ఉపగ్రహాలు) ద్రవ్యరాశులు, ప్రక్షిప్త కోణాలపై ఆధారపడి ఉండదు. చంద్రుడిపై ఉన్న పలాయన వేగం (V_e) కేవలం 2.42 kms^{-1} గా ఉంటుంది. ఈ విలువ చాలా తక్కువగా ఉండటంతో చంద్రుడిపై ఉన్న వాయు కణాలు తమంతట తాముగా విశ్వాంతరాళంలోనికి వెళ్ళిపోతాయి. అందువల్ల చంద్రుడిపై వాతావరణం లేదు. సాధ్యపడదు కూడా.

కక్ష్యావేగం (Orbital Velocity):

వస్తువు భూమి చుట్టూ నిర్దిష్ట కక్ష్యలో పరిభ్రమించడానికి కావల్సిన కనీస వేగాన్ని కక్ష్యావేగం అంటారు.

కక్ష్యావేగం $(V_o) = \sqrt{\frac{GM}{R}}\ (or)\ V_o = \sqrt{gR}$

భూమి విషయంలో కక్ష్యావేగం V_o = 7.92 kms^{-1}.అంటే సుమారు 8 kms^{-1}గా ఉంటుంది.

కక్ష్యావేగం ఉపగ్రహాల ద్రవ్యరాశిపై ఆధారపడదు.

- కక్ష్యావేగం కావాల్సిన వేగం కంటే ఎక్కువైతే అదుపుతప్పి విశ్వం లోకి వెళ్ళిపోతుంది.

SAKSHI

- కక్ష్యావేగం తక్కువైతే అదుపుతప్పి భూ వాతావరణ పొరలోకి ప్రవేశించి కాలిపోతుంది.

ఉపగ్రహాలు

- విశ్వంలో పెద్ద వస్తువుల చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న చిన్న వస్తువులను ఉపగ్రహాలు అని అంటారు. వీటిని రెండు రకాలుగా వర్గీకరించవచ్చు.

సహజ ఉపగ్రహాలు (Natural Satellites):

- విశ్వంలో గ్రహాలతో పాటు ఏర్పడి వాటి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న చిన్న వస్తువులే సహజ ఉపగ్రహాలు ఉదాహరణ: చంద్రుడు
- ఇప్పటి వరకు కనుగొన్న వాటిలో పెద్ద ఉపగ్రహం – గనిమెడ. ఇది గురు గ్రహానికి ఉంది.

కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు (Artificial satellites)

మానవుడు రాకెట్‌ల సహాయంతో భూమి చుట్టూ ప్రవేశపెట్టిన ఉప గ్రహాలను కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు అంటారు.

e.g.: ఆర్యభట్ట , భాస్కర, INSAT etc

భూస్థిర ఉపగ్రహం (Geo stationany satellites):

- ఒక ఉపగ్రహాన్ని భూమి ఉపరితలం నుంచి 36 వేల kmల ఎత్తులోకి ప్రయోగించినప్పుడు అది భూమి చుట్టూ ఒకసారి తిరిగి రావడానికి పట్టేకాలం 24 గంటలు లేదా ఒక రోజుగా ఉంటుంది. ఎందుకంటే ఈ ఉపగ్రహం భూమి ఆత్మభ్రమణ వేగానికి సమానంగా ఉంటుంది. దీన్ని భూస్థిర ఉపగ్రహం (or) communicationల ఉపగ్రహం (or) parking satellite అంటారు.
- భూమి కేంద్రం నుంచి దీని ఎత్తు = (s) =R+h (s) = 6.400 km + 3600km = 42,400km

SAKSHI