యాంత్రిక శాస్త్రం

వస్తువు స్థితి గురించి అధ్యయనం చేసే శాస్త్రాన్ని 'యాంత్రిక శాస్త్రం' అంటారు. వస్తువు గమనం గురించి అధ్యయనం చేసే శాస్త్రాన్ని 'డైనమిక్స్' అంటారు.

అదిశ రాశి: పరిమాణం మాత్రమే ఉండి, దిశతో సంబంధంలేని భౌతికరాశిని 'అదిశరాశి' అంటారు.

ఉదా: దూరం, వడి, పని, శక్తి.

సదిశ రాశి: పరిమాణం, దిశ ఉన్న భౌతిక రాశిని 'సదిశ రాశి' అంటారు.

ఉదా: స్థానభ్రంశం, వేగం, త్వరణం, బలం.

దూరం: వస్తువు ప్రయాణించిన మొత్తం పొడవును 'దూరం' అంటారు.

ప్రమాణాలు: సెం.మీ., మీ.

- వాహనాలు ప్రయాణించే దూరాన్ని కొలవడానికి 'ఓడోమీటర్' ఉపయోగిస్తారు.

స్థానభ్రంశం: స్థానంలో కలిగే మార్పును 'స్థానభ్రంశం' అంటారు. రెండు బిందువుల మధ్య ఉండే అతి స్వల్ప పొడవే స్థాన భ్రంశం.

ప్రమాణాలు: సెం.మీ., మీ.

వడి: నిర్దిష్ట సమయంలో వస్తువు ప్రయాణించిన దూరాన్ని 'వడి' అంటారు.

$$\text{వడి} = \frac{\text{దూరం}}{\text{కాలం}}$$

ప్రమాణాలు: సెం.మీ./సె. (సీజీఎస్ ప్రమాణం), మీ./సె. (ఎస్ఐ ప్రమాణం).

వడిని కొలిచే పరికరం: స్పీడోమీటర్

వేగం: వస్తువు స్థానభ్రంశంలో కలిగే మార్పురేటునే 'వేగం' అంటారు.

$$\text{వేగం} = \frac{\text{స్థానభ్రంశం}}{\text{కాలం}}$$

ప్రమాణాలు: సెం.మీ./సె. (సీజీఎస్ ప్రమాణం), మీ./సె. (ఎస్ఐ ప్రమాణం).

- వాన చినుకు వేగం 7- 18 mile/hour
- భూమిపై వేగంగా పరుగెత్తే జీవి – చిరుతపులి (97 kmph)
- నెమ్మదిగా కదిలే జీవి – నత్త (0.013 - 0.028 m/s)

త్వరణం: వేగంలో కలిగే మార్పు రేటునే త్వరణం అంటారు.

$$\text{త్వరణం } (a) = \frac{\text{వేగంలోని మార్పు}}{\text{కాలం}}$$

ప్రమాణాలు: సెం.మీ./సె^{2}. (సీజీఎస్), మీ./సె^{2}. (ఎస్ఐ ప్రమాణం).

వస్తువు త్వరణం కాలానుగుణంగా పెరిగితే దాన్ని ‘ధన త్వరణం’ అంటారు.

ఉదా: రైల్వేస్టేషన్ నుంచి దూరంగా వెళుతున్న రైలు త్వరణం.

వస్తువు త్వరణం కాలానుగుణంగా తగ్గితే దాన్ని ‘రుణ త్వరణం’ అంటారు.

ఉదా: బస్‌స్టేషన్ సమీపిస్తున్న బస్సు త్వరణం.

- వాహనాల వేగాన్ని తగ్గించడానికి లేదా పెంచడానికి వాడే పరికరం ‘యాక్సిలరేటర్’.
- గమనంలో ఉన్న వస్తువు సమవేగంతో చలించినా లేదా విరామ స్థితిలో ఉన్నా దాని త్వరణం ‘శూన్యం’.

గురుత్వ త్వరణం: భూ గురుత్వాకర్షణ బలం ప్రభావం వల్ల వస్తువులో కలిగే త్వరణాన్ని ‘గురుత్వ త్వరణం’ అంటారు. దీన్ని g తో సూచిస్తారు.

- భూమిపై గురుత్వ త్వరణం = $9.8 \ m/s^2$
- చంద్రుడిపై గురుత్వ త్వరణం =$1.6 \ m/s^2$
- సూర్యుడిపై గురుత్వ త్వరణం=$27.4 \ m/s^2$
- గురుత్వ మాపకాన్ని ఉపయోగించి గురుత్వ త్వరణం విలువ కనుగొంటారు.

ఐసోగ్రామ్‌లు: g విలువ సమానంగా ఉన్న ప్రదేశాలను కలుపుతూ గీసిన రేఖలను ఐసోగ్రామ్‌లు అంటారు. వీటిని ఉపయోగించి ఖనిజసంపదను గుర్తిస్తారు.

- g విలువ భూమి భౌతికస్థితిపై ఆధారపడి ఉంటుంది.

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

  R విలువ ధ్రువాల వద్ద కనిష్ఠం కాబట్టి g విలువ గరిష్ఠంగా ఉంటుంది. R విలువ భూ మధ్యరేఖ వద్ద గరిష్ఠం కాబట్టి g విలువ కనిష్ఠంగా ఉంటుంది.
- కణంపై గురుత్వ బలం పనిచేయదు.

ద్రవ్యరాశి: పదార్థ పరిమాణాన్ని ద్రవ్యరాశి అంటారు.

ప్రమాణాలు: గ్రాము (సీజీఎస్ ప్రమాణం), కిలోగ్రాము (ఎస్‌ఐ ప్రమాణం).

భారం: వస్తువుపై పని చేసే భూమ్యాకర్షణ బలాన్నే భారం అంటారు.

ప్రమాణాలు: గ్రాము, వాట్, కిలోగ్రాము-వాట్, న్యూటన్.

- వస్తువు ద్రవ్యరాశి స్థిరం. ఇది ప్రదేశాన్ని బట్టి మారదు. వస్తువు భారం gపై ఆధారపడి ఉంటుంది కాబట్టి ఇది ప్రదేశాన్ని బట్టి మారుతుంది.
- వస్తువు భారాన్ని కొలవడానికి ఉపయోగించే పరికరం ‘స్ప్రింగ్ త్రాసు’. ఇది హుక్ సూత్రం ఆధారంగా పని చేస్తుంది.
- రబ్బర్ కంటే స్టీల్ స్థితిస్థాపకత అధికం.
- పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక వస్తువు సృష్టిలో లేదు. కానీ పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక వస్తువులా ప్రవర్తించే వస్తువు క్వార్ట్జ్.

గరిమనాభి: వస్తువు మొత్తం భారం కేంద్రీకృతం అయ్యేట్లుగా ప్రవర్తించే బిందువును ‘గరిమనాభి’ అంటారు. ఇది వస్తువు స్థిరత్వాన్ని వివరిస్తుంది.

www.sakshieducation.com

- సమరీతి గురుత్వకేంద్రంలో వస్తువు ద్రవ్యరాశి కేంద్రం, గరిమనాభి ఏకీభవిస్తాయి.
- ద్రవ్యరాశి కేంద్రం వస్తు చలనాన్ని వివరిస్తుంది.
- నిలబెట్టిన స్తూపానికి గరిమనాభి స్థానం సగం ఎత్తు వద్ద ఉంటుంది.
- వంపు మార్గం వద్ద సైకిలిస్ట్ లోపలి వైపు వంగి ప్రయాణించడం వల్ల స్థిరత్వం పెరుగుతుంది.

లిఫ్ట్‌లో దృశ్య భారం: లిఫ్ట్‌ను 1852లో ఇ.జి. ఓటిస్ అనే శాస్త్రవేత్త కనుగొన్నారు. లిఫ్ట్ పైకి వెళుతున్నప్పుడు త్వరణం ధనాత్మకంగా, కిందికి వెళుతున్నప్పుడు త్వరణాన్ని రుణాత్మకంగా తీసుకోవాలి.

case i): లిఫ్ట్ నిశ్చలస్థితిలో ఉన్నప్పుడు దృశ్యభారం స్థిరం. భారం (w) = mg

case ii): లిఫ్ట్ a అనే త్వరణంతో పై దిశలో చలిస్తున్నప్పుడు దృశ్య భారం పెరుగుతుంది. w = m(g+a).

case iii): లిఫ్ట్ a అనే త్వరణంతో కింది దిశలో చలిస్తున్నప్పుడు దృశ్య భారం తగ్గుతుంది.

w = m(g–a)

case iv): లిఫ్ట్ స్వేచ్ఛగా కిందకు పడుతుంటే దాని దృశ్య భారం శూన్యం.

w = m(g–g) ($\because$ a = g కాబట్టి)

w = 0

బలం: వస్తువు స్థితిని మార్చేది లేదా మార్చడానికి ప్రయత్నించేదాన్ని 'బలం' అంటారు. F = ma

ప్రమాణాలు: గ్రామ్–సెం.మీ./సె^{2}. లేదా డైన్ (సీజీఎస్), కిలోగ్రామ్–మీ./సె^{2}. లేదా న్యూటన్ (ఎస్ఐ ప్రమాణం).

$$\boxed{1\ N = 10^5\ dyne}$$

బలాలను న్యూటన్ అంతర్గత బలాలు, బాహ్య బలాలు అని రెండు రకాలుగా వర్గీకరించారు.

- ప్రకృతిలో ప్రాథమిక బలాలు ప్రధానంగా 4 రకాలు. **అవి:**

1. గురుత్వాకర్షణ బలాలు
2. విద్యుదయస్కాంత బలాలు
3. బలమైన కేంద్రక బలాలు
4. బలహీన కేంద్రక బలాలు

- ప్రకృతిలోని ప్రాథమిక బలాల్లో 'బలమైన కేంద్రక బలం' అత్యంత బలమైంది. గురుత్వాకర్షణ బలం అత్యంత బలహీనమైంది.
- విశ్వంలోని ఏదైనా రెండు వస్తువుల మధ్య పనిచేసే బలాన్ని గురుత్వాకర్షణ బలం అంటారు. దీని గురించి న్యూటన్ వివరించారు. గురుత్వాకర్షణ బలం వస్తువుల ద్రవ్యరాశుల లబ్ధానికి అనులోమానుపాతంలో, వాటి మధ్య దూర వర్గానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది.
- విశ్వ గురుత్వాకర్షణ బలం సమీకరణం

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

G $\rightarrow$ విశ్వగురుత్వాకర్షణ స్థిరాంకం

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

- G విలువను ప్రయోగాత్మకంగా కనుగొన్నవారు హెన్రీ కావెండిష్ (ఈయన హైడ్రోజన్‌ను కూడా కనుగొన్నారు).

భూ గురుత్వాకర్షణ బలాలు అన్ని వస్తువులపై ఒకేరకంగా పనిచేస్తాయని ప్రయోగాత్మకంగా నిరూపించినవారు గెలీలియో. గోపురం పై నుంచి రూపాయి నాణెం, ఈకను ఒకేసారి కిందకు పడేసినప్పుడు అవి దాదాపుగా ఒకేసారి భూమిని చేరుతాయనీ, కొద్దిపాటి కాల వ్యత్యాసానికి కారణం.. గాలిలోని స్నిగ్ధతా బలాలు ఈకపై పనిచేయడమేనని ఆయన వివరించారు. గెలీలియో టెలిస్కోప్‌ను, తొలిసారిగా లోలక గడియారాన్ని తయారు చేశారు.

భూ కేంద్రక సిద్ధాంతం: సూర్యుడితోపాటు గ్రహాలన్నీ భూమి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తాయని టాలెమీ (2వ శతాబ్దం) ప్రతిపాదించారు. ఈ సిద్ధాంతం సుమారుగా 1400 ఏళ్ల పాటు ఆమోదంలో ఉంది.

సూర్య కేంద్రక సిద్ధాంతం: భూమి సహా గ్రహాలన్నీ సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తాయని కోపర్నికస్ (1543లో) వివరించారు.

- సూర్యకేంద్రక సిద్ధాంతం సరైందేనని వివరించినవారు – టైకోబ్రాహి.

కెప్లర్ గ్రహగమన నియమాలు: సూర్యకేంద్రక సిద్ధాంతానికి అనుగుణంగా కెప్లర్ గ్రహగమన నియమాలు వివరించారు.

1) **మొదటి నియమం:** సూర్యుని చుట్టూ గ్రహాలన్నీ నిర్దిష్ట దీర్ఘవృత్తాకార కక్ష్యల్లో పరిభ్రమిస్తాయి. దీన్నే 'కక్ష్యా నియమం' అంటారు.

2) **రెండో నియమం:** సూర్యుడి చుట్టూ తిరిగే ప్రతి గ్రహం సమాన కాల వ్యవధుల్లో సమాన వైశాల్యాలు విరజిమ్ముతుంది. దీన్నే 'వైశాల్య నియమం' లేదా 'విస్తీర్ణ నియమం' అంటారు. 'కోణీయ ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం' ($L = mvr$) ఆధారంగా దీన్ని వివరించారు.

3) **మూడో నియమం:** సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న గ్రహం ఆవర్తన కాలం వర్గం.. సూర్యుడు, గ్రహానికి మధ్య ఉండే దూరం ఘనానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది. $T^2 \propto R^3$

   $T \rightarrow$ ఆవర్తన కాలం, $R \rightarrow$ సూర్యుడికి, గ్రహానికి మధ్య దూరం.

భూ స్థావర ఉపగ్రహం: భూ ఆత్మభ్రమణ దిశలో, భూ ఆత్మభ్రమణ వేగానికి సమానంగా భూమి చుట్టూ కక్ష్యలో పరిభ్రమణం చెందే ఉపగ్రహాన్ని 'భూస్థావర ఉపగ్రహం' అంటారు.

- భూ స్థావర ఉపగ్రహం పరిభ్రమణ కాలం 24 గంటలు.
- భూ ఉపరితలం నుంచి భూ స్థావర ఉపగ్రహం ఎత్తు 36,000 కి.మీ.
- భూ కేంద్రం నుంచి భూ స్థావర ఉపగ్రహం ఎత్తు 42,400 కి.మీ.
- భూమికి అత్యంత సమీపంగా పరిభ్రమణం చెందే ఉపగ్రహం ఆవర్తన కాలం 84.6 నిమిషాలు, 5000 సెకన్లు.
- భూ స్థావర ఉపగ్రహాన్ని సమాచార ప్రసారంలో, వాతావరణ పరిస్థితులను అధ్యయనం చేయడానికి, గూఢచర్య వ్యవస్థలో, ఖనిజ లవణాలను కనుగొనడానికి ఉపయోగిస్తారు.

కక్ష్యావేగం (Vo):

- భూమి చుట్టూ నిర్దిష్టమైన కక్ష్యలో పరిభ్రమించడానికి ఉపగ్రహానికి అందించాల్సిన కనిష్ట వేగాన్ని 'కక్ష్యావేగం' అంటారు.
- కక్ష్యావేగం $(Vo) = \sqrt{gR}$. దీని విలువ 8కి.మీ./సె.

  $g \rightarrow$ గురుత్వ త్వరణం.

  g విలువ భూమిపై 9.8 మీ./సె.^{2}

  $R \rightarrow$ భూ వ్యాసార్ధం. $R = 6400$ కి.మీ.

గమనిక: కక్ష్యావేగం ఉపగ్రహం ద్రవ్యరాశిపై ఆధారపడి ఉండదు.

పలాయన వేగం (Ve):

- ❖ భూ గురుత్వాకర్షణ బలాన్ని అధిగమించి వస్తువు విశ్వాంతరాళంలోకి వెళ్లేందుకు దానికి అందించాల్సిన కనీస వేగాన్ని 'పలాయన వేగం' అంటారు.
- ❖ పలాయన వేగం $(Ve) = \sqrt{2gR}$
- ❖ భూమిపై పలాయన వేగం = 11.2 కి.మీ./సె.
- ❖ చంద్రుడిపై పలాయన వేగం = 2.42 కి.మీ./సె.
- ❖ సూర్యుడిపై పలాయనవేగం=620కి.మీ./సె.

గమనిక: పలాయన వేగం ఉపగ్రహం ద్రవ్యరాశిపై ఆధారపడి ఉండదు.

- ❖ చంద్రుడిపై పలాయన వేగం అత్యల్పం. కాబట్టి వాయుకణాలు తప్పించుకుని పోతాయి. అందువల్ల ధ్వని ప్రసారం జరగదు.

ప్రచోదనం

- ❖ ఏదైనా ఒక వస్తువుపై అతి స్వల్పకాలంలో అత్యధిక బలాన్ని ప్రయోగిస్తే దాన్ని ప్రచోదనం అంటారు.

ప్రచోదనం (I) = బలం × కాలం

$I = F \times \Delta t$

$\frac{I}{\Delta t} = F$ ప్రకారం ఒక వస్తువుపై అత్యధిక బలాన్ని అతిస్వల్పకాలంలో ప్రయోగిస్తే ప్రచోదన ప్రభావం ఎక్కువగా ఉంటుంది.

ప్రమాణాలు: డైన్ సెకన్, న్యూటన్ సెకన్

అనువర్తనాలు:

- ❖ జంపింగ్ పోటీలో దూకే స్థలం వద్ద గోతిని తవ్వి దానిలో వరిపొట్టు, రంపం పొట్టు, ఇసుక, స్పాంజ్‌ను ఉంచుతారు. వీటివల్ల కాలపరిమితి పెరిగి ప్రచోదన ప్రభావం తగ్గుతుంది. ఫలితంగా దూకుతున్న వ్యక్తికి గాయాలు కావు.
- ❖ క్రికెట్‌లో బంతిని క్యాచ్ పట్టుకునే సమయంలో ఫీల్డర్ చేతులను ముందుకు చాపి, తర్వాత క్రమంగా వెనక్కి తీసుకుంటాడు. ఇలా చేయడం వల్ల కాలపరిమితి పెరిగి ప్రచోదన ప్రభావం తగ్గుతుంది. అందువల్ల ఫీల్డర్ చేతులకు గాయాలు కావు.
- ❖ వాహనాల్లో షాక్ అబ్జార్బ్స్ (స్ప్రింగ్‌లు) అమరుస్తారు. దీనివల్ల వాహనాలు గుంతలున్న రోడ్డుపై ప్రయాణిస్తున్నప్పుడు ప్రచోదన ప్రభావం తగ్గుతుంది.
- ❖ సున్నితమైన గాజు వస్తువులు, పింగాణీ, మట్టి వస్తువులను రవాణా చేసేటప్పుడు వాటి చుట్టూ దూది, గడ్డి, స్పాంజి, థర్మాకోల్ మొదలైన వాటిని అమరుస్తారు. ఫలితంగా ఆ వస్తువుల రవాణా సమయంలో ప్రచోదన ప్రభావం తగ్గుతుంది.
- ❖ గమనంలో వున్న ఒక వాహనం అంతే ద్రవ్యరాశి ఉన్న విరామస్థితిలోని మరో వాహనాన్ని ఢీకొడితే.. కదులుతున్న వాహనం ఆగి ఉన్న వాహనంపై తక్కువ సమయంలో ఎక్కువ బలాన్ని ప్రయోగిస్తుంది. కాబట్టి ఆగి ఉన్న వాహనానికి ఎక్కువ నష్టం జరుగుతుంది.
- ❖ కొంత ఎత్తు నుంచి స్వేచ్ఛగా దృఢమైన తలంపైకి దూకిన వ్యక్తి తన శరీర బరువు మొత్తాన్నీ స్వల్పకాలంలో ఆ తలంపై ప్రయోగిస్తాడు. దీంతో ప్రచోదన ప్రభావం ఎక్కువగా ఉంటుంది. ఫలితంగా అతడికి గాయాలవుతాయి. కానీ అదే వ్యక్తి సరిపడా నీరున్న బావిలో దూకితే కాలపరిమితి పెరిగి, ప్రచోదన ప్రభావం తగ్గుతుంది. కాబట్టి ఆ వ్యక్తికి

www.sakshieducation.com

ఎలాంటి గాయాలు కావు.

- ఒక ఇనుప మేకుపై అత్యధిక బలాన్ని అతిస్వల్ప కాలంలో ప్రయోగిస్తే ప్రచోదన ప్రభావం ఎక్కువగా ఉండి, ఆ మేకు గోడలోకి లేదా చెక్కదిమ్మలోకి చొచ్చుకొని వెళ్లగలుగుతుంది.

ప్రక్షేపకం (Projectile):

- క్షితిజ సమాంతర తలానికి కొంత కోణంతో ప్రక్షిప్తం చేసిన వస్తువును 'ప్రక్షేపకం' అంటారు.

  ప్రక్షేపకం మార్గం: పరావలయం

ఉదా:

1) బస్ నుంచి బయటకు విసిరిన వస్తువు

2) వికెట్‌ల పైకి విసిరిన బంతి

వ్యాప్తి:

ప్రక్షేపకం భూ క్షితిజ సమాంతర దిశలో ప్రయాణించిన గరిష్ట దూరాన్ని 'వ్యాప్తి' అంటారు.

- ప్రక్షేపకం గరిష్ట వ్యాప్తిని పొందాలంటే క్షితిజ సమాంతర తలంతో 45^0 కోణంతో విసరాలి.

వివిధ రకాల బలాలు

1. అభికేంద్ర బలం

- వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తున్న వస్తువుపై వృత్త కేంద్రం వైపు పని చేసే బలాన్ని 'అభికేంద్ర బలం' అంటారు.
- అభికేంద్రబలం అనేది యదార్థ బలం.
- ఇది వస్తువు ఒక నియమిత మార్గంలో చలించడానికి ఉపయోగపడుతుంది.

ఉదా: 1) సూర్యుడి చుట్టూ గ్రహాల చలనం

2) పరమాణువులోని కేంద్రకం చుట్టూ ఎలక్ట్రాన్‌ల చలనం.

2. అపకేంద్ర బలం

- వృత్తాకార మార్గంలో చలిస్తున్న వస్తువుపై వృత్తకేంద్రం నుంచి దూరంగా పనిచేసే బలాన్ని 'అపకేంద్రబలం' అంటారు.
- అపకేంద్రబలం అనేది మిథ్యాబలం (లేదా) ఊహాజనిత బలం. దీనివల్ల వస్తువు ను నిర్దిష్ట మార్గం నుంచి దూరంగా పంపడానికి ఉపయోగపడుతుంది.

ఉదా:

1) దుస్తుల నుంచి మురికిని తొలగించేందుకు అపకేంద్రబలం దోహదం చేస్తుంది.

2) పాల నుంచి మీగడను, మజ్జిగ నుంచి వెన్నను వేరు చేసే బలం

3) లాండ్రీ డ్రయర్, వాషింగ్‌మిషన్, సెంట్రీఫ్యూజ్‌లు పనిచేయడంలో ఉండే బలం.

సెంట్రీఫ్యూజ్: బరువైన, తేలికైన పదార్థాలను వేరు చేసే బలం.

3. ఘర్షణ బలం

వస్తువు గమనాన్ని వ్యతిరేకించే బలాన్ని 'ఘర్షణ బలం' అంటారు.

ఉదా:

1) నడుస్తున్నప్పుడు రోడ్డుకి, పాదాలకు మధ్య ఉన్న బలం.

www.sakshieducation.com

2) వాహనాల టైర్లకి, రోడ్డుకి మధ్య పనిచేసే బలం.

❖ **యంత్రభాగాలు అరిగిపోవడానికి కారణం:** ఘర్షణ బలం

❖ **మంచుపైన, నూనె ఉన్న నేలపై నడవలేక పోవటానికి కారణం:** ఘర్షణ బలం పనిచేయకపోవటం.

❖ **ఘర్షణ తగ్గించే పద్ధతులు:** 4 రకాల పద్ధతుల ద్వారా తగ్గిస్తారు. అవి..

1) స్పర్శతలాలు నునుపు చేయటం

2) స్నేహక తైలాల వాడకం. భారీ యంత్రాల్లో కందెనలుగా వాడే పదార్థం: గ్రాఫైట్. యంత్ర పరికరాలు అరిగిపోకుండా ఉండేందుకు వాడే పదార్థాలు: నూనె, గ్రీజు.

3) బాల్ బేరింగ్‌ల వినియోగం.

4) ధారావాహికలు వినియోగం.

ఘర్షణ – రకాలు: దీన్ని ప్రధానంగా 3 రకాలుగా వర్గీకరించారు. అవి...

1. **స్థైతిక ఘర్షణ (f_s):** నిశ్చల స్థితిలో ఉన్న రెండు వస్తువుల స్పర్శతలాల మధ్య పనిచేసే బలాన్ని స్థైతిక ఘర్షణ అంటారు.

ఉదా: బల్లపై ఉన్న పుస్తకం.

2. **గతిక ఘర్షణ (f_k):** ఒక తలంపై వస్తువు చలిస్తున్నప్పుడు తలానికి, వస్తువుకు మధ్య పనిచేసే బలాన్ని గతిక ఘర్షణ అంటారు.

ఉదా: నేలపై నడుస్తున్న బాలిక.

3. **దొర్లుడు ఘర్షణ (f_r):** ఒక తలంపై వస్తువు దొర్లుతున్నప్పుడు, తలానికి, వస్తువుకు మధ్య పనిచేసే బలాన్ని దొర్లుడు ఘర్షణ అంటారు.

ఉదా: నేలపై దొర్లుతున్న సీసం గోళం.

ఘర్షణ బలాల మధ్యగల సంబంధం

స్థైతిక ఘర్షణ (f_s) > గతిక ఘర్షణ (f_k) > దొర్లుడు ఘర్షణ (f_r).

❖ దొర్లుడు ఘర్షణ మిగిలిన అన్ని ఘర్షణ బలాల కంటే స్వల్పం. కాబట్టి వాహనాల టైర్లను గుండ్రంగా తయారు చేస్తారు.

గమనిక: వస్తువులను నెట్టడం కంటే లాగడం తేలిక. వస్తువును నెడుతున్నప్పుడు పనిచేసే ఘర్షణ బలం, లాగే సమయంలో పనిచేసే బలం కంటే ఎక్కువ.

యాంత్రికశక్తి

ఒక వస్తువు క్షితిజ శక్తి, గతిజ శక్తిల మొత్తాన్ని యాంత్రిక శక్తి (Mechanical Energy) అంటారు.

యాంత్రిక శక్తి = P.E. + K.E.

స్థితిజ శక్తి:

ఒక వస్తువుకు తన స్థితి లేదా స్థానం లేదా నిర్మాణం వల్ల కలిగే శక్తిని క్షితిజ శక్తి అంటారు.

క్షితిజ శక్తి (P.E.) = mgh

m = వస్తువు ద్రవ్యరాశి

(ఎల్లప్పుడు స్థిరం)

g = గురుత్వ త్వరణం (ఒక ప్రదేశంలో g విలువ స్థిరం)

h = భూమి ఉపరితలం నుంచి వస్తువు పొందిన ఎత్తు.

వస్తువు పొందిన ఎత్తు విలువ పెరిగితే వస్తువు పొందిన క్షితిజ శక్తి కూడా పెరుగుతుంది.

ఉదాహరణలు:

- రిజర్వాయర్లలో, ఓవర్‌హెడ్ ట్యాంకుల్లో ఉండే నీటికి స్థితిజశక్తి ఉంటుంది.
- ఒక తీగను స్ప్రింగ్‌లా చుట్టినపుడు దానిలో PE నిల్వ ఉంటుంది.
- ఒక రబ్బరు పట్టీని సాగదీసినప్పుడు కూడా దానిలో స్థితిజశక్తి ఉంటుంది.
- విల్లులో బాణం అమర్చి వెనక్కి లాగినప్పుడు దానిలోనూ PE నిల్వ ఉంటుంది.

గతిజశక్తి:

ఒక వస్తువు తన గమనం వల్ల పొందిన శక్తిని గతిజశక్తి అంటారు.

గతిజ శక్తి = $KE = \frac{1}{2}mv^2$

m = వస్తువు ద్రవ్యరాశి; v = వేగం

- గమనంలో వున్న రాయి, బంతికి ఈ శక్తి ఉంటుంది.
- పేల్చిన తుపాకీ గుండు, తుఫాన్ గాలులకు, రంపం మిల్లులో వేగంగా తిరిగే రంపానికి గతిజ శక్తి ఉంటుంది.
- వేగం పెరిగితే వస్తువు గతిజశక్తి కూడా పెరుగుతుంది.
- గతిజశక్తి సమీకరణం, రేఖీయ ద్రవ్యవేగాల మధ్య సంబంధం

$$KE = \frac{p^2}{2m} \Rightarrow K.E. \propto p^2$$

- గమనంలో వున్న వస్తువు రేఖీయ ద్రవ్యవేగాన్ని $x\%$ పెంచినప్పుడు దాని K.E.లో పెరుగుదల శాతం

$$= \left(\frac{200+x}{100}\right)x$$

ప్రశ్న: గమనంలో ఉన్న వస్తువు రేఖీయ ద్రవ్యవేగాన్ని 100 శాతం పెంచితే, దాని K.E. లో మార్పు (పెరుగుదల)శాతం ఎంత?

$$\left(\frac{200+x}{100}\right)x \ (\because x = 100\%)$$

$$= \left(\frac{200+100}{100}\right)\times 100 = \frac{300}{100}\times 100$$

K.E.లో పెరుగుదల = 300%

- గమనంలో ఉన్న వస్తువు వేగాన్ని రెండింతలు చేస్తే దాని K.E. నాలుగు రెట్లు పెరుగుతుంది.

యాంత్రిక శక్తికి ఉదాహరణలు:

ఒక వస్తువు ఏక కాలంలో క్షితిజ, గతిజ శక్తులను కలిగి ఉంటే వాటికి ఉదాహరణలు.

- గగన తలంలో ఎగురుతున్న విమానం, రాకెట్లు, క్షిపణులు, గాలిపటం, మేఘాలు, పక్షి, బెలూన్ మొదలైన వాటికి యాంత్రిక శక్తి ఉంటుంది.
- గమనంలో ఉన్న వాహనంలోని ప్రయాణికుడు యాంత్రిక శక్తిని కలిగి ఉంటాడు.

www.sakshieducation.com

- సౌర కుటుంబంలో సూర్యుడి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న గ్రహాలు లేదా గ్రహాల చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న ఉపగ్రహాలకు యాంత్రిక శక్తి ఉంటుంది.
- పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న ఎలక్ట్రాన్‌కు యాంత్రిక శక్తి ఉంటుంది.

నోట్: బావిలోని నీరు, లోయలో వున్న వస్తువు, గనిలోని కార్మికుడికి క్షితిజ శక్తి ఉంటుంది.

- తిరుగుతున్న సీలింగ్ ఫ్యాన్ రెక్కలకు క్షితిజ శక్తి, భ్రమణ గతిజ శక్తులుంటాయి.

శక్తి రూపాంతరాలు

- రిజర్వాయర్‌లో నిలకడగా ఉన్న నీరు క్షితిజ శక్తిని కలిగి ఉంటుంది. ఈ నీరు జలపాతంలా కిందకి పడుతున్నపుడు దాని స్థితిజశక్తి గతిజశక్తిగా మారుతుంది. నీటి ప్రవాహానికి ఎదురుగా విద్యుత్ టర్బైన్‌ను అమరిస్తే జనరేటర్‌లో విద్యుత్‌గా రూపాంతరం చెందుతుంది.
- గడియారంలో చుట్టగా చుట్టిన స్ప్రింగ్‌లో స్థితిజ శక్తి ఉంటుంది. ఈ స్థితిజ శక్తి గడియారంలోని ముల్లు తిరగడానికి కావాల్సిన K.E.గా మారుతుంది.
- పక్షులను వేటాడటానికి ఉపయోగించే గులేరులోని రబ్బరు పట్టీ మధ్యభాగంలో ఒక చిన్న రాయిని అమర్చి వెనక్కి లాగితే, ఆ రబ్బరు పట్టీలోని స్థితిజశక్తి రాయికి గతిజశక్తిని అందిస్తుంది. ఫలితంగా రాయి ముందుకు దూసుకెళ్తుంది. ఇలాంటి శక్తి రూపాంతరం ధనస్సు, బాణాల్లో కూడా జరుగుతుంది.
- వాహనాల్లో ఇంధనాలను మండించినప్పుడు వెలువడే ఉష్ణశక్తి వాటిని కదిలించడానికి కావల్సిన యాంత్రిక శక్తిగా మారుతుంది.
- సైకిల్ డైనమోలో యాంత్రికశక్తి విద్యుత్ శక్తిగా మారుతుంది.
- పరుగు తీస్తున్న వ్యక్తిలో కండర శక్తి గతిజశక్తిగా మారుతుంది.
- ఒక వ్యక్తి.. భవనం, పర్వతం, స్తంభం మొదలైన వాటిపై ఎక్కినప్పుడు కండర శక్తి స్థితిజ శక్తిగా రూపాంతరం చెందుతుంది.
- చెట్టు కొమ్మపై వాలిన పక్షి ఎగరడం ఆరంభించినప్పుడు దాని కండర శక్తి(PE) యాంత్రిక శక్తిగా రూపాంతరం చెందుతుంది.
- సముద్రంలో ఆటుపోట్లు ఏర్పడినప్పుడు ఉవ్వెత్తున లేచిన సముద్ర కెరటాల స్థితిజశక్తి ఓడకు గతిజశక్తిగా అందుతుంది.
- చిన్న పిల్లలు ఆడుకునే ఆట బొమ్మల్లో అమర్చిన ఘటాల్లోని రసాయనశక్తి విద్యుచ్ఛక్తిగా, తర్వాత బొమ్మలను కదిలించడానికి అవసరమైన యాంత్రిక శక్తిగా మారుతుంది.
- విద్యుత్ మోటార్‌లో విద్యుత్ శక్తి యాంత్రిక శక్తిగా మారుతుంది.

భ్రమణ చలనం లేదా కోణీయ చలనం

ఒక వస్తువు ఏదైనా స్థిర బిందువు చుట్టూ వృత్తాకార మార్గంలో పరిభ్రమిస్తే ఆ చలనాన్ని భ్రమణ చలనం లేదా కోణీయ చలనమంటారు.

ఉదా: తిరుగుతున్న ఫ్యాన్ రెక్కలు, వాహనం చక్రాలు, సౌరకుటుంబంలోని గ్రహాలు, ఉపగ్రహాలు భ్రమణ చలనాన్ని కలిగి ఉంటాయి.

- భ్రమణ చలనంలో ఉన్న ప్రతి వస్తువుకు ఏక కాలంలో రేఖీయ, కోణీయ భౌతిక రాశులుంటాయి.

www.sakshieducation.com

రేఖీయ స్థానభ్రంశం (Linear displacement)

భ్రమణ చలనంలో ఉన్న ఒక వస్తువు వృత్త పరిధిపై పొందిన స్థానభ్రంశాన్ని రేఖీయ స్థాన భ్రంశం అంటారు.

ప్రమాణాలు: సెం.మీ. లేదా మీటర్

కోణీయ స్థానభ్రంశం (Angular displacement)

భ్రమణ చలనంలో ఉన్న ఒక వస్తువు ఆ వృత్త కేంద్రం వద్ద పొందిన స్థానభ్రంశాన్ని కోణీయ స్థానభ్రంశం అంటారు.

$\theta = \angle BOA$

ప్రమాణాలు: డిగ్రీ, రేడియన్ (రేడియన్ – అంతర్జాతీయ ప్రమాణం)

- రేఖీయ, కోణీయ స్థానభ్రంశాల మధ్య సంబంధం:

వృత్త చాపం (AB) = వృత్త వ్యాసార్ధం × కేంద్రం వద్ద కోణం

$\bar{S} = r \times \theta$

రేఖీయ వేగం (V)

భ్రమణ చలనంలో ఉన్న ఒక వస్తువు నిర్ణీత కాలంలో వృత్త పరిధిపై పొందిన రేఖీయ స్థానభ్రంశాన్ని రేఖీయ వేగం అంటారు.

$$\bar{V} = \frac{\bar{S}}{t}$$

ప్రమాణాలు: సెం.మీ./సెకన్, మీ./సెకన్

కోణీయ వేగం (ω)

భ్రమణ చలనంలో ఉన్న ఒక వస్తువు నిర్ణీత కాలంలో వృత్త కేంద్రం వద్ద పొందిన కోణీయ స్థానభ్రంశాన్ని కోణీయ వేగం అంటారు.

$$\therefore \omega = \frac{\theta}{t}$$

ప్రమాణాలు: డిగ్రీ/ సెకన్ లేదా రేడియన్ / సెకన్.

- రేఖీయ, కోణీయ వేగాల మధ్య సంబంధం $v = r\omega$
- భ్రమణ చలనంలో రేఖీయవేగం ఒక కణం నుంచి మరో కణానికి మారుతుంది. కానీ కోణీయ వేగం అన్ని కణాలకు సమానం.

కోణీయ ద్రవ్యవేగం

భ్రమణ చలనంలో ఉన్న వస్తువుకు ఉండే ద్రవ్యవేగాన్ని కోణీయ ద్రవ్యవేగం అంటారు.

$L = mvr$ లేదా $L = mr^2\omega$ $[\because\ v = r\omega]$

ప్రమాణాలు: గ్రామ్.సెం.మీ.2/సెకన్,

కేజీ. సెం.మీ.2/సెకన్

$$L = mvr \Rightarrow \frac{L}{r} = mv$$

$V \propto \frac{1}{r}$ (ద్రవ్యరాశి స్థిరంగా ఉన్నప్పుడు)

- భ్రమణ చలనంలో ఉన్న వస్తువు రేఖీయ వేగం దాని వృత్త వ్యాసార్ధానికి విలోమానుపాతంలో ఉంటుంది. కాబట్టి కక్ష్యావ్యాసార్ధం పెరిగితే రేఖీయ వేగం తగ్గుతుంది.
  ఉదా: భూమి చుట్టూ పరిభ్రమిస్తున్న ఒక కృత్రిమ ఉపగ్రహాన్ని అల్పకక్ష్య నుంచి అధిక కక్ష్యలోకి బదిలీ చేస్తే ఆ ఉపగ్రహం రేఖీయ వేగం తగ్గుతుంది. కక్ష్య వ్యాసార్ధం పెరగడమే దీనికి కారణం.
- భ్రమణ చలనం చేస్తున్న వస్తువుకు ఏకకాలంలో అభికేంద్ర, అపకేంద్ర బలాలు ఉంటాయి.

www.sakshieducation.com