6.పని, శక్తి, సామర్థ్యం

స్టడీ నోట్స్

1 ఈ అధ్యాయంలోని అధ్యయనాంశాలు: (i) అదిశాలబ్ధం (ii) పని (iii) గతిశక్తి, స్థితిశక్తి (iv) పని-శక్తి సిద్ధాంతం (v) శక్తి నిత్యత్వ నియమం (vi) సామర్థ్యం (vii) అభిఘాతాలు

2.1. అదిశా లబ్ధం: $\bar{a}, \bar{b}$ అనే సదిశల అదిశా లబ్ధం $\bar{a}.\bar{b} = |\bar{a}||\bar{b}|\cos\theta$. ఇక్కడ $\bar{a}, \bar{b}$ ల మధ్య కోణం θ.

2.2 $\bar{A}, \bar{B}$ ల మధ్య కోణం θ అయితే $\cos\theta = \frac{\bar{A}.\bar{B}}{|\bar{A}||\bar{B}|}$

2.3 $\bar{A} = A_x\bar{i} + A_y\bar{j} + A_z\bar{k}$ మరియు $\bar{B} = B_x\bar{i} + B_y\bar{j} + B_z\bar{k}$ అయితే $\bar{A}.\bar{B} = A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z$

2.4 $\bar{A}$ మరియు $\bar{B}$ లు ఒకదానికొకటి లంబంగా ఉంటే $\bar{A}.\bar{B} = 0 \Rightarrow A_xB_x + A_yB_y + A_zB_z = 0$

2.5 $\bar{i}.\bar{j} = 0, \bar{j}.\bar{k} = 0, \bar{k}.\bar{i} = 0$ $(\because \cos 90^0 = 0)$ మరియు $\bar{i}.\bar{i} = 1, \bar{j}.\bar{j} = 1, \bar{k}.\bar{k} = 1$ $(\because \cos 0 = 1)$.

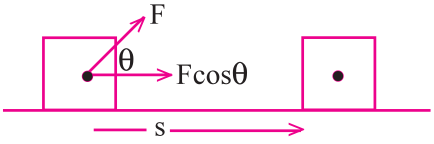
3. పని - సామర్థ్యం - శక్తి

3.1. పని(W): ఒక వస్తువుపై కొంత స్థిరబలం పనిచేసినప్పుడు, ఆ బలం వలన ఆ వస్తువు స్థానభ్రంశం చెందితే అక్కడ పని జరిగింది అంటాం.

F అనే బలం ఒక వస్తువుయొక్క స్థానభ్రంశదిశతో θ కోణంతో పనిచేస్తే, జరిగే పని

$W = (F\cos\theta)S$

$W = FS\cos\theta$



సదిశా రూపంలో... $W = \bar{F}.\bar{S}$

గమనిక : $\theta = 0^0$ అయితే $\cos 0 = 1 \Rightarrow W = FS$. మరియు $\theta = 90^0$ అయితే $\cos 90^0 = 0 \Rightarrow W = 0$

పని యొక్క ప్రమాణాలు :

1 జౌల్: 1 న్యూటన్ బలం ఒకవస్తువుకు బలదిశలో 1m స్థానభ్రంశం కలగచేస్తే జరిగిన పనిని 1 జౌల్‌గా నిర్వచిస్తాం.

SI ప్రమాణం : 1 జౌల్ **(J)**; 1 J = 1N x 1m

1 ఎర్గ్ : ఒక డైన్ బలం వస్తువుకు బలదిశలో 1cm స్థానభ్రంశం కలగచేస్తే జరిగిన పనిని 1 ఎర్గ్‌గా నిర్వచిస్తాం.

cgs ప్రమాణం : erg, 1 ఎర్గ్ = 1 డైన్ x 1cm

ప్రమాణాల మధ్య సంబంధం : 1 జౌల్ = 10^7 ఎర్గ్

మితి ఫార్ములా : $[M^1L^2T^{-2}]$

గమనిక : పని అనేది ఒక అదిశరాశి.

ఒక చక్కటి ఉదాహరణ !

నీవు మీ కాలేజీకి ఒక సైకిల్‌పై వెళుతున్నావని అనుకుందాము. మొదటిగా నీ సైకిల్ **జడత్వం** లో ఉంటుంది. నీ సైకిల్ ను కదపడానికి నీవు పెడల్స్‌పై కొంత **బలము** ను ప్రయోగించవలెను. ఫలితముగా నీ సైకిల్ కదలడం జరుగుతుంది మరియు నీవు కొంత **ద్రవ్యవేగం** ను పొందుతావు. ఈ ద్రవ్యవేగాన్ని పొందుటకు నీవు కొంత **శక్తి** ని ఖర్చు చేసావు. ఫలితంగా నీతో కొంత **పని** జరిగింది. నీవు చేసే ఆ పని యొక్క రేటే నీ యొక్క **సామర్థ్యం**.

BABY BULLET-Q

వివిధ సందర్భాలలో పని జరిగే రూపాలు: $\overline{F}$ మరియు $\overline{S}$ ల మధ్య కోణాన్ని బట్టి పని అనేది ధనాత్మకమా, ఋణాత్మకమా లేదా శూన్యమా అనేది నిర్ణయించబడుతుంది.

1. $\overline{F}$ మరియు $\overline{S}$ ల మధ్యకోణం అల్పకోణం అయితే, పని ధనాత్మకం.

ఉదా-1 : స్వేచ్ఛా పతన వస్తువు విషయంలో గురుత్వాకర్షణ బలం వలన జరిగిన పని ధనాత్మకం.

ఉదా-2 : గుర్రపుబండిని లాగేటప్పుడు దానిపై పనిచేసే లాగుడుబలం వలన జరిగిన పని ధనాత్మకం.

2. $\overline{F}$ మరియు $\overline{S}$ ల మధ్యకోణం అధికకోణం అయితే, పని ఋణాత్మకం.

ఉదా -1 : గరుకు వాలుతలంపైనుండి జారే వస్తువు పై పనిచేసే ఘర్షణబలం వలన జరిగే పని ఋణాత్మకం.

ఉదా -2 : ఒక ధనావేశం వైపుకు మరొక ధనావేశాన్ని తీసుకువస్తే స్థిర విద్యుత్ బలం వలన అక్కడ జరిగిన పని ఋణాత్మకం.

3. $\overline{F}$ మరియు $\overline{S}$ ల మధ్యకోణం 90^0 అయితే, జరిగిన పని శూన్యం అగును.

$\overline{F}$ మరియు $\overline{S}$ లలో ఏ భౌతిక రాశి పరిమాణం శూన్యమైనా అక్కడ జరిగిన మొత్తం పని శూన్యమవుతుంది.

ఉదా-1: ఒక వ్యక్తి సూట్‌కేసు నెత్తిన పెట్టుకొని క్షితిజ సమాంతరంగా నడిస్తే అతను చేసిన పని శూన్యమగును.

ఉదా-2: ఒక తీగ సహాయంతో వృత్తాకార మార్గంలో చలించే వస్తువుపై తన్యత వలన జరిగిన పని శూన్యం.

4. శక్తి : పని చేయగల 'దారుఢ్యాన్ని లేదా స్తోమత'ను శక్తి అంటారు. వస్తువు చేయగల గరిష్ఠ పనే దాని శక్తి. శక్తి అదిశరాశి. పని యొక్క ప్రమాణాలను శక్తి ప్రమాణాలు గా కొలుస్తారు.

శక్తి ప్రమాణం : SI ప్రమాణం - జౌల్; **cgs ప్రమాణం** - ఎర్గ్

ఇతర ప్రమాణాలు : 1 కెలోరి = 4.2 J; 1 ఎలక్ట్రాన్ ఓల్ట్ $=1.6 \times 10^{-19}$J ; 1 కిలోవాట్ ప్రమాణం$=3.6 \times 10^{6}$J

మితి ఫార్ములా : $[M^1L^2T^{-2}]$

యాంత్రిక శక్తి రెండు రకాలు. 1. స్థితిశక్తి (P.E లేదా U) 2. గతిశక్తి (K.E లేదా K)

4.1 స్థితిశక్తి (U) : తన స్థానం లేదా స్థితి వలన ఒక వస్తువుకు ఉండే శక్తిని స్థితిశక్తి అంటారు.

ఉదా : రిజర్వాయర్‌లో ఉండే నీటికి, చుట్టబడిన స్ప్రింగ్‌కు, వంచబడిన విల్లుకు స్థితిశక్తి ఉంటుంది.

సూత్రం : P.E = mgh లేదా **U = mgh**

4.2 గతిశక్తి : వస్తువుకు తన చలనం వల్ల సంక్రమించే శక్తిని గతిశక్తి అంటారు.

ఉదా : చలనంలో గల రైలు, చలిస్తున్న తుపాకి గుండు.

సూత్రం : గతిశక్తి $K.E=\frac{1}{2}mv^2$ లేదా $K=\frac{1}{2}mv^2$

4.3 గతిశక్తి (K) మరియు ద్రవ్యవేగం (p) ల మధ్య సంబంధం :

$$K=\frac{1}{2}mv^2=\frac{1}{2}mv^2\frac{m}{m}=\frac{1}{2}\frac{m^2v^2}{m}=\frac{1}{2}\frac{(mv)^2}{m}=\frac{1}{2}\frac{p^2}{m} \quad (\because p=mv)$$

$$\therefore K=\frac{p^2}{2m}$$

4.4 పని-శక్తి సిద్ధాంతం : ఒక స్థిర ఫలిత బలం వలన వస్తువుపై జరిగిన పని ఆ వస్తువు గతిశక్తిలో మార్పుకు సమానం. దీనినే పని-శక్తి సిద్ధాంతం అంటారు.

$$W = F.S=\frac{1}{2}mv^2-\frac{1}{2}mu^2$$

BABY BULLET-Q

5. **శక్తి యొక్క విభిన్న రూపాలు:** (i) ఉష్ణశక్తి (ii) రసాయనిక శక్తి (iii) విద్యుచ్ఛక్తి (iv) కేంద్రక శక్తి

6 **శక్తి నిత్యత్వ నియమం:** "ఒక వ్యవస్థ మీద పనిచేసే అంతరబలాలు నిత్యత్వ బలాలైనప్పుడు, బాహ్య బలాలు పనిచేయనంత వరకు, వ్యవస్థ యొక్క మొత్తం యాంత్రికశక్తి స్థిరంగా ఉంటుంది."

ఏదైనా నిత్యత్వ వ్యవస్థలో PE + KE = స్థిరము.

7 **సామర్థ్యం (P) :** ఒక బలం వల్ల జరిగిన పని రేటును సామర్థ్యం అని అంటారు. సామర్థ్యం (P) = $\frac{\text{పని}}{\text{కాలం}}$

తక్షణ సామర్థ్యం : తక్షణ వేగానికి మరియు బలంల బిందులబ్ధాన్ని తక్షణ సామర్థ్యం అంటారు.

$$P = \frac{w}{t} = \frac{\vec{F}.d\vec{s}}{dt} = \vec{F}.\frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{F}.\vec{V} = FV\cos\theta$$

సామర్థ్యం అదిశరాశి. ఇది బలం మరియు వేగంల బిందు లబ్ధము.

సామర్థ్యం ప్రమాణాలు :

వాట్ : ఒక సెకనుకాలంలో 1 జౌల్ పని జరిగిన సామర్థ్యం 1 వాట్ అంటారు.

SI ప్రమాణం : వాట్ (W) (లేదా) జౌల్ / సెకను; **cgs ప్రమాణం :** ఎర్గ్ / సెకను

ప్రమాణాల మధ్య సంబంధం :

1 వాట్ = 10^7 ఎర్గ్ / సెకను

1 అశ్వసామర్థ్యం (1HP) = 746 W, (ఇంజనీరింగ్ శాస్త్ర విభాగంలో దీనిని ఉపయోగిస్తారు)

1 కిలోవాట్ (KW) = 1000 W, 1 మెగా - వాట్ (MW) = 10^6 W

మితి ఫార్ములా : సామర్థ్యం మితిఫార్ములా : $[ML^2T^{-3}]$

8. **అభిఘాతం :** రెండు వస్తువులు ఢీకొన్నప్పుడు (పరస్పర చర్య జరిపినపుడు), అత్యల్ప కాలంలో వస్తువుల ద్రవ్యవేగంలో మార్పు జరిగే దృగ్విషయాన్ని అభిఘాతం అంటారు.

రెండు వస్తువుల మధ్య అభిఘాతం జరిగినప్పుడు

1. అభిఘాతం చెందిన వస్తువుల వేగాలు మారతాయి.
2. ద్రవ్యవేగం స్థిరంగా వుంటుంది.
3. గతిశక్తి స్థిరంగా ఉండవచ్చు లేదా మారవచ్చు.

ఉదా : క్రికెట్ బ్యాట్‌తో కొట్టిన బంతి, కారంబోర్డ్ ఆటలో స్ట్రైకర్‌కు కాయిన్‌కు మధ్య జరిగే అభిఘాతం, వాయుకణాల మధ్య అభిఘాతాలు రూథర్‌ఫర్డ్ పరిక్షేపణ ప్రయోగంలో బంగారు లోహకేంద్రంతో ఆల్ఫా (α) కణాలు అభిఘాతం చెందడం.

8.1 **అభిఘాతాల రకాలు :** అభిఘాతాలు రెండు రకాలు. అవి (i) స్థితిస్థాపక అభిఘాతం (ii) అస్థితిస్థాపక అభిఘాతం (పరిపూర్ణ అభిఘాతం, అసంపూర్ణ అభిఘాతం).

8.2 **స్థితిస్థాపక అభిఘాతం :** ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం, గతిశక్తి నిత్యత్వ నియమాలను పాటించే అభిఘాతాలను స్థితిస్థాపక అభిఘాతాలు అంటారు.

ఉదా : రెండు బిలియర్డ్స్ బంతుల మధ్య అభిఘాతం, వాయు అణువుల మధ్య జరిగే అభిఘాతం.

8.3 **అస్థితిస్థాపక అభిఘాతం :** ద్రవ్యవేగ నిత్యత్వ నియమం మాత్రమే పాటించబడుతూ గతిశక్తి నిత్యత్వ నియమం పాటించబడనటువంటి అభిఘాతాలను అస్థితిస్థాపక అభిఘాతాలు అంటారు.

ఉదా : బ్యాట్‌తో కొట్టిన బంతి, లక్ష్యం మరియు తుపాకి గుండు మధ్య అభిఘాతం, ఒక గోళాన్ని కొంత ఎత్తు నుండి వదిలినపుడు గోళానికి, నేలకు మధ్య జరిగే అభిఘాతాలు.

8.4 **ఏకమితీయ స్థితిస్థాపక అభిఘాతాలు :** ముఖాముఖి అభిఘాతాలలో వస్తువుల వేగాలు అభిఘాతానికి ముందు, తరువాత కూడ ఒకే నిరూపక అక్షానికి పరిమితమై వుంటాయి. అలాంటి అభిఘాతాలను ఏకమితీయ అభిఘాతాలు అంటారు.

BABY BULLET-Q

10.1 ప్రత్యావస్థాన గుణకం (e) :

న్యూటన్ అభిఘాత నియమం ప్రకారం, నిగమన సాపేక్ష వేగం అభిగమన సాపేక్ష వేగానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

$$(v_2 - v_1) \propto (u_1 - u_2) \Rightarrow (v_2 - v_1) = e(u_1 - u_2)$$

$$\Rightarrow e = \frac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2} =$$

e ను ప్రత్యావస్థాన గుణకం అంటారు. అనగా, రెండు వస్తువులు పరస్పరం విడిపోయే సాపేక్ష వేగానికి, సమీపించే సాపేక్ష వేగానికి మధ్య నిష్పత్తినే ప్రత్యావస్థాన గుణకం అంటారు.

10.2 విలువలు : i) స్థితిస్థాపక అభిఘాతంలో $e = 1$ ii) అసంపూర్ణ అస్థితిస్థాపక అభిఘాతంలో $e < 1$
iii) పరిపూర్ణ అస్థితిస్థాపక అభిఘాతంలో $e = 0$.

BABY BULLET-Q

ముఖ్య సూత్రాలు

1.1 $\bar{A}.\bar{B} = |\bar{A}||\bar{B}|\cos\theta$

1.2. $\cos\theta = \dfrac{\bar{A}.\bar{B}}{|\bar{A}||\bar{B}|}$

2.1 పని $W = \vec{F}.\vec{S} = FS\cos\theta$

2.2 'm' ద్రవ్యరాశి గల వస్తువును 'h' ఎత్తుకు తీసుకెళ్ళడానికి జరిగిన పని $W = PE = mgh$

3. గతిశక్తి $K.E = \frac{1}{2}mv^2$

4. స్థితిశక్తి $P.E = mgh$

5. గతిశక్తి K.E & ద్రవ్యవేగము P ల మధ్య సంబంధము $K.E = \dfrac{p^2}{2m}$

6. పని – శక్తి సిద్ధాంతము : $W = \frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mu^2$

7. శక్తి నిత్యత్వ నియమము: $K.E + P.E =$ స్థిరరాశి.

8. సామర్థ్యం $P = \dfrac{w}{t}$ లేక $\dfrac{mgh}{t}$ లేక $\dfrac{\frac{1}{2}mv^2}{t}$

9. ప్రత్యవస్థాన గుణకం $e = \dfrac{v_2 - v_1}{u_1 - u_2} = \dfrac{\text{నిగమన సాపేక్షవేగం}}{\text{అభిగమన సాపేక్షవేగం}}$

10. i) స్థితిస్థాపక అభిఘాతంలో $e = 1$
ii) అసంపూర్ణ అస్థితిస్థాపక అభిఘాతంలో $e < 1$
iii) పరిపూర్ణ అస్థితిస్థాపక అభిఘాతంలో $e = 0$