10.ఘన పదార్థాల యాంత్రిక ధర్మాలు

స్టడీ నోట్స్

1.0 ఒకటి పూర్తిగా రబ్బరుతోను, మరొకటి తడి బంకమట్టితో తయారుచేయబడిన రెండు బంతులను తీసుకొనుము. రెండింటిని ఒక్కసారి నొక్కిపట్టి వదిలితే వాటి పరిమాణం, ఆకారంలో ఎటువంటి మార్పులు వస్తాయి ? రబ్బరు బంతి తిరిగి తన తొలి ఆకారాన్ని పొందుతుంది. కాని తడిబంక మట్టితో చేసిన బంతి తన తొలి పరిమాణం మరియు ఆకారాన్ని తిరిగి పొందలేదు. వీటిలో రబ్బరు బంతి స్థితిస్థాపక ధర్మాన్ని పాటిస్తే, మరొకటి ప్లాస్టిక్ లేదా అస్థితిస్థాపక ధర్మాన్ని కలిగి ఉంది.

1.1 ఈ అధ్యాయంలో మనం నేర్చుకొనే అంశాలు (i) స్థితిస్థాపకత (ii) ప్రతిబలం (iii)వికృతి (iv) స్థితిస్థాపక గుణకం-రకాలు

2.1.1 **పరిపూర్ణ ధృడవస్తువు :** ఒక వస్తువుపై బాహ్య బలం ప్రయోగించినప్పటికీ ఆ వస్తువులోని ఆకారంలోగాని, పరిమాణంలోగాని ఎటువంటి మార్పు రానట్లయితే దానిని పరిపూర్ణ ధృడ వస్తువు అంటారు. ప్రయోగ పూర్వకంగా ప్రకృతిలో పరిపూర్ణ ధృడ వస్తువు లేదు.

2.1.2 **విరూపణ బలం :** వస్తువు యొక్క ఆకారంలోగాని లేదా పరిమాణంలోగాని మార్పును కలుగచేసే బలాన్ని విరూపణబలం అంటారు.

2.2.1 **స్థితిస్థాపకత :** విరూపణ బలాలు తొలగించగానే వస్తువు తిరిగి తన మౌలిక రూపాన్ని లేదా పరిమాణాన్ని పొందే వస్తువు ధర్మాన్ని స్థితిస్థాపకత అంటారు.

గమనిక : స్థితిస్థాపకత అనేది పదార్థం యొక్క అణువుల ధర్మం.

భౌతిక శాస్త్రంలో స్థితిస్థాపకత అనగా మార్పును నిరోధించేది. అనగా అధిక ధృడమైన వస్తువు అధిక స్థితిస్థాపక ధర్మం కలిగి ఉన్నట్లు. దీని కారణంగా రబ్బరుకంటే ఉక్కు ఎక్కువ స్థితిస్థాపకత కలిగి ఉంది.

2.2.2 **స్థితిస్థాపక వస్తువు :** విరూపణ బలాలను తీసి వేయగానే వస్తువు తన మౌలిక రూప పరిమాణాలను పూర్తిగా పొందగలిగితే ఆ వస్తువును స్థితిస్థాపక వస్తువు అంటారు.

గమనిక : 1. ప్రకృతిలో పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక వస్తువు లేదు.

2. క్వార్ట్జ్ తంతువును అత్యుత్తమ స్థితిస్థాపక వస్తువుగా పరిగణించవచ్చు.

2.3.1 **ప్లాస్టిసిటీ :** విరూపణ బలాలు తొలగించినప్పటికీ తన మౌలిక రూప, పరిమాణాలను పొందలేని వస్తు ధర్మాన్ని 'ప్లాస్టిసిటీ' అంటారు.

2.3.2 **ప్లాస్టిక్ వస్తువు:**విరూపణ బలాలను తీసివేయగానే తన మౌలిక రూప, పరిమాణాలను పూర్తిగా పొందలేక, కొత్తగా ఏర్పడిన స్థితిలోనే ఉండే వస్తువును ప్లాస్టిక్ వస్తువు అంటారు. **ఉదా :** తడిమన్ను, మైనం, చూయింగ్ గమ్.

3.1 **ప్రతిబలం :** వస్తువు లోపల, ఏకాంక వైశాల్యం మీద పనిచేసే పునఃస్థాపక బలాన్నే ప్రతిబలం అంటారు.

$$\text{ప్రతిబలం} = \frac{\text{పునఃస్థాపకబలం}}{\text{వైశాల్యం}} \qquad \text{ప్రతిబలం} = \frac{F}{A}$$

SI ప్రమాణం : Nm^{-2} లేదా పాస్కల్ మితి ఫార్ములా : $[M^1L^{-1}T^{-2}]$

ప్రతిబలం 3 రకాలు :

1. **అనుదైర్ఘ్య ప్రతిబలం :** వస్తువు పొడవులో మార్పు కలగజేసే అభిలంబ ప్రతిబలాన్ని అనుదైర్ఘ్య ప్రతిబలం అంటారు.
2. **ఘనపరిమాణ లేదా స్థూలప్రతిబలం :** ఒక వస్తువు యొక్క ఘనపరిమాణంలో మార్పు కలిగించే అభిలంబ ప్రతిబలాన్ని ఘనపరిమాణ ప్రతిబలం లేదా స్థూల ప్రతిబలం అంటారు.
3. **విమోటన ప్రతిబలం లేదా విరూపణ ప్రతిబలం :** తలానికి సమాంతరంగా బలాలను ప్రయోగించడం వల్ల ప్రతిబలం తలానికి స్పర్శీయంగా ఉంటే ఆ ప్రతిబలాన్ని విమోటన లేదా విరూపణ ప్రతిబలం అంటారు.

3.2 స్థితిస్థాపక అవధి : విరూపణ బలం తొలగించిన తరువాత ఎంత గరిష్ట ప్రతిబలానికి వస్తువు తన పూర్వస్థితిని పొందుతుందో ఆ ప్రతిబలాన్ని స్థితిస్థాపక అవధి అంటారు.

గమనిక : 1. పరిపూర్ణ ప్లాస్టిక్ వస్తువుకు స్థితిస్థాపక అవధి చాలా తక్కువ.

2. పరిపూర్ణ స్థితిస్థాపక వస్తువుకు స్థితిస్థాపక అవధి ఎక్కువ.

4. వికృతి : వస్తువు యొక్క మితులలో తెచ్చే మార్పుకు వస్తువు తొలి మితులకు గల నిష్పత్తినే వికృతి అంటారు.

గమనిక : వికృతి అనేది ఒకే భౌతిక రాశి యొక్క నిష్పతి . కాబట్టి వికృతికి ప్రమాణాలు మితులు లేవు.

వికృతి మూడు రకాలు :

4.1 అనుదైర్ఘ్య వికృతి : పొడవులో మార్పునకు, తొలి పొడవునకు గల నిష్పత్తిని అనుదైర్ఘ్య వికృతి అంటారు.

$$\text{అనుదైర్ఘ్య వికృతి} = \frac{\text{పొడవులో మార్పు}}{\text{తొలిపొడవు}} = \frac{e}{l}$$

ఇక్కడ e పొడవులో మార్పు మరియు 'l' తొలి పొడవు.

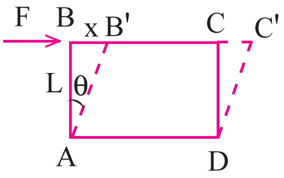
4.2 ఘనపరిమాణం వికృతి (లేదా) స్థూలవికృతి : ఘనపరిమాణంలోని మార్పుకు, తొలి ఘన పరిమాణానికి గల నిష్పత్తిని ఘనపరిమాణ వికృతి లేదా స్థూల వికృతి అంటారు.

$$\text{ఘనపరిమాణ వికృతి} = \frac{\text{ఘనపరిమాణంలో మార్పు}}{\text{మౌలిక ఘనపరిమాణం}} = \frac{\Delta v}{v}$$

ఇక్కడ V తొలి ఘనపరిమాణం మరియు ΔV ఘనపరిమాణంలో మార్పు.

4.3.1 విమోటన వికృతి : వస్తువు యొక్క స్థిర ఉపరితలానికి లంబంగా ఉన్న తలం తొలి మరియు తుదిస్థానాల మధ్య కోణాన్ని విమోటన వికృతి అంటారు. దీనిని θ తో సూచిస్తారు.

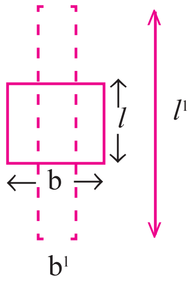
4.3.2 విరూపణ కోణం : పైన ఉన్న పొర స్థిరపొరకు సాపేక్షంగా చేసే కోణం θ ను విరూపణ కోణం అంటారు. ఘనపదార్థాలకు విరూపణ కోణం తక్కువ. దీనిని ABB' త్రిభుజం తో చూడవచ్చు.కావున వస్తువు పొర యొక్క ఉపరితల స్థానభ్రంశానికి, స్థిరపొర నుంచి దానికి గల దూరానికి గల నిష్పత్తిని విమోటన వికృతి అంటారు.



4.4 ప్వాజూన్ నిష్పత్తి(σ): పార్శ్వీయ వికృతికి, అనుదైర్ఘ్య వికృతికి మధ్య గల నిష్పత్తిని ప్వాజూన్ నిష్పత్తి అని అంటారు.

$$\sigma = \frac{\text{పార్శ్వీయ వికృతి}}{\text{అనుదైర్ఘ్యవికృతి}} = \frac{(b - b^1)/b}{(l^1 - l)/l}$$

$$\Rightarrow \sigma = -\frac{\Delta b / b}{\Delta l \,/\, l}$$



గమనిక 1 : ప్వాజూన్ నిష్పత్తికి (σ) ప్రమాణాలు లేవు.

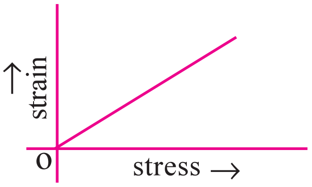
గమనిక 2 : ప్వాజూన్ సైద్ధాంతిక విలువలు −1 మరియు 0.5 ల మధ్య ఉంటాయి.

గమనిక 3 : దీని ప్రాయోగిక విలువలు 0.2 మరియు0.4 ల మధ్య ఉంటాయి.

BABY BULLET-Q

5. హుక్ నియమము : అనుపాత అవధిలోపల వస్తువులోని వికృతి, ప్రతిబలానికి అనులోమానుపాతంలో ఉంటుంది.

వికృతి $\propto$ ప్రతిబలం $\Rightarrow$ వికృతి $=$ k (ప్రతిబలం)



$k = \frac{1}{E}$ అయితే వికృతి $= \left(\frac{1}{E}\right)$ ప్రతిబలం

$\therefore \mathbf{E} = \frac{\text{ప్రతిబలం}}{\text{వికృతి}}$

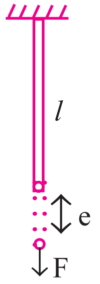
6. స్థితిస్థాపక గుణకం (E): అనుపాత అవధిలో, ప్రతిబలం మరియు వికృతి ల నిష్పత్తిని పదార్థం యొక్క స్థితి స్థాపక గుణకంగా నిర్వచిస్తారు.

గమనిక : 1. స్థితిస్థాపక గుణకం పదార్థ స్వభావంపై మాత్రమే ఆధారపడుతుంది.

2. స్థితిస్థాపక గుణకానికి S.I ప్రమాణం Nm^{-2} లేదా పాస్కల్.

6.1 స్థితిస్థాపక గుణకం రకాలు :

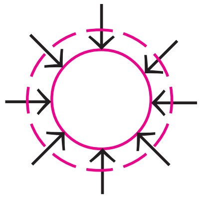
యంగ్ గుణకం (Y): అనుపాత అవధిలోపల అనుదైర్ఘ్యప్రతిబలానికి, అనుదైర్ఘ్య వికృతికి మధ్య గల నిష్పత్తిని యంగ్ గుణకం అంటారు.



$$Y = \frac{\text{అనుదైర్ఘ్యప్రతిబలం}}{\text{అనుదైర్ఘ్యవికృతి}} = \frac{\mathbf{F/A}}{\mathbf{e}/l} = \frac{\mathbf{F}l}{\mathbf{Ae}}$$

6.2 స్థూల గుణకం (K): అనుపాత అవధి లోపల ఘనపరిమాణ ప్రతిబలానికి, ఘన పరిమాణ వికృతికి మధ్య గల నిష్పత్తిని స్థూల గుణకం అంటారు.

$$K = \frac{\text{ఘ.ప ప్రతిబలం}}{\text{ఘ.ప వికృతి}} = \frac{\mathbf{F/A}}{-\Delta \mathbf{v/v}}$$



ఋణగుర్తు ప్రతిబలం పెరిగితే ఘనపరిమాణం తగ్గుదలను సూచిస్తుంది.

$K = \frac{-Fv}{A\Delta v} \Rightarrow K = \frac{-Pv}{\Delta v}$; $\frac{F}{A} = P =$ గోళంపై పనిచేసే పీడనం.

సంపీడ్యత : స్థూల గుణకం యొక్క విలోమాన్ని పదార్థం యొక్క సంపీడ్యత అంటారు.

సంపీడ్యత $= \frac{1}{K}$

S.I ప్రమాణాలు : $N^{-1}m^2$

6.3 విమోటన గుణకం (η): అనుపాత అవధిలోపల స్పర్శరేఖీయ ప్రతిబలానికి, విరూపణ వికృతికి మధ్య గల నిష్పత్తిని ధృఢతాగుణకం లేదా విమోటన గుణకం (n) అంటారు.

$$\eta = \frac{\text{విమోటన ప్రతిబలం}}{\text{విమోటన వికృతి}}$$

7. క్రమంగా పెరిగే భారానికి లోనైన తీగప్రవర్తన : క్రమంగా పెరిగే భారానికి లోనైన లోహపు తీగ ప్రవర్తనను అధ్యయనం చేయడానికి ప్రతిబలంను X- అక్షంపై మరియు వికృతిని X-అక్షంపై తీసుకొని ఒక గ్రాఫు గీయాలి. ఈ గ్రాఫును ప్రతిబలం – వికృతి గ్రాఫు అంటారు.

BABY BULLET-Q

8. స్థితిస్థాపక బదలిక : ఒక వస్తువును పలుమార్లు ప్రతిబలానికి గురిచేస్తే అది స్థితిస్థాపక అవధిలో ఉన్నప్పటికి తాత్కాలికంగా స్థితిస్థాపక ధర్మాన్ని కోల్పోతుంది. ఈ విధంగా తాత్కాలిక స్థితిస్థాపక స్వభావాన్ని కోల్పోయే ధర్మాన్ని స్థితిస్థాపక బదలిక అంటారు.

9. స్థితిశక్తి : వస్తువు విరూపణ చెందడానికి జరిగిన మొత్తం పని స్థితిశక్తిగా నిల్వ ఉంటుంది.

10. వికృతి శక్తి : వస్తువు విరూపణ వల్ల దానిలో నిల్వ ఉండే శక్తిని వికృతి శక్తి అని అంటారు.

ముఖ్య సూత్రాలు

1. ప్రతిబలం $= \frac{F}{A}$

2. వికృతి $= \frac{\Delta l}{l}$

3. యంగ్ గుణకం $Y = \frac{F/A}{\Delta l / l} \Rightarrow \frac{Fl}{A\Delta l}$ (or) $\frac{gl}{\pi r^2}\left(\frac{M}{\Delta l}\right)$

4.1 స్థూల గుణకం $B = \frac{F/A}{-\Delta v / v} \Rightarrow \frac{-Fv}{A\Delta v}$ (or) $\frac{-pv}{\Delta v}$

4.2. సంపీడ్యత $C = \frac{1}{B} = \frac{-\Delta v}{pv}$

5. విమోటనగుణకం $\eta = \frac{F/A}{\theta} = \frac{F}{A\theta}$ where $\theta = \frac{\Delta l}{l}$

6. ప్వాజాన్ నిష్పత్తి $\sigma = \frac{-\Delta b / b}{\Delta l / l}$

7.1 వికృతి శక్తి $E = \frac{1}{2}$ ప్రతిబలం × వికృతి $= \frac{1}{2}\frac{Fe}{Al}$

7.2. ప్రమాణ ఘనపరిమాణంకి వికృతిశక్తి $= \frac{1}{2}Fe$

BABY BULLET-Q