

## மீட்சியியல் (Elasticity)

வெளி விசைக்கு உட்படும் பொருள் ஒன்றின் உருவம் மாறுபடும். வெளியிலிருந்து செயல்படும் விசை நீக்கப்பட்டவுடன் பொருள் தனது பழைய நிலைக்கும், தொடக்க அளவுக்கும், உருவத்திற்கும் திரும்பி வர முயற்சிக்கும். அவ்வாறு பழைய நிலையை அடைந்தால் பொருள் மீட்சிப்பொருள் (Elastic) எனப்படும். அவ்வாறு பழைய நிலைக்குத் திரும்பாத பொருள்கள் மீட்சியற்றவை (Plastic) யாகும்.

ஒரு பொருளின்மீது வெளி விசைச் செயல்படும்போது அப்பொருளின் நீளம், உருவம், மற்றும் பருமன் போன்றவற்றில் மாறுபாடு ஏற்படும். இம்மாறுபாடு திரிபு (Strain) எனப்படும். வெளிவிசை நீக்கப்பட்டால் திரிபு மறைந்து அது தன்னுடைய பழைய அளவுக்கும் உருவத்திற்கும் திரும்பி விடும். இத்தகைய பொருள்கள் மீட்சிப்பொருள்கள் எனப்படும். உதாரணம் எஃகு குவார்ட்ஸ். எந்த ஒரு பொருளும் முற்றிலும் மீட்சித்தன்மை உடையதாகவோ அல்லது முற்றிலும் மீட்சித் தன்மை அற்றதாகவோ இருக்காது. இந்த மீட்சித் தன்மை சில பொருள்களுக்கு அதிகமாகவும், சில பொருள்களுக்கு குறைந்த அளவுடனும் காணப்படும்.

எடுத்துக்காட்டாக எஃகு இரப்பரை விட அதிக மீட்சித்தன்மை உடையது. வாயுக்களும் நீர்மங்களும் அதிக மீட்சித்தன்மை உடையன.

பொருளின் மீது செயற்படும் மொத்த வெளி விசையால் பொருள்களின் உள்ளே துகள்களில் சார்பு இடப்பெயர்ச்சியை தோற்றுவிக்கிறது. இதற்கு எதிரான விசைகள் பொருளின் உள்ளே தோன்றி பொருளை பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வருகிறது. இவ்வாறு பொருளைப் பழைய நிலைக்குக் கொண்டு வர ஒரலகுப் பரப்பில் செயற்படும். எதிர்விசை அல்லது மீட்சி

விசை தகைவு (Stress) எனப்படும். தகைவின் மதிப்பு வெளி விசைக்குச் சமமாகவும் எதிர்த் திசையிலும் அமையும். தகைவு பரப்பிற்கு செங்குத்தாகச் செயற்பட்டால் செங்குத்து தகைவு எனப்படும். பரப்பிற்கு இணையாகச் செயற்பட்டால் தொடுவியல் தகைவு எனப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{தகைவு} &= \frac{\text{செயல்படும் விசை}}{\text{பரப்பு}} \\ &= F/A \\ &\text{அலகு} - \text{நியூட்டன்/மீட்டர்}^2 \end{aligned}$$

### திரிபு

தகைவு, பொருள்களில் திரிபைத் தோற்றுவிக்கிறது. தகைவினால் அளவில் தோன்றும் மாறுபாட்டிற்கும் தொடக்க அளவுக்குமுள்ள தகைவு திரிபு எனப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{திரிபு} &= \frac{\text{அளவில் தோன்றும் மாறுபாடு}}{\text{தொடக்க அளவு}} \end{aligned}$$

திரிபு மூன்று வகைப்படும்

### நீட்சித்திரிபு (Linear Strain)

ஒரு பொருளில் ஒரு திசையில் மட்டும் விசை செயல்பட்டு அதன் விளைவினால் நீளம் அதிகரித்தால் அது நீட்சித்திரிபு ஆகும்.

நீட்சித்திரிபு நீளத்தில் ஏற்படும் மாறுபாட்டிற்கும் தொடக்க நீளத்திற்கும் உள்ள தகைவு ஆகும்.

$$\begin{aligned} \text{நீட்சித்திரிபு} &= \frac{\text{நீளத்தில் தோன்றும் மாறுபாடு}}{\text{தொடக்க நீளம்}} \\ &= l/L \end{aligned}$$

## சறுக்குத்திரிபு (Shear Strain)

ஒரு பொருளில் வெளிவிசையால் உருவ மாற்றம் ஏற்படும் போது உண்பாகும் சரிவுக் கோணம் சறுக்குத்திரிபு ஆகும். இது பொடியளவில் அளவிடப்படுகிறது.

## பருமத்திரிபு (Volume Strain)

ஒரு பொருளில் எல்லாப்பக்கங்களிலும் சமமான அழுக்கு விசையோ, அல்லது இழுவிசையோ செயற்பட்டால் பொருளின் உருவம் மாறாமல் பருமன் மட்டும் மாறுபடும். இது பருமத்திரிபு எனப்படும்.

பருமனில் ஏற்படும் மாறுபாட்டிற்கும் தொடக்கப் பருமனுக்கும் உள்ள தகைவு பருமத்திரிபு ஆகும்.

$$\begin{aligned} \text{பருமத்திரிபு} &= \frac{\text{பருமனில் மாறுபாடு}}{\text{தொடக்கப்பருமன்}} \\ &= v/V \end{aligned}$$

## மீட்சி எல்லை (Elastic Limit)

மீள் தன்மையை உடைய பொருளின் மேல் செயற்படும் விசையை உயர்த்திக்கொண்டே போனால் ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் அது மீள் தன்மையை இழந்து விடும். இது மீட்சி எல்லை எனப்படும். பொருள் மீட்சி எல்லையைத் தாண்டி விட்டால், தகைவு நீக்கப்பட்டதாலும் பொருள் தனது பழைய நிலைக்கு முழுவதுமாக திரும்பாது.

## ஹூக் விதி

மீட்சி எல்லைக்குட்பட்ட நிலையில் உருவாகும் திரிபு தகைவுக்கு நேர் விகிதத்தில் அமையும்.

$$\begin{aligned} \text{தகைவு} &\propto \text{திரிபு} \\ \text{தகைவு} & \\ \text{திரிபு} &= \text{ஒரு மாறலி} \end{aligned}$$

இந்த மாறலி மீட்சிக்குணகம் எனப்படும்.

மீட்சி எல்லைக்கு அப்பால் அடுத்தடுத்து திரிபுக்குட் படுத்தப்பட்ட பொருள்கள் மீட்சியியல்புகளை இழந்து விடுகிறது. எதிர்த்திசைகளில் மாறி மாறித் திரிபுக்குட்படும் எல்லா பொருட்களுமே சிறிது சிறிதாக மீட்சி இயல்புகளை இழக்க தொடங்குகின்றன. நீண்ட நேரம் அதிர்வுறும் கம்பி மீண்டும் அதிர்வைத் தொடங்கத்தயக்கம் காட்டுகிறது. இதை மீட்சிச் சோர்வு என்று அழைக்கப்படுகிறது. எந்திரப் பகுதிகள் அமைக்கப்படும் போதும், அவற்றின் செயல்திறன் நிர்ணயம் செய்யும்போதும் இந்த மீட்சிச் சோர்வு கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ளப்படுகிறது.

### மீட்சிக் குணகங்கள் (Young's Modulus)

மூன்று வகைத் திரிபுக்கேற்ப மூன்று வகை மீட்சி குணகங்கள் உள்ளன. யங்குணகம், விரைப்பு குணகம், மற்றும் பரும குணகம் என மூன்று வகைப்படும்.

### யங் மீட்சி குணகம் (E) அல்லது யங்குணகம்

ஒரு பொருளில் செயல்படும் விசை ஒரே திசையில் செயற்பட்டால் அப்பொருள் நீளத்தில் மாற்றம் அடையும். ஓரலகு நீளத்தில் ஏற்படும் மாற்றம் மீட்சித் திரிபு எனப்படும். ஓரலகு பரப்பில் செயற்படும் விசை தகைவு ஆகும். மீட்சி எல்லைக்குள் இத்தகைவுக்கும் திரிபுக்கும் உள்ள தகைவு குணகம் அல்லது யங்குணகம் எனப்படும்.

ஒரு கம்பியின் ஆரம்ப நீளம் L என்க. அதன் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பளவு A என்க. செங்குத்து விசை F செயல்படுவதால் நீள அதிகரிப்பு l என்க.

$$\text{தகைவு} = F/A$$

$$\text{நீட்சித்திரிபு} = l/L$$

$$\text{யங்குணகம்} = \frac{\text{தகைவு}}{\text{நீட்சித்திரிபு}}$$

$$\left(\frac{F}{A}\right) / \left(\frac{l}{L}\right)$$

இதன் அலகு நியூட்டன்/மீட்டர்<sup>2</sup> ஆகும்.



$A = 1, l = 1, L = 1$  எனக்கொண்டால்

$E = F$  என ஆகும்,

எனவே யங்குணகம் என்பது ஓரலகு. குறுக்குப் பரப்புக் கொண்ட ஓரலகு நீளமுடைய பொருளின் நீளத்தில் ஓரலகு மாற்றம் உண்டாக்க தேவைப்படும் விசையாகும்.

இந்த சமன்பாட்டில் இருந்து பொருளில் ஏற்படும் நீள அதிகரிப்பு செயல்படுகின்ற விசைக்கு நேர் விகிதத்தில் அமையும் என்பதாகும். நீளத்தில் தோன்றும் மாறுபாடு செயல்படும் விசைக்கு நேர் விகிதத்தில் இல்லாதபோது சற்று மாறுபட்ட சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தலாம்.

$dF$ —என்ற சிறுவிசை,  $dl$  அளவு மாறுபாட்டை ஏற்படுத்தினால்

$$\text{தகைவு} = dF/A$$

$$\text{நீட்சித்திரிப்பு} = dl/L$$

யங்குணகம்

$$\frac{dF}{A} / \frac{dl}{L} = \left( \frac{L}{A} \right) \left( \frac{dF}{dl} \right)$$

இந்த சமன்பாட்டை பயன்படுத்தியும் யங்குணகம் கணக்கிடலாம்,

## விறைப்புக் குணகம் (G) (Rigidity Modulus)

தொடுவியல் தகைவுக்கும், அது தோற்றுவிக்கும் சறுக்குத் திரிப்புக்கும் இடையேயுள்ள தகைவு விறைப்புக் குணகம் ஆகும்.

ஓரலகு தொலைவில் உள்ள இரு தளங்களின் சார்பு இடப்பெயர்ச்சியே சறுக்குப் பெயர்ச்சித்திரிப்பு ஆகும். இதில் பொருளின் உருவில் மாறுபாடு உண்டாகுமே தவிர அதன் பருமனில் மாறுபாடு ஏற்படாது.

F என்ற விசை A குறுக்குப் பரப்பில் தொடுவியலாகச் (Tangential) செயற்பட்டு கோண சறுக்கு இடப்பெயர்ச்சியைத் தோற்றுவிப்பதாகக் கொண்டால்

$$\begin{aligned} \text{சறுக்குத்திரிபு} &= \theta \\ \text{தகைவு} &= F/A \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{விறைப்பு குணகம் } G &= \frac{\text{தொடுவியல் தகைவு}}{\text{சறுக்குத்திரிபு}} \\ &= (F/A)/\theta \end{aligned}$$

$$A = 1 \quad \theta = 1 \text{ ரேடியன் ஆனால் } G = F$$

எனவே சறுக்குக் குணகம் என்பது ஓரலகு சறுக்குக் கோணத்தைத் தோற்றுவிக்கத் தேவையானச் சறுக்குத் தகைவு ஆகும்.

# வளைவு சட்டம் (Bending of Beams)

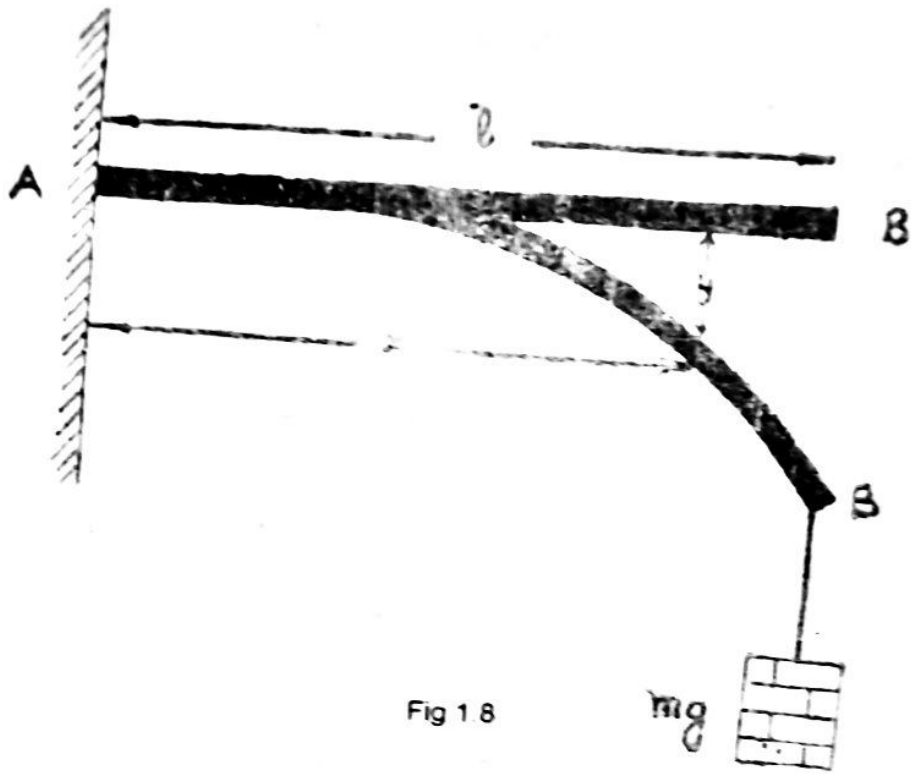


Fig 1 8

சட்டம் என்பது செவ்வகக் குறுக்குப் பரப்பு கொண்ட நீண்ட தடித்த தண்டாகும். நீளத்தோடு ஒப்பிடுகையில் அதன் அகலம் தடிமன் மிகக்குறைவாக இருக்கும். இவ்வகைச் சட்டத்தின் ஒரு முனையை இறுக்கி கிடைத்தளமாகப் பொருத்திவிட்டு மறுமுனையில் ஒரு சுமையை ஏற்றினால் அம்முனை கீழ்நோக்கி வளையும்.

இந்தச் சுமையும், சட்டம் பொருத்தப்பட்ட இடத்தில் ஏற்படும் எதிர்விசையும் சேர்ந்து ஓர் இரட்டையை ஏற்படுத்தும். இதுவே புற இரட்டையாகும். சட்டம் வளையும் போது அதன் மேல் அரைப்பகுதியில் உள்ள நீளவாட்டுப் படலங்கள் நீட்சியடைகின்றன. கீழ் அரைப்பகுதியில் உள்ள நீளவாட்டுப் படலங்கள் இறுக்கம் அடைகின்றன. ஆனால் ஒரு படலம் மட்டும் நீட்டப்படாமலும், குறுக்கப்படாமலும் இருக்கும். இதுவே நடுநிலைப் படலம் எனப்படும். சட்டம் வளைந்த நிலையில் மீட்சி விசைகள் சட்டத்தின் படலங்களுக்கு இணையாகவும் மீட்சி விசைகளுக்கு சமமாகவும் எதிர்த்திசையிலும் அமையும். இம் மீட்சி விசையால் உண்டாகும் இரட்டைகள், சட்டம் வளைவதைத் தடுக்கின்றன. தண்டு வளைக்கப்பட்ட சம நிலையில் மீட்சி விசைகளால் ஏற்படுகின்ற இரட்டைகளின் திருப்புத் திறன்களின் கூட்டுத்

தொகை வளைவு திருப்புத் தொகைக்குச் சமமாகும். சட்டம்  
சமநிலையில் இருக்கும்தோது மீள் தன்மை விசைகள் விசை  
யிரட்டை வளை தளத்தில் உருவெடுக்கின்றன.

வெளி விசை இரட்டையை ஈடுசெய்யும் இந்த எதிர்விசை  
இரட்டையின் திருப்புத்திறன் (வளைவுத் திருப்புத்திறன்)  
எனப்படும்.



## வளைவு திருப்புத் திறனுக்கான கோவை (Expression for the bending moment)

கீழ்க்கண்ட படம் என்பது வளைந்த சட்டத்தின் அச்சிற்குச் செங்குத்தான பரப்பாகும். நடுநிலை இழைக்கு மேலே உள்ள இழைகள் நீட்சியும், கீழே உள்ள இழைகள் சுருக்கமும் அடைந்திருக்கும்.

எந்தவொரு இழையிலும் தோன்றுகின்ற திரிபு, அந்த இழை நடுநிலை இழையிலிருந்து அமைந்துள்ள தூரத்திற்கு நேர் தகவில் அமையும்.

$$\text{உண்மையான நீளம்} = ab = R\theta$$

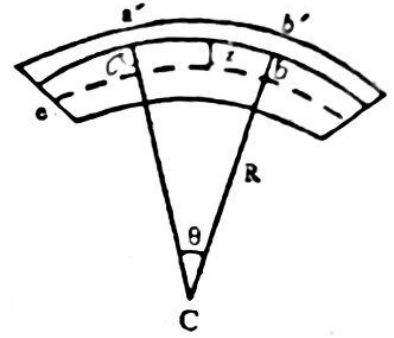
$$\text{அதிகரித்த நீளம்} = a'b' = (R + z)\theta$$

$$\text{நீள அதிகரிப்பு} = a'b' - ab$$

$$= (R + z)\theta - R\theta = Z\theta$$

$$\begin{aligned} \text{திரிபு} &= \text{நீள அதிகரிப்பு} / \text{உண்மையான நீளம்} \\ &= Z.0/R.0 = Z/R \end{aligned}$$

பொருளின் நிலைம திருப்புத்திறன்  $\Sigma mr^2$  ஆனது  $Mk^2$ க்கு சமமாகும். வளைவு தளத்திற்கு செங்குத்தாக செல்லும் அச்சின் மையத்தின் வழியே வளை வட்டத்தின் குறுக்கு வெட்டு பரப்பின் வடிவ நிலைம திருப்புத்திறன்  $\Sigma \delta A.z^2$  இது  $AK^2$  எனும் மதிப்பிற்கு சமம். அதாவது  $\Sigma \delta A.z^2 = AK^2$  ie.,  $\Sigma \delta A.z^2 = AK^2$ .



இங்கு  $A$  என்பது குறுக்கு வெட்டு பரப்பு,  $k$  என்பது வளைச்சட்டத்தின் அனைத்து தளங்களிலும் செயல்படும் மொத்த திருப்பு விசையானது மீட்சியியலின் வளைச்சட்டத்தின் உள் வளைவு திறனாக செயல்படுகிறது. எனவே சட்டத்தின் விளைவுத்திறன் =  $qAK^2/R$ .

**குறிப்பு :**

i.  $b$  நீளமும்,  $d$  தடிமனும் செவ்வக சட்டமாயின்

$$A = bd \text{ மற்றும் } k^2 = d^2/12$$

$$AK^2 = bd^3/12$$

ii.  $r$  வட்ட வடிவ குறுக்கு வெட்டு பரப்புள்ள சட்டத்திற்கு

$$A = \pi r^2 \text{ மற்றும் } K^2 = r^2/4.$$

$$AK^2 = \frac{\pi r^2}{4} \text{ விளைவு திறன்} = \frac{\pi q r^4}{4R}$$

# சீரான வளைவுக்கொள்கை

Expression for Young's Modulus uniform bending

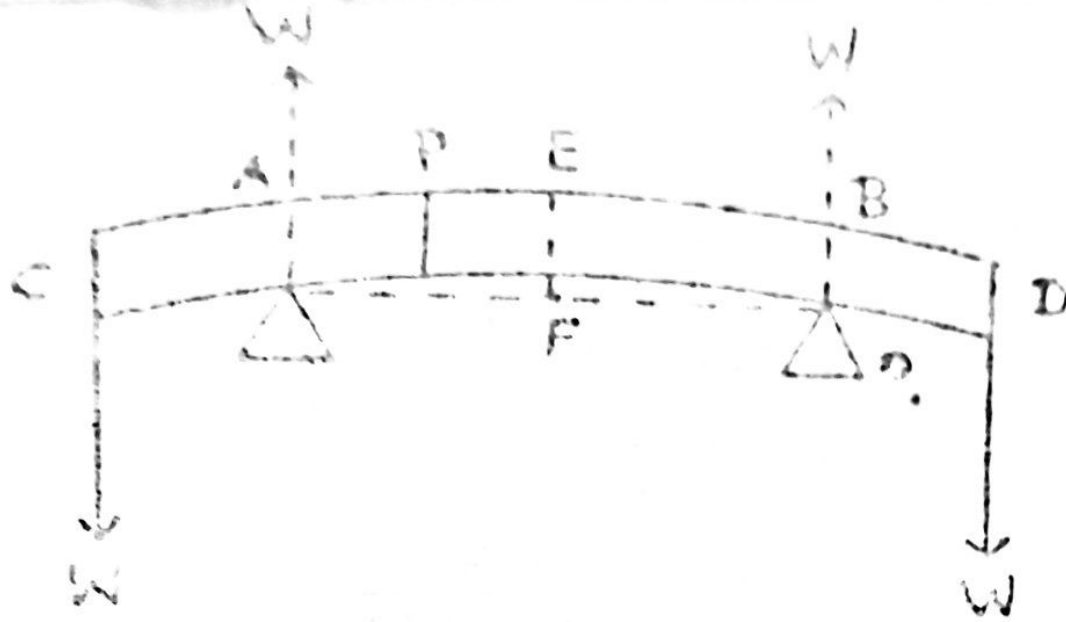


Fig 1.11

CD என்ற ஒரு சட்டமானது AB என்ற இரு கத்தி முனைகளின் மேல் சமச்சீராகத் தூங்கி உள்ளது. A, B கத்தி

முனைகளுக்கு இடையே உள்ள தூரம் 'l' என்க. கத்தி முனைகளிலிருந்து a தொலையில் சுமை Mg ஏற்றப்பட்டுள்ளது.

$$AC = BD = a$$

இந்தச் சுமைகளால் கத்தி முனைகளில் எதிர்விசை W மேல் நோக்கி செயல்படும். சட்டத்தின் குறுக்கு வெட்டுப்பரப்பில் P என்ற எதாவது புள்ளியினை எடுத்துக்கொள்வோம். P-புள்ளியில் இருவிசைகள் செயல்படுகின்றன. Mg கீழ்நோக்கிச் செயல்பட கத்தி முனைகளில் mg மேல் நோக்கிச் செயல்பட இதன் திருப்புத்திறனை ( $W = Mg$ ).

$$= Mg.(P-Mg.AP)$$

$$= Mg.(CP-AP)$$

$$= Mg.AC$$

$$= Mg.a$$

இந்தத் திருப்புத்திறன் உள்வளைவு திருப்புத்திறன்,  $EAK^2/R$  யினால் சமன் செய்யப்படுகிறது.

$$R = EAK^2/Mg.a$$

$Mg.a$  மாறிலி ஆனால் R மாறிலி இது சீரான வளைவு எனப்படும்.

இரு கத்தி முனைகளுக்கு நடுப்புள்ளியில் ஏற்பட்ட ஏற்றம் h எனக்கொண்டால்

$$h(2R-h) = (l/2)^2$$

$$2Rh - h^2 = l^2/4$$

h இன் மதிப்பு மிகச்சிறியது. எனவே  $h^2$  விட்டு விடலாம்.

$$\therefore 2Rh = l^2/4$$

$$R = l^2/8h$$

$$\therefore Mga = \frac{EAK^2}{(l^2/8h)}$$

$$= \frac{EAK^2}{l^2} \cdot 8h$$

$$\therefore h = \frac{Mgl^2 a}{8EAK^2}$$

குறுக்குப் பரப்பு  $b d$  உடையதால்

$$Ak' = \frac{bd^3}{12}$$

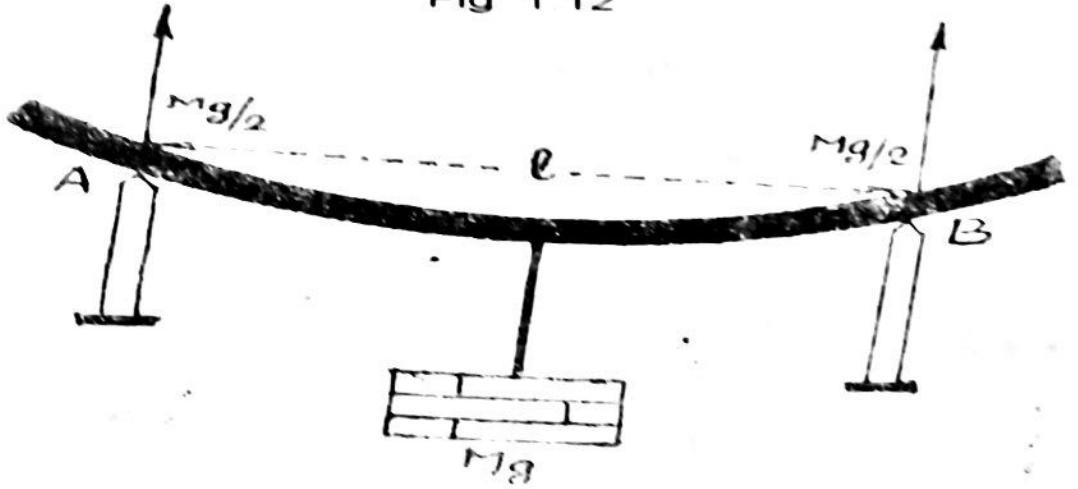
$$E = \frac{Mgl^2 a}{8h \frac{bd^3}{12}} = \frac{12mgl^2 a}{8hbd^3}$$

$$E = \frac{3mgl^2 a}{2bd^3 h}$$

## சீரற்ற வளைவுக்கொள்கை

Expression for Young's Modulus non-uniform bending

Fig 1.12



ஒரு சட்டமானது A, B என்ற கத்தி முனைகட்கு மேல் சமச்சீராக தாங்கப்பட்டுள்ளதாகக் கொள்வோம் (படம் 1.12) A, B இடையே உள்ள தொலைவு 'l' எனவும் Mg அளவு கொண்ட எடைச்சட்டத்தின் நடுப்புள்ளியில் சேர்க்கப்பட்டு உள்ளதாகவும் கருத்தில் கொள்வோம். ஒவ்வொரு கத்தி முனையிலும் Mg/2 எதிர்விசை தோன்றுகிறது.

A-யிலிருந்து x தொலைவில் சட்டத்தின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பில் P-என்ற புள்ளியை கருத்தில் கொள்வோம். சமநிலையில் வளைவுத் திருப்புத்திறன் P-யைப் பொறுத்து

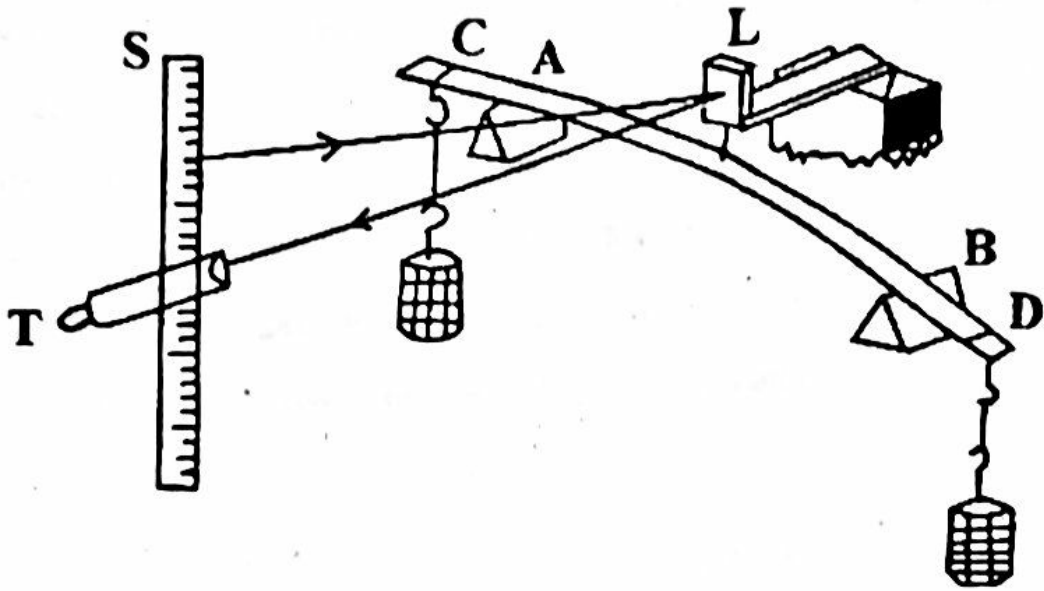
$$\begin{aligned} \frac{EAk^2}{R} &= Mg \left( \frac{l}{2} - x \right) - \frac{Mg}{2} (l - x) \\ &= \frac{Mgl}{2} - Mg x - \frac{Mgl}{2} + \frac{Mgx}{2} \\ &= -\frac{Mg}{2} x \end{aligned}$$

Experimental determination of Young's modulus (PIN AND  
சீரான வளைவு முறை (Uniform bending) MICROSCOPE)

கொடுக்கப்பட்ட சட்டத்தை A, B எனும் இரு கத்தி  
முனைகளில் சீராக வைத்து, சட்டத்தின் இரு முனைகளிலும்



எடை தாங்கியைக் கட்டித் தொங்கவிட வேண்டும். எடை தாங்கிகள் கத்தி முனையிலிருந்து, வெளியே சமதொலைவில் இருக்க வேண்டும். சட்டத்தின் மையத்தில், மெழுகினைப் பயன்படுத்தி குண்டுசியைச் சட்டத்திற்கு செங்குத்தாக வைக்க வேண்டும். இவ்வமைப்பிற்கு முன்பாக நுண்ணோக்கியை வைத்து, குண்டுசியைப் பார்க்க வேண்டும். நுண்ணோக்கியைச் சரி செய்து, குண்டுசியின் பிம்பத்தின் முனை, கிடைமட்ட குறுக்குக் கம்பியினைத் தொடுமாறு செய்ய வேண்டும்.



சோதனை ஆரம்பிப்பதற்கு முன்பாக, சட்டத்தினை மீட்சிப் பாங்கிற்குக் கொண்டு வரவேண்டும். இரு எடை தாங்கிகளிலுள்ள எடையை படிப்படியாக அதிகரித்து, பின்பு படிப்படியாகக் குறைக்க வேண்டும். இவ்வாறு நான்கு அல்லது ஐந்து முறை செய்யும் போது, சட்டம் மீட்சிப் பாங்கினைப் பெறுகிறது.

எடை தாங்கிகளில் உள்ள எடை சிறுமமாக இருக்க வேண்டும். இதனை பாழ்சுமை என்பர். நுண்ணோக்கியைச் சரி செய்து குண்டுசியின் பிம்பத்தின் முனை, கிடைமட்டக் கம்பியைத் தொடுமாறு செய்து அளவீட்டினைக் குறித்துக் கொள்ள

வேண்டும். இரு எடை தாங்கிகளிலும் சமமான எடைகளை (0.5 கி.கி) படிப்படியாக அதிகரித்து, ஒவ்வொரு முறையும் நுண்ணோக்கியைச் சரிசெய்து முன்பு கூறியபடியே அளவீடுகளைக் குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். அடுத்து எடையைப் படிப்படியாகக் குறைத்து, முன்பு கூறியபடியே அளவீடுகள் எடுக்க வேண்டும். அளவீடுகளை அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும்.

எடை(கி.கி.)	நுண்ணளவி அளவீடு			M கி.கி.
	எடை ஏற்றும் போது	எடை இறக்கும் போது	சராசரி	இறக்கம் y

அட்டவணையிலுள்ள அளவீடுகளிலிருந்து M கி.கி. எடைக்கான ஏறக்கம் y கணக்கிட்டு சராசரி காண வேண்டும். கத்தி முனைகட்கிடையே உள்ள தூரம் l மற்றும் கத்தி முனைக்கும் எடை தாங்கிக்கும் இடையே உள்ள தூரம் a ஆகியவற்றையும் அளவிட வேண்டும். திருகுமானி, வெர்னியர் அளவி ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி சட்டத்தின் தடிமன் d, அகலம் b ஆகியவற்றை அளவிட வேண்டும். சீரற்ற வளை சட்டத்திற்குயங் குணகம்.

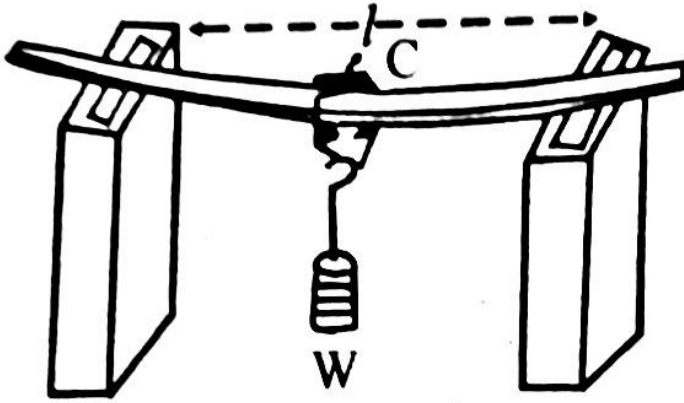
$$q = \frac{3Mga^2}{2bd^3y} \text{ நி.மீ.}^{-2}$$

இதிலிருந்து யங் குணகம் q கணக்கிடலாம்.

# Experimental determination of Young's Modulus

சட்டத்தின் யங் குணகம் காணல் (PIN AND MICROSCOPE)

## 1. சீரற்ற வளைவு முறை (Non - uniform bending)



கொடுக்கப்பட்ட சட்டத்தை A, B என்ற கத்தி முனைகளில் சீராக அமைத்து, சட்டத்தின் மையத்தில் ஓர் எடை தாங்கியைத் தொங்க விட வேண்டும். சட்டத்தின் மையத்தில் மெழுகினைப் பயன்படுத்தி, ஓர் குண்டுசியினை சட்டத்திற்கு செங்குத்தாக அமைக்க வேண்டும்.

இவ்வமைப்பிற்கு முன்பாக ஓர் நுண்ணோக்கியை (microscope) வைத்து, குண்டுசியைப் பார்க்க வேண்டும். நுண்ணோக்கி மேலும் கீழும் நகர்த்தி ஊசியின் பிம்பத்தின் கூர்முனை, கிடைமட்டக் கம்பியை (horizontal cross wire) தொடுமாறு செய்ய வேண்டும். முதலில் சட்டத்தினை மீட்சிப் பாங்கிற்குக் கொண்டு வர வேண்டும். எடை தாங்கியில் எடையைப் படிப்படியாக அதிகரித்து, பின்பு குறைக்க வேண்டும். இவ்வாறு நான்கு அல்லது ஐந்து முறை செய்யப்படும்போது சட்டம் மீட்சிப் பாங்கினை பெறுகிறது.

எடை (கி.கி.)	நுண்ணளவி அளவீடு			M.கி. இறக்கம் y
	எடை ஏற்றம் போது	எடை இறக்கும் போது	சராசரி	

அட்டவணையிலுள்ள அளவீடுகளிலிருந்து M.கி. எடைக்கான இறக்கம் கணக்கிட வேண்டும். சராசரி இறக்கம் y எனக் கொள்வோம். கத்தி முனைகட்கிடையே உள்ள தூரம் l எனக் கொள்வோம். திருகுமானி, வெர்னியர் அளவி கொண்டு சட்டத்தின் தடிமன் d, அகலம் b ஆகியவற்றை அளவிட வேண்டும். சீரற்ற வளை சட்டத்திற்குயங் குணகம்.

$$y = \frac{Wl^3}{48qAk^2}$$

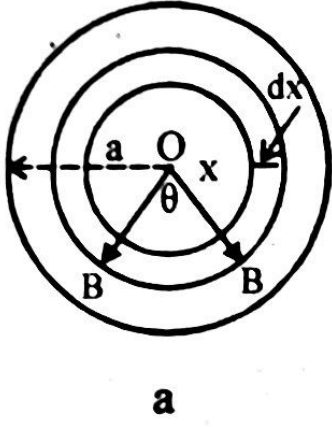
$$q = \frac{Wl^3}{48yAk^2}$$

$$q = \frac{Mgl^3}{48(bd^3/12)xy} \quad (W = Mg, Ak^2 = bd^3/12)$$

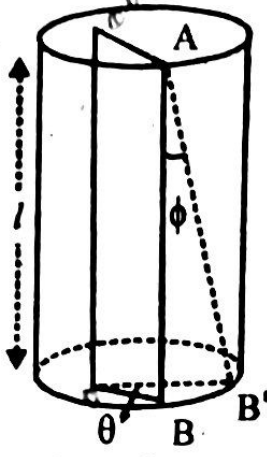
$$q = \frac{Mgl^3}{4bd^3y}$$

## முறுக்கு (Torsion)

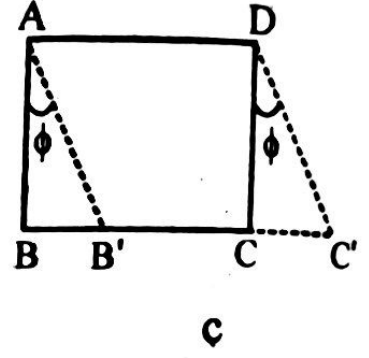
ஓர் கம்பியின் மேல் முனை நன்றாகப் பொருத்தப்பட்டு மறுமுனையில் அச்சிற்குச் செங்குத்துத் தளத்தில் இரு சமமான எதிர் இரட்டைகள் செயற்படுத்தும் போது, கம்பி முறுக்கமடைகிறது. முறுக்குக் கோணத்திற்கும், இரட்டைக்கும் உள்ள தொடர்பினை கீழ்க்கண்டவாறு வருவிக்கலாம்.



a



b



c

நீளம்  $l$ - ம், ஆரம்  $a$ - ம்விறைப்புக்குணகம்  $n$ -ம் கொண்ட கம்பியின் மேல் முனை நன்றாகப் பொருத்தப்பட்டு, கீழ் முனை முறுக்குப்படும் போது முறுக்கடையும் கோணம்  $\theta$  கொள்வோம்.

உள்ளீடற்ற உருளையை நீளவாக்கில் வெட்டிப் பரப்பப்படுவதாகக் கொள்வோம் (படம்). ABCD என்பது முறுக்கு விசை செயற்படுவதற்கு முன்புள்ள நிலையையும், AB'C'D விசை செயற்பட்ட பின்பு உள்ள நிலையையும் குறிக்கிறது. AB-என்ற நீள்வரி, AB' என்ற நிலைக்குப் பெயர்ச்சியடையும்போது, ஏற்படும் பெயர்ச்சிக் கோணம்  $\theta$ . எனவே BAB' என்பது சறுக்குப் பெயர்ச்சிக் கோணமாகும்.

$$\text{விறைப்புக் குணகம் } n = \frac{\text{சறுக்குப் பெயர்ச்சித் தகைவு}}{\text{சறுக்குப் பெயர்ச்சிக் கோணம்}} = \frac{\text{தகைவு}}{\phi}$$

$$\text{தகைவு} = n\phi \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \text{விசை } F &= \text{தகைவு} \times \text{பரப்பளவு} \\ &= n\phi \times 2\pi x \cdot dx \quad (2) \end{aligned}$$

இவ்விசையானது உள்ளீடற்ற உருளையின் குறுக்கு  
வெட்டில் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் செயற்படுகிறது. எனவே  
அச்சைப் பற்றிய விசையின் திருப்புத்திறன்

$$= n\phi \times 2\pi x dx \cdot x$$

$$= 2\pi n\phi x^2 dx \quad (3)$$

படம் (2-9a) - விருந்து  $BB' = x\theta$

படம் (2-9b) - விருந்து  $BB' = l\phi$

$$x\theta = l\phi$$

$$\phi = x\theta/l \quad (4)$$

சமன்பாடு (4) ஐ சமன்பாடு (3) ல் பதிலீடு செய்ய, அச்சைப் பற்றிய

$$\text{விசையின் திருப்புத் திறன்} = 2\pi n \times \frac{x\theta}{l} \cdot x^2 dx$$

$$= \frac{2\pi n \theta}{l} \cdot x^3 \cdot dx \quad (5)$$

இதேபோல ஒவ்வொரு உள்ளீடற்ற உருளைகட்கும்  
திருப்புத்திறன் கண்டு, கூட்ட கம்பியில் முழுமையாகச் செயற்படும்  
முறுக்கு இரட்டையின் திருப்புத்திறன் கிடைக்கிறது. எனவே  
சமன்பாடு (5) ஐ வரம்பு  $x = 0$ ,  $x = a$  கொண்டு தொகையாக்கம்  
செய்ய, மொத்தத் திருப்புத்திறன் கிடைக்கிறது.

$$\text{மொத்தத் திருப்புத்திறன்} = \frac{2\pi n \theta}{l} \int_0^a x^3 \cdot dx$$

$$= \frac{2\pi n \theta}{l} \cdot \frac{a^4}{4}$$

$$\text{மொத்தத் திருப்புத்திறன்} = \frac{\pi n a^4}{2l} \cdot \theta \quad (6)$$



சமன்பாடு (5) மீட்சி இரட்டையின் திருப்புத்திறனைத் தருகிறது. சமநிலையில் இது புற முறுக்கு இரட்டைக்குக் சமமாகவும், எதிராகவும் இருக்கும்.

$$\text{முறுக்கு இரட்டை} = \frac{\pi n a^4}{2l} \cdot \theta \quad (7)$$

$\theta = 1$  ரேடியன் எனின், ஓரலகு முறுக்கு இரட்டை

$$C = \frac{\pi n a^4}{2l} \quad (8)$$

**உள்ளீடற்ற நீள் உருளை (Hollow cylinder)**

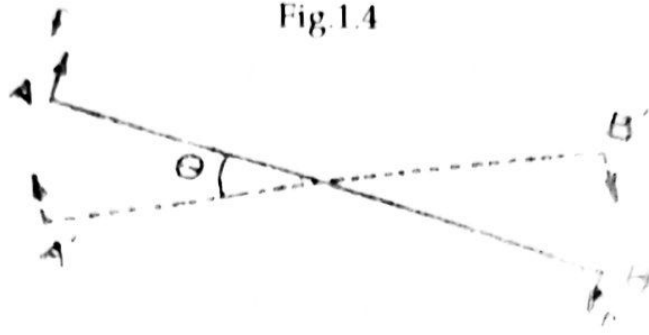
நீளம்  $l$  ம் உள் ஆரம்  $a_1$  ம் வெளி ஆரம்  $a_2$  ம் கொண்ட உள்ளீடற்ற உருளையைக் கருதுவோம். இப்போது தொகையாக்க வரம்பு  $x = a_1$ ,  $x = a_2$

உருளையின் முறுக்கு இரட்டை

$$\begin{aligned} &= \frac{2\pi n \theta}{l} \int_{a_1}^{a_2} x^3 dx = \frac{2\pi n \theta}{l} \left[ \frac{x^4}{4} \right]_{a_1}^{a_2} \\ &= \frac{\pi n \theta (a_2^4 - a_1^4)}{2l} \quad (9) \end{aligned}$$

$$\text{ஓரலகு முறுக்கு இரட்டை } C = \frac{\pi n (a_2^4 - a_1^4)}{2l} \quad (10)$$

ஒரு கம்பி முறுக்கப்படும்போது செய்யப்படும் வேலை  
(Work done in Twisting)



எதிர்த்திசைகளில் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் செயற்படும் சம இணை விசைகள்  $F$  விசையிரட்டையாக  $l$  இடைத்தொலைவில் செயற்பட்டால் விசையிரட்டையின் திருப்புத்திறன்  $F.l$  ஆகும். படத்தில் காட்டியுள்ளதுபோல்  $F, F$  விசைகள்  $l$  தொலைவில் செயற்படுகின்றன. இந்த விசையிரட்டை அதன் தளத்தில் ஒரு சிறிய கோணம்  $d\theta$  அளவு திரும்பி  $A', B'$  நிலைக்கு வருகிறது.  $A$  புள்ளியின் இடப்பெயர்ச்சி  $AA'$  ஆகும்.  $B$  புள்ளியின் இடப்பெயர்ச்சி  $BB'$  ஆகும்.

செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை =  $F.AA' + F.BB'$

ஆனால்  $AA' = BB' = l/2$

எனவே செய்யப்பட்ட மொத்த வேலை  $F.2 \times l/2 \cdot d\theta = C.d\theta$

( $\therefore C = Pl$ )

$C$  என்பது விசையிரட்டையின் திருப்புத்திறன்.

எனவே செய்யப்படும்

மொத்த வேலை = விசையிரட்டை  $\times$  திரும்பிய கோணம்

ஒரு கம்பி ஒரு விசையிரட்டையைக் கொண்டு முறுக்கப்படும் போது விசையிரட்டையின் அளவு மாறாதிருக்காது. இருந்தாலும் ஒரு சிறிய அளவு  $d\theta$  கோணம் முறுக்கப்படும் போது விசையிரட்டை மாறாதிருப்பதாகக் கொள்ளலாம்.

$$d\theta \text{ அளவு முறுக்கச் செய்யப்படும் வேலை} = C \times d\theta$$

$$\theta \text{ அளவு முறுக்கச் செய்யப்படும் வேலை} = \int C \cdot d\theta$$

C என்பது ஓரலகு முறுக்கத்திற்கான விசையிரட்டையாகையால் செய்யப்படும் மொத்த வேலை

$$= \int c\theta \cdot d\theta$$

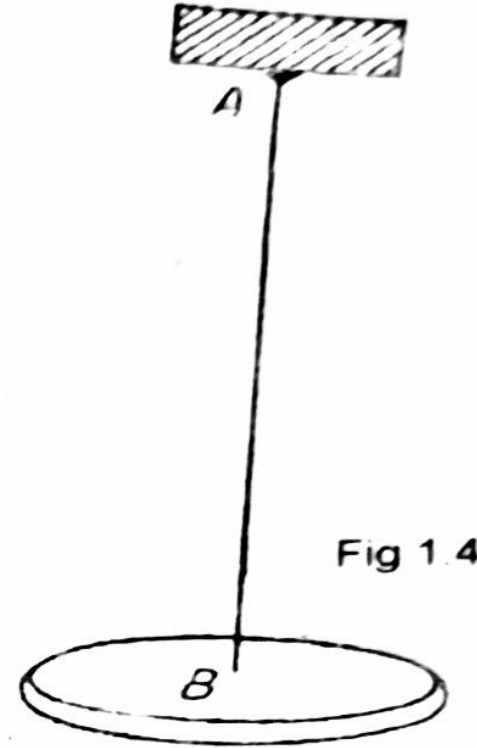
$$W = \frac{1}{2} C\theta^2$$

ஒரு கம்பியின் முறுக்கு நிலையில் செய்யும் வேலை முழுவதும் அக்கம்பியின் நிலையாற்றலாக அமைகிறது.

## முறுக்கு அலைவுகள் (TORSIONAL OSCILLATIONS)

நீளமான கம்பி ஒன்றின் ஒரு முனை தாங்கியோடு இணைக்கப்பட்டு, மறு முனையில் நிலைமைத் திருப்புத்திறன் கொண்ட ஒரு பொருள் (வட்டத்தட்டு செவ்வகத்தட்டு) இணைக்கப்பட்டு உள்ளதாகக் கருதுவோம். கம்பியின் நீளம், ஆரம், விரைப்புக் குணகம் முறையே  $l$ ,  $a$ ,  $G$  எனக் கருதுவோம். கீழே பொருத்தப்படும் வட்டத்தட்டை சற்று திருப்பி, கம்பியைச் சிறிது முறுக்கி விட்டால், தட்டு கிடைத்தளத்தில் இடமும் வலதுமாக கோண அலைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும். இவை முறுக்கு அலைகள் எனப்படும்.

இத்தகைய அமைப்பு ஒரு முறுக்கு ஊசல் (படம் 1.5) எனப்படும். முறுக்கப்பட்ட நிலையில் கம்பியை முறுக்குவதற்கு செய்யப்பட்ட வேலை நிலை ஆற்றலாக இருக்கும். விடப்பட்ட நிலையில் கம்பியின், முறுக்கு பிரிந்து எதிர்பக்கத்தில் நடுநிலை நோக்கி வரும். இந்நிலையில் கம்பி முறுக்கு இல்லாமல் இருக்கும். ஆனால் இவ்வமைப்பு கோண வேகத்தைப் பெற்று அதனால் இயக்க ஆற்றலையும் பெற்று சமநிலையைத் தாண்டி



எதிர்ப்புறுத்தில் முறுக்கேறும் அளவு தட்டு சுற்றும், இது மாறி மாறி ஏற்படுவதால் அலைவுகளைத் தோற்றுவிக்கும்.

முறுக்குக் கோணம்  $\theta$  ஆக உள்ளபோது ஊசலின் ஆற்றலைக் கணக்கிடுவோம்.  $C$  என்பது கம்பியின் ஓரலகு முறுக்கான விசையிடை (Couple Per Unit twist)

$I$  என்பது தட்டின் நிலைமத்திருப்புத்திறன் (Moment of Inertia)

$d\theta/dt$  - என்பது கோணத்திசை வேகத்தையும் குறிப்பிடுவதாகக் கொள்வோம்.

முறுக்கப்பட்ட நிலையில் கம்பியின்

$$\text{நிலையாற்றல்} = \frac{1}{2} C\theta^2$$

$$\text{தட்டின் இயக்க ஆற்றல்} = \frac{1}{2} I \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2$$

$$\text{மொத்த ஆற்றல்} = \text{மாறிலி}$$

$$\therefore \frac{1}{2} C\theta^2 + \frac{1}{2} I \left( \frac{d\theta}{dt} \right)^2 = \text{மாறிலி}$$

$t$ -ஐப் பொறுத்து வகைப்படுத்த

$$\therefore \frac{1}{2} C \cdot 2\theta \frac{d\theta}{dt} + \frac{1}{2} \cdot I \cdot 2 \frac{d\theta}{dt} \cdot \frac{d^2\theta}{dt^2} = 0$$

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} + C\theta = 0$$

$$\therefore \frac{d^2\theta}{dt^2} = -\frac{C}{I} \theta$$

இச்சமன்பாடு  $\frac{d^2\theta}{dt^2} = \omega^2 \theta$  என்ற வடிவில் உள்ளதால்

அலைவுகள் சீரிசை இயக்கமாகும். சீரிசை இயக்கத்தில்

அலைநேரம்  $T = 2\pi\sqrt{I/C}$  ஓரலகு இடமாற்றத்தின் முடுக்கம்.

$T$  என்பது அலை நேரமானால்

$$\text{இங்கு } T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{\omega^2}} \quad \text{இங்கு } \omega^2 = \frac{C}{I}$$

$$\therefore T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{C}} \quad \omega^2 = I/C$$

$$T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{I}{C}$$

ஆனால்

$$C = \frac{\pi G a^4}{2l}$$

முறுக்கு கோட்பாட்டிலிருந்து

a கம்பியின் ஆரம்  
l கம்பியின் நீளம்

$$\therefore T^2 = 4\pi^2 \frac{I}{\pi G a^4 / 2l}$$

$$T^2 = \frac{8\pi^2 Il}{\pi G a^4} = \frac{8\pi Il}{G a^4}$$

அல்லது

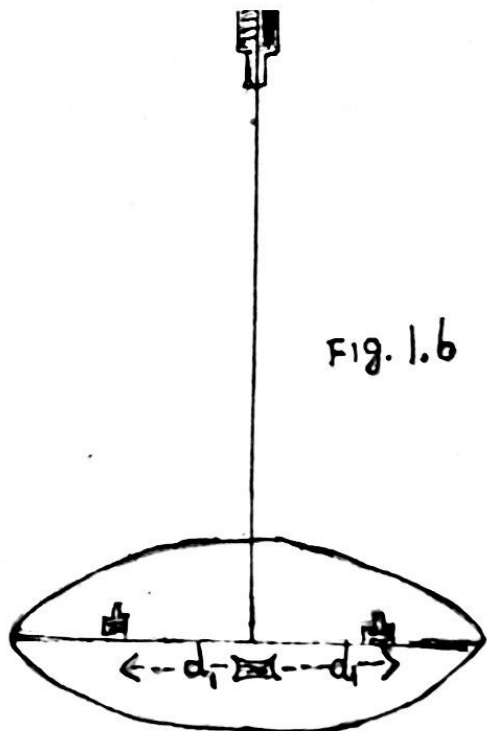
$$G = \frac{8\pi Il}{T^2 a^4}$$

இந்தச் சமன்பாட்டைக்கொண்டு விறைப்புக் குணகம் G-ஐ கணக்கிடலாம். அலைவு நேரம் (T) பரிசோதனை மூலம் கண்டறிந்து, தட்டின் நிலைமைத் திருப்புதிறன் மதிப்பைத் தட்டின் நிறை மற்றும் வடிவ அளவுகளிலிருந்து கணக்கிட்டு G-யின் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

முறுக்கு ஊசல்

(TORSION PENDULUM)

படத்தில் உள்ளது போல் கம்பி ஒன்றின் ஒரு முனை நிலையாக பொருத்தப்பட்டு மறு முனை வட்டத் தட்டின் மையத்துடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ள அமைப்பு முறுக்கு ஊசல் எனப்படும். ஒவ்வொன்றும் n என்ற சமநிலை கொண்ட இரண்டு ஒத்த வடிவமுடைய நிறைகள், தட்டின் மையத்திலிருந்து  $d_1$  தொலைவுகளில் கம்பிக்கு இரு புறமும் வைக்கப்படுகின்றன. தட்டு மெல்லத் திருப்பப்பட்டு பின்னர் விடப்படுகிறது. இந் நிலையில் கம்பியை அச்சாகக் கொண்டு ஊசல் முறுக்கு அலைவுகளை





எற்படுத்தும். குறிகாட்டியையும். நிறுத்து கடிகாரத்தையும் பயன்படுத்தி 10 அலைவுகளுக்கான நேரம்  $T_1$  (அலைவு நேரம்) கணக்கிடப்படுகிறது. மீண்டும் சமச்சீர் எடைகளை தட்டில்  $d_2$  தொலைவில் வைத்து மீண்டும் அலைவு நேரம்  $T_2$  கணக்கிடப்படுகிறது. தொங்குத் தானத்திலிருந்து வட்டத் தட்டின் மையப்புள்ளி வரை உள்ள கம்பியின் நீளத்தை  $l$  ஒரு அளவுகோல் கொண்டு அளக்க வேண்டும். மேலே கண்ட முறுக்கு ஊசல் சமன்பாட்டில் இருந்து,

$$T_1^2 = \frac{8\pi I_1 l}{G \cdot a^4} \quad \text{நிறைகள் தட்டின் மையத்திலிருந்து } d_1 \text{ தொலைவில் உள்ளபோது}$$

$$T_2^2 = \frac{8\pi I_2 l}{G \cdot a^4} \quad \text{நிறைகள் தட்டின் மையத்திலிருந்து } d_2 \text{ தொலைவில் உள்ளபோது}$$

$$(I_1 = I_0 + 2md_1^2)$$

$$(I_2 = I_0 + 2md_2^2)$$

$$\text{இங்கு } T_2^2 - T_1^2 = \frac{8\pi l}{Ga^4} (I_2 - I_1)$$

$I_0$ -சமச்சீர் நிறைகள் இல்லாதபோது தட்டின் நிலைமத்திருப்புத்திறன்

$I_0$ -மதிப்பு கண்டுபிடிக்க சமச்சீர் நிறைகளை தட்டில் இருந்து எடுத்துவிட்டு அளவுநேரம்  $T_0$  காண வேண்டும். இந்த மதிப்பைப் பயன்படுத்தி  $I_0$  மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

$$I_0 = \frac{T_0^2}{T_2^2 - T_1^2} \cdot 2m(d_2^2 - d_1^2)$$

$$\text{எனவே, } T_2^2 - T_1^2 = \frac{8\pi l}{Ga^4} (I_2 - I_1)$$

$$= \frac{8\pi l}{Ga^4} \cdot 2m(d_2^2 - d_1^2)$$

$$\therefore G = \frac{16\pi lm}{a^4} \frac{(d_2^2 - d_1^2)}{(T_2^2 - T_1^2)}$$

இந்தச் சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி G யின் மதிப்பை (விறைப்பு குணகம்) காணலாம்.

இதே அமைப்பின் மூலம் தட்டின் நிலைமைத் திருப்புத் திறனும் கணக்கிட முடியும். m என்ற நிறைகள் தட்டில் நீக்கப்பட்ட நிலையில் தட்டு மட்டும் அலைவுக்கு உட்படுத்தப்படவேண்டும். தட்டு மட்டும் அலையும் போது கிடைக்கப்பெறும் அலைவு நேரம்  $T_0$  எனக் கொண்டால்

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I_0}{C}}$$

$$T_0^2 = 4\pi^2 \frac{I_0}{C}$$

$$I_0 = \frac{CT_0^2}{4\pi^2}$$

$$C = \frac{8\pi^2 m (d_2^2 - d_1^2)}{(T_2^2 - T_1^2)}$$

இம்மதிப்பை மேலே கண்ட  $I_0 = \frac{CT_0^2}{4\pi^2}$

$$I_0 = \frac{8\pi^2 m (d_2^2 - d_1^2) T_0^2}{4\pi^2 (T_2^2 - T_1^2)}$$

$$\therefore I_0 = \frac{2m (d_2^2 - d_1^2) T_0^2}{(T_2^2 - T_1^2)}$$

இந்தச் சமன்பாடு மூலம் தட்டின் கம்பியச்சைப் பொறுத்த நிலைமத்திறனைக் கணக்கிடலாம்.

# நிலை முறுக்கு முறையில் விரைப்புக் குணம் காணல் (Rigidity Modulus by Static Torsion Method)

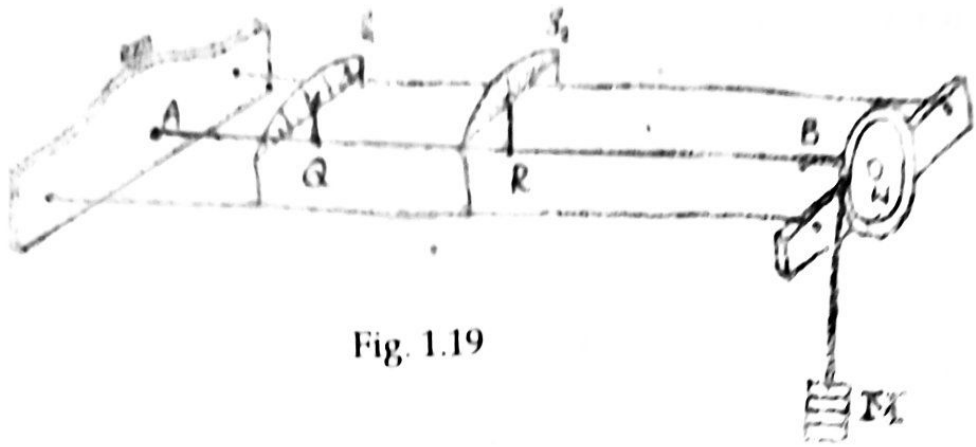


Fig. 1.19

படத்தில் கண்டவாறு சோதனைத்தண்டு A என்ற முனையில் இணைக்கப்பட்டு  $w$  என்ற சக்கரத்தின் அச்சுடன் B முனையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. சக்கரம் விளிம்பு வழியாக, ஒரு நாடா செல்லும், நாடாவின் ஒரு முனை சக்கரத்துடன் இணைக்கப்பட்டு மறுமுனையில் ஒரு எடைத்தட்டு பொருத்தப்பட்டிருக்கும்.

எடைத்தட்டில் எடைகளை ஏற்றுவதன் மூலம் சோதனைக் கம்பியில் முறுக்கம் ஏற்படும். சோதனைக் கம்பியில்  $S_1, S_2$  என்ற இரண்டு குறிமுள்கள் பொருத்தப்பட்டு உள்ளன. இவை இரண்டும், கம்பியின் முறுக்குக் கோணத்தைக் காண்பிக்கும். இங்கு இரண்டு குறிகளுக்குமிடையே உள்ள தூரம் (QR) சோதனைத் தண்டின் நீளம் ( $l$ ) ஆகும். எடைத்தட்டில் ஏற்றப்படும் ஒவ்வொரு எடைக்கும்  $S_1, S_2$  குறிமுள்கள் காட்டுகின்ற குறுக்கு கோணங்களை குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். பிறகு கம்பியின் எதிர்திசையில் முறுக்க வேண்டும். இதற்கு நாடாவை விசையில் எதிர்திசையில் மாற்றி பரிசோதனைச் செய்யவேண்டும். இந்நிலையிலும் ஏற்றப்படும் எடைக்குரிய குறியீட்டு அளவுகளை பதிவு செய்து, ஒரு குறிப்பிட்ட எடைக்குரிய (M)-இருதிசைகளில் உண்டான குறியீட்டு அளவுகளில் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிட வேண்டும். இவ்வாறு எல்லா எடைகளுக்குமுரிய சராசரி குறியீட்டு மதிப்புகளைக் காண வேண்டும்.

'a' என்பது சோதனைத் தண்டின் ஆரத்தையும் R என்பது வட்டச் சக்கரத்தின் ஆரத்தையும் குறிப்பிடுவதாகக் கொண்டால் முறுக்கு விசையிரட்டை =  $MgR$  .. (1)  
M-க்குரிய முறுக்குக் கோணம் = 0

மீட்பு விசையிரட்டை  $\frac{\pi Ga^4}{2l} \theta$   $\frac{\pi}{180}$  .. (2)

சமநிலையில் இவை இரண்டும் சமன்.

$$\frac{\pi Ga^4}{2l} \theta \frac{\pi}{180} = MgR$$

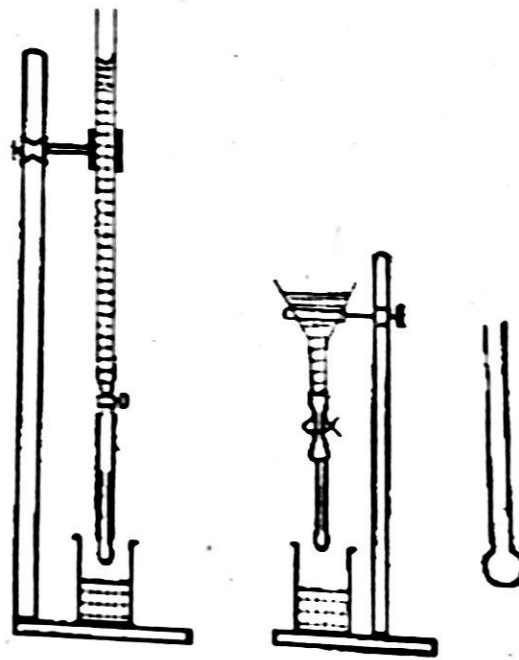
$$\therefore G = \frac{360MgRl}{\pi^2 a^4 \theta}$$

NM<sup>2</sup>

துளி எடை முறையில் தீரவத்தின் பரப்பு இழுவிசை  
காணல் (Drop Weight method of determining the surface  
tension of a liquid)

ஆய்வு

படத்தில் காட்டியுள்ளவாறு ஒரு சிறிய கண்ணாடி குழாய், ஒரு பியூரெட்டின் கீழ் முனையில் இணைக்கப்பட்டு ஒரு தாங்கியில் செங்குத்தாக நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. பரப்பு இழுவிசை காணப்பட வேண்டிய தீரவம் புனலில் ஊற்றப்படுகிறது. புனலின் கீழ்முனையில் சொட்டக்கூடிய தீரவத்தினை சேகரிக்க ஒரு குடுவை வைக்கப்பட்டுள்ளது. தீரவத்துளி சொட்டும் வேகத்திற்கு தக்கவாறு ஒரு நிறுத்து கடிகாரம் சரி செய்யப்படுகிறது.



முதலில் காலி குடுவை எடை அளவிடப் படுகிறது. பின் தீரவத்துளி சிறிது சேர்ந்த பின் குடுவை எடை அளவிடப்படுகிறது. காலி குடுவையின் எடைக்கும், 50 துளிகள் சேகரித்த குடுவையின் எடைக்கும் வித்தியாசம் காணப்படுகிறது. இதன் மூலம் ஒவ்வொரு துளியிலும் நிறையும் கணக்கிடப்படுகிறது.

குழாயின் உட்புற ஆரமானது வெர்னியர் மூலம் அளவிடப்படுகிறது. அறை வெப்பநிலையில் திரவத்தின் பரப்பு விசை கீழ்க்கண்ட சமன்பாடு மூலம் காணப்படுகிறது.

$$\sigma = mg/38r$$

### கொள்கை

கண்ணாடிக் குழாயின் வட்ட வடிவ துளையிலிருந்து வெளி வருவதற்கு முன்பாக செங்குத்து விசையின் காரணமாக திரவமானது சிறு சிறு துளிகளாக மாற்றப்படுகின்றன. குழாயின் துவாரம் வழியாக வெளிவரும் தருணத்தில் திரவமானது உருளை வடிவில் தோன்று  $\sigma$  என்பது பரப்பு இழுவிசை,  $r$  என்பது துவாரத்தின் ஆரம் எனில் வெளிப்புற அழுத்தத்தை விட துளியின் உட்புறத்திலுள்ள அதிகப்படியான அழுத்தம் =  $\sigma/r$

$$\text{குறுக்கு வெட்டு பரப்பு} = \pi r$$

ஆகவே அதிகப்படியான அழுத்தத்தின் காரணமாக உருவாகும் கீழ்நோக்கு விசை =  $\pi r^2 = \sigma/r$

துளியின் எடையும் செங்குத்தாக கீழ்நோக்கி செயல்படுகிறது.

எனவே கீழ்நோக்கி செயல்படும் மொத்த விசை =  $\pi r^2 \sigma/r + mg$

இந்த கீழ்நோக்கு விசையை பரப்பு இழுவிசையானது மேல்நோக்கி தள்ளி சமன் செய்கிறது.

$$2\pi r \sigma = \pi r^2 \sigma/r + mg$$

$$2\pi r \sigma = \pi r \sigma + mg$$



$$\sigma = mg/\pi r$$

லார்ட் ராலே கண்டறிந்த மதிப்பு  $\sigma = mg/3.8r$

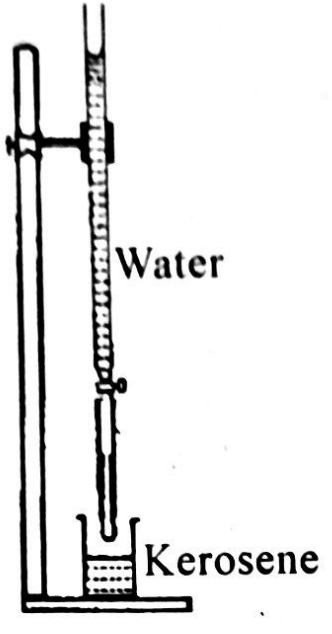
## **உள்முக விசை (Interfacial tension)**

ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காத இரு திரவங்களை பிரிக்கும் தளத்தில், பரப்பு இழுவிசை போன்றே செயல்படும் இழுவிசையே உள்முக விசையாகும்.

## **வரையறை**

ஒன்றுடன் ஒன்று கலக்காத இரு திரவங்கள் ஒன்றன் மீது ஒன்று கலந்திருக்கும் அமைதி நிலையில், அவற்றிற்கு இடைப்பட்ட உள்முகப் பரப்பில் ஒரு இழுவிசையுடன் கூடிய ஆற்றல் உருவாகும். உள்முக விசையின் எண் மதிப்பானது, உள்முகத்திலிருந்து வரையப்படும் செங்குத்து கோட்டில் ஓரலகு மீட்டரில் செயல்படும் விசையாகும்.

நீர் மற்றும் மண்ணெண்ணெய் ஆகியவற்றிற்கு இடைப்பட்ட  
 உள்முக விசை காணும் ஆய்வு :



ஒரு குடுவையில் தேவையான அளவு மண்ணெண்ணெய் எடுத்து கொள்ளப்படுகிறது. அதன் எடை  $w_1$  கணக்கிடப்படுகிறது. ஒரு பியூரெட்டில் நீர் படத்தில் காட்டியவாறு எடுத்து கொள்ளப்படுகிறது. பியூரெட்டின் கீழ்முனையில் ஒரு ரப்பர் குழாய் இமைக்கப்பட்டு நீரானது மண்ணெண்ணெய் மீது சொட்டு, சொட்டாக விழும் படிசெய்யப்படுகிறது. 50 சொட்டுகள் சேகரித்த பின் குடுவையின் எடை  $w_2$  கணக்கிடப்படுகிறது. 50 சொட்டுகளின் நிறை  $w_2 - w_1$  ஆகும். இதன் சராசரியிலிருந்து ஒவ்வொரு சொட்டின் நிறை கணக்கிடப்படுகிறது.

நீர் மற்றும் மண்ணெண்ணெய் இடையே உள்ள  
 உள்முக விசை

$$\sigma = \frac{mg}{3.8r} \left[ 1 - \frac{\rho_2}{\rho_1} \right]$$

## கொள்கை

நீர் மற்றும் மண்ணெண்ணெய் ஆகியவற்றின் அடர்த்திகள் முறையே  $\rho_1$ ,  $\rho_2$  என்க.  $m$  என்பது காற்றில் நீரின் நிறை, நீர்துளியின் பருமன்  $= m/\rho_1$ .

நீரினால் வெளியேற்றப்பட்ட மண்ணெண்ணெயின் பருமன்  
 $= mg/\rho_1$

நீரினால் வெளியேற்றப்பட்ட மண்ணெண்ணெயின் நிறை  
 $= m\rho_2/\rho_1$

மண்ணெண்ணெயில் நீரின் தோராய எடை  
 $= mg - m\rho_2g/\rho_1$

$\sigma$  என்பது இரு திரவங்களின் உள்முகப் பரப்பின் பரப்பு இழுவிசை எனில்

$$2\pi r = \pi r^2\sigma/r + mg - m\rho_2g/\rho_1$$

$$\sigma = mg/\pi r (1 - \rho_2/\rho_1)$$

மிகச்சரியான மதிப்புகளில்

$$\sigma = mg/3.8r (1 - \rho_2/\rho_1)$$