படலம் 9

திண்மங்களின் எந்திரவியப்பண்புகள்

9.1 அறிமுகம்

7ஆம் படலத்தில் பொருள்களின் சுழற்சியை படித்தபோது ஒரு பொருளின் அசைவு பொருளில் நிறை எவ்வாறு பரவியிருக்கிறது என்பதை சார்ந்திருப்பதை உணர்ந்தோம். அங்கு எளிமையான நெளியாப்பொருள்களையே கருதினோம். நெளியாப்பொருள் பொதுவாக திட்டவட்டமான வடிவமும் அளவும் உள்ள ஒரு கடினமான பொருள். ஆனால் உண்மையில் பொருள்களை இழுத்து நீட்டலாம்; குறுக்கலாம்; வளைக்கலாம். மிகவும் கடினமான இரும்புப் பாரையையும் போதுமான அளவில் புற விசையை செலுத்துவதன்மூலம் வளைக்கலாம். அதாவது, திண்மப்பொருள்கள் கச்சிதமான நெளியாப்பொருள்கள் அல்ல.

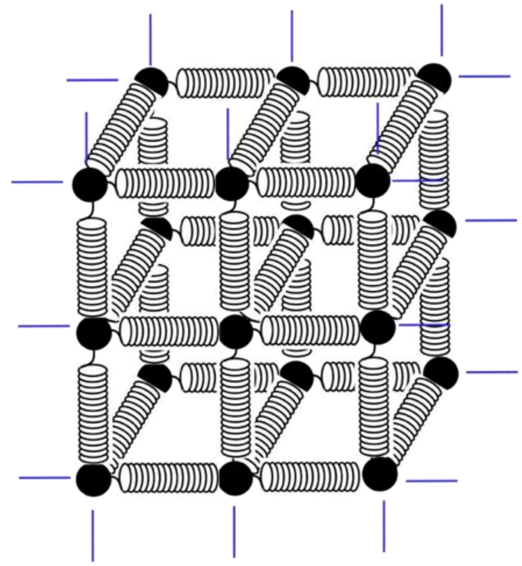
திண்மத்துக்கு திட்டவட்டமான அளவும் வடிவமும் உள்ளன. ஒரு பொருளின் வடிவத்தையோ அளவையோ மாற்ற (திரிபுக் குள்ளாக்க) ஒரு விசை தேவைப்படுகிறது. ஒரு விற்சுருளை அதன் நுனிகளில் பிடித்து இழுத்து நீட்டினால், வில்லின் நீளம் சற்று அதிகரிக்கிறது. வில்லின் நுனிகளை விடுவிக்கும்போது அது தன் முந்தைய அளவையும் வடிவையும் மீட்பெறுகிறது. செலுத்திய விசை நீங்கும்போது பொருள் தன் அளவையும் வடிவத்தையும் மீட்பெறுவதான இந்தப்பண்பை **மீண்மை** என்கிறோம். இத்தகைய திரிபு **மீண்மத்திரிபு**. ஆனால், கழி, சுதைக்குழை, சேறு போன்ற பொருள்களில் விசையை செலுத்தும்போது இந்த பொருள்கள் தம் முந்தைய வடிவத்தைப்பெறும் போக்கை காண்பதில்லை. இவற்றின் திரிபு நிரந்தரமானது. இவ்வாறான பொருள்களை **நெகிழ்ம**ப்பொருள் கள் என்றோ **நெகிழி**கள் என்றோ அழைக்கி றோம்; இந்த பண்பை **நெகிழ்மை** என்கிறோம். சுதைக்குழையும் சேறும் நல்லியல்புக்கு அருகான நெகிழிகள்.

பொருள்களின் மீண்ம நடத்தை பொறியிய வடிவமைப்பில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது. சான்றாக, ஒரு கட்டடத்தை வடிவமைக்கும்போது எஃகு, கற்காரை போன்ற பொருண்மங்களின் மீண்மப்பண்புகளைப்பற்றிய அறிவு மிகவும் அவசியமானது. பாலங்கள், தானுந்துகள், கயிற்றுவழிகள், இன்னபிறவற்றை வடிவமைப்ப திலும் இது உண்மை. வேறு பல கேள்விகளையும் நாம் கேட்கலாம். மிகவும் குறைந்த நிறையும்

போதுமான வலிமையுமுள்ள ஒரு பொருண்மத்தால் வானூர்திகளை வடிவமைக்கலாமா? குறைந்த நிறையும் மிகுந்த வலிமையுமான செயற்கைக்கைகால்களை தயாரிக்கலாமா? தண்டவாளக்கம்பியின் குறுக்கு வெட்டு ஏன் I போன்ற வடிவில் இருக்கிறது? கண்ணாடி நொறுங்கக்கூடியதும் பித்தளை நொறுங்காததாகவும் இருப்பது ஏன்? இவைபோன்ற கேள்விகளுக்கு விடைகாண முதலில் ஒப்பளவில் எளிமையான சுமைகளும் விசைகளும் திண்மப் பொருள்களை எவ்வாறு திரிபடையச்செய் கின்றன என்று ஆராய்வோம். இந்த படலத்தில் திண்மங்களின் மீண்ம நடத்தைகளையும் எந்திரவியப்பண்பு களையும் படிப்போம். இது பல கேள்விகளுக்கு விடையளிக்க உதவும்

9.2 திண்மங்களின் மீண்ம நடத்தை

ஒரு திண்மத்தில் ஒரு அணுவையோ மூலக்கூறையோ அண்மைய அணுக்களோ மூலக்கூறுகளோ சூழ்ந்திருப்பதை நாம் அறிவோம். இவை அணுவிடைவிசைகளாலோ மூலக்கூறிடை விசைகளாலோ பிணைப்புண்டு நிலைப்பான சமநிலையான இடநிலைகளில் உள்ளன. திண்மம் உருத்திரிபுக்கு உள்ளாகும் போது அணுக்களும் மூலக்கூறுகளும் தம் சமநிலையிலிருந்து இடம்பெயர்ந்து அணு விடைத்தொலைவுகளிலோ மூலக்கூறிடைத் தொலைவுகளிலோ மாற்றத்தை உண்டாக்கு கின்றன. திரிபுக்குள்ளாக்கும் விசை நீங்கும் போது அணுவிடைவிசைகள் அவற்றை முந்தைய இடநிலைகளைநோக்கி உந்துகின்றன. இதனால் பொருள் தன் முந்தைய வடிவத்தையும் அளவையும் மீட்பெறுகிறது. இந்த மீளமைவின் இயங்குமுறையை மனங்காண படம் 9.1இல் காட்டிய வில்லும் பந்துமான ஒப்புரு (விற்பந்தொப்புரு) பயன்படுகிறது. இங்கு பந்துகள் அணுக்களையும் விற்கள் அணுவிடைவிசைகளையும் குறிக்கின்றன.



படம் 9.1 திண்மங்களின் மீண்ம நடத்தையை எடுத்துக்காட்டுவதற்கான விற்பந்தொப்புரு (வில்லும் பந்துமான ஒப்புரு)

ஒரு பந்தை அதன் சமநிலையிலிருந்து இடம்பெயர்க்க முயன்றால் வில்லமைப்பு அதை அதன் இடத்துக்கு இழுக்கப்பார்க்கிறது. இவ்வாறு திண்மங்களின் மீண்மப்பண்பை திண்மங்களின் நுண்ணளவ இயல்புகளால் புரிந்துகொள்ளலாம். இராபட்டு ஊக்கு (1635-1703) என்ற ஆங்கிலேய இயற்பியலர் விற்களில் பரிசோதனைகளைச்செய்து பொருளில் ஏற்படும் நீட்சி (நீளத்தில் மாற்றம்) செலுத்தப்படும் விசைக்கு (சுமைக்கு) நேர்விழுக்காட்டில் இருப்பதாக கண்டார். 1676இல் அவர் தன் மீண்மவிதியை வழங்கினார். இதை இப்போது ஊக்கின் விதி என்று அழைக்கிறோம். இந்த விதியை 9.4ஆம் பகுதியில் விவரமாக படிப்போம். இதுவும், பாயிலின் விதியைப்போல், அறிவியலின் தொன்மையான அளவிய உறவுகளுள் ஒன்று. பொறியியவடிவமைப்பின் சூழமைவில் பல வகையான சுமைவகைகளின்கீழ் பொருள்களின் நடத்தையை அறிந்துகொள்வது மிகவும் முக்கியமானது.

9.3 தகைப்பும் திரிபும்

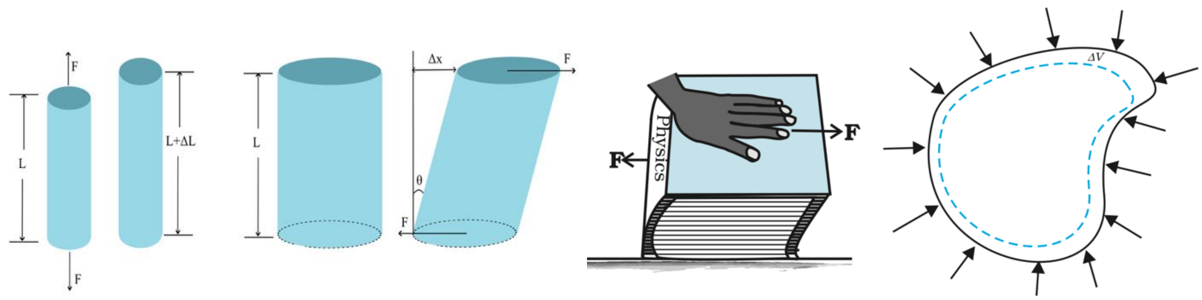
ஒரு பொருளின்மீது அது தன் நிலைமச் சமநிலையைவிட்டு விலகாதவகையில் விசைகளை செலுத்தும்போது அது சிறிதளவில் உருத்திரிபுக்குள்ளாகிறது. இந்த உருத்திரிபு பொருளின் பொருண்மத்தின் இயல்பையும் உருத்திரிக்கும் விசையின் பருமனளவையும் சார்ந்து பெரிதாகவோ சிறிதாகவோ இருக்கலாம். பல பொருள்களில் இவ்வாறான உருத்திரிபு கண்ணுக்கு தோன்றாமலிருக்கலாம்; எனினும் உருத்திரிபு இருக்கவேசெய்கிறது. ஒரு பொருள் உருத்திரிக்கும் விசைக்கு உள்ளாகும்

போது பொருளை மீளமைக்கும் ஒரு விசை பொருளில் ஏற்படுகிறது. இந்த மீளமைவிசை செலுத்திய விசையின் எதிர்த்திசையில் அதே பருமனளவுடன் செயலாற்றுகிறது. ஒரு அலகுப்பரப்பிலுள்ள மீளமைவிசையை **தகைப்பு** என்கிறோம். F என்ற புறவிசை செயலாற்றும் திசைக்கு செங்குத்தாக பொருளின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்பு A எனில்,

$$\text{தகைப்பின் பருமனளவு} = \frac{F}{A} \qquad (9.1)$$

தகைப்பின் அவவலகு $N.m^{-2}$. இதை பாசுக்கல் (Pa) என்றும் அழைக்கிறோம். அதன் பருமானவாய்ப்பாடு $[ML^{-1}T^{-2}]$.

ஒரு திண்மத்தின்மீது ஒரு புறவிசை செயலாற்றும்போது திண்மத்தின் அளவுகள் மூன்றுவழிகளில் மாறலாம். இவற்றை படம் 9.2 காட்டுகிறது. படம் 9.2(அ)வில் ஒரு உருளையை இரண்டு சமமான விசைகள் இழுத்து நீட்டுகின்றன. இந்த விசைகள் உருளையின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்புக்கு செங்குத்தாக செயலாற்றுகின்றன. இந்த வேற்றுவத்தில் அலகுப்பரப்பில் மீளமைவிசையை **விறைப்புத் தகைப்பு** என்கிறோம். செலுத்திய விசைகள் உருளையை அமுக்கினால் அலகுப் பரப்பில் மீளமைவிசையை **அமுக்கத்தகைப்பு** என்கிறோம். விறைப்புத்தகைப்பையும் அமுக்கத் தகைப்பையும் நெடுக்கத்தகைப்பு என்றும் சொல்கிறோம்.



(அ) (ஆ) (இ) (ஈ)

படம் 9.2 (அ) விறைப்புத்தகைப்புக்கு உட்பட்ட ஒரு உருளைவடிவப்பொருள் ΔL என்ற அளவுக்கு நீள்கிறது. (ஆ) உருளையின்மீது செயலாற்றும் கத்தரித்தகைப்பு அதை θ என்ற கோணத்தால் உருத்திரிக்கிறது. (இ) கத்தரித்தகைப்புக்கு உட்பட்ட ஒரு பொருள் (ஈ) பரப்பின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் செங்கோட்டுத்திசையில் தகைப்புக்கு (நீரழுத்தத்தகைப்பு) உள்ளாகும் ஒரு பொருளில் வடிவமாற்றமின்றி பருமத்திரிபு உண்டாதல்.

இரண்டு வேற்றுவங்களிலும் உருளையின் நீளத்தில் ஒரு மாற்றம் இருக்கிறது. நீளத்தின் மாற்றத்துக்கும் (ΔL) பொருளின் (இங்கு உருளை) முந்தைய நீளத்துக்கும் (L) உள்ள விகிதத்தை **நெடுக்கத்திரிபு** என்கிறோம்.

$$\text{நெடுக்கத்திரிபு} = \frac{\Delta L}{L} \qquad (9.2)$$

இரண்டு சமமான விசைகளை ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் உருளையின் குறுக்குவெட்டுப் பரப்புக்கு இணையாக படம் 9.2(ஆ)வில் காட்டியபடி செலுத்தினால், உருளையின் எதிரெதிரான முகங்களுக்கிடையில் ஒரு ஒப்பளவ இடப்பெயர்ச்சி தோன்றுகிறது. இவ்வாறு செலுத்திய தொடுகோட்டு விசையால் அலகுப்பரப்பில் எழும் மீளமைவிசையை **தொடுகோட்டுத்தகைப்பு** என்றும் **கத்தரித் தகைப்பு** என்றும் அழைக்கிறோம்.

செலுத்திய தொடுகோட்டுவிசையின் விளைவாக, படம் 9.2(ஆ)வில் காட்டியபடி, உருளையின் எதிர்ப்பக்கங்களில் ஒரு ஒப்பளவ இடப்பெயர்ச்சி (Δx) இருக்கிறது. இவ்வாறு உண்டாகும் திரிபை **கத்தரித்திரிபு** என்கிறோம். இதை முகங்களின் ஒப்பளவ இடப்பெயர்ச்சிக்கும் (Δx) உருளையின் நீளத்துக்கும் (L) உள்ள விகிதம் என்று வரையறுக்கிறோம்.

$$\text{கத்தரித்திரிபு} = \frac{\Delta x}{L} = \text{தொவி}\, \theta \qquad (9.3)$$

இங்கு, θ நெடுநிற்பத்திலிருந்து (உருளையின் முந்தைய இடநிலை) உருளையின் இடப்பெயர்ச்சிக்கோணம். வழக்கமாக இந்த கோணம் சிறிதாயிருப்பதால் தொவி θ கிட்டத்தட்ட θ வுக்கு சமம். (சான்றாக, $\theta = 10°$ எனில், θவுக்கும் தொவி θ க்கும் 1% வேறுபாடே உள்ளது.)

ஒரு புத்தகத்தை படம் 9.2(இ)யில் கண்டபடி கையால் அழுத்தி கிடைமட்டமாக தள்ளும் போதும் இந்த தகைப்பையும் திரிபையும் மனங்காணலாம்.

$$\text{கத்தரித்திரிபு} = \text{தொவி}\, \theta \approx \theta \qquad (9.4)$$

ஒரு திண்மக்கோளத்தை ஒரு உயரழுத்த பாய்மத்தில் வைக்கும்போது கோளம் எல்லாப் பக்கங்களிலும் சீராக அமுங்குவதை படம் 9.2(ஈ) காட்டுகிறது. பாய்மம் செலுத்தும் விசை

பரப்பின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் செங்குத்துத் திசையில் செயலாற்றுகிறது. பொருள் நீரழுத்தமுக்கத்தில் இருப்பதாக சொல்கிறோம். இதன் விளைவாக பொருளின் வடிவம் மாறாமல் அதன் பருமன் குறைகிறது.

பாய்மம் செலுத்தும் விசைகளுக்கு எதிர்த்திசைகளில் சமமான மீளமைவிசைகள் பொருளின் உள்ளிருந்து உண்டாகின்றன. இதனால் பாய்மத்திலிருந்து வெளியெடுக்கும் போது பொருள் தன் முந்தைய அளவை அடைகிறது. இந்த வேற்றத்தில் அலகுப்பரப்பில் உள்ளிருக்கும் மீளமைவிசையை **நீரழுத்தத் தகைப்பு** என்கிறோம். இது பருமனளவில் பாய்மம் அலகுப்பரப்பில் செலுத்தும் நீரழுத்தத்துக்கு சமம்.

நீரழுத்தம் பருமனில் திரிபை உண்டாக்குவதால் இந்த திரிபை **பருமன்றிரிபு** என்கிறோம். இதை பருமமாற்றத்துக்கும் முந்தைய பருமனுக்குமுள்ள விகிதமாக வரையறுக்கிறோம்.

$$\text{பருமன்றிரிபு} = \frac{\Delta V}{V} \qquad (9.5)$$

எல்லா வகையான திரிபுகளும் அளவு மாற்றத்துக்கும் அளவுக்குமுள்ள விகிதங்கள் என்பதால் அவற்றுக்கு அலகுகளோ அலகுவாய்ப் பாடுகளோ இல்லை. அவை அலகிலா எண்கள்.

இராபட்டு ஊக்கு (1635-1703)

இராபட்டு ஊக்கு வைட்டுத்தீவிலுள்ள பிரசு வாட்டரில் சூலை 18, 1635ஆம் நாளன்று பிறந் தார். இவர் பதினேழாம் நூற்றாண்டின் மிகச்சிறந்த ஆங்கிலேய அறிவியலருள் ஒருவர். இவர் ஆசுபோடு பல்க லைக்கழகத்தில் பயின்றார்; ஆனால் பட்டம் பெறவில்லை. எனினும் இவர் திறமைவாய்ந்த கண்டாக்கராகவும் கருவியாக்கராகவும் கட்டட வடிவமைப்பாளராகவும் திகழ்ந்தார். இராபட்டு பாயில் தன் வளியெக்கியை கட்டுமானித்ததில் இவர் உதவினார். 1662இல் புதிதாக உருவாகியிருந்த பிரித்தானியக் கழகத்தில் பரிசோதனைகளின் நலமாக்கராக அமர்த்தப்பட்டார். 1665இல் கிரிசாம் கல்லூரி யில் வடிவியற்பேராசிரியராக பணியேற்றார். இங்கு அவர் தன் வானியற்கண்டறிதல்களை மேற்கொண்டார். ஒரு கிரிகோரிய எதிரொ ளிப்புத்தொலைநோக்கியை உருவாக்கினார்; சரிவுநாற்கோணத்தின் ஐந்தாம் உடுவையும் ஆரியானுடுக்குழுவில் ஒரு உடுவனையத்தை யும் கண்டுபிடித்தார்; வியாழன் தன் அச்சில் சுழல்வதாக மொழிவுரைத்தார். பின்பு 19ஆம் நூற்றாண்டில் செவ்வாயின் சுழற்சி வீதத்தை தீர்மானிக்க உதவிய விவரமான படங்களை வரைந்தார்; கோள்களின் அசைவுகளை விவரிக்க பின்பு நியூட்டன் மாற்றியமைத்த புரட்டுவர்க்கவிதியை உரைத்தார்; இன்ன பிற. இவர் பிரித்தானியக்கழகத்தின் தோழராக தேர்வுபெற்று 1667இலிருந்து 1682வரை அதன் செயலராக இருந்தார். நுண்விவரம் என்ற தன் நூலில் வழங்கும் கண்டறிதல்களின் ஒரு தொடரில் ஒளியின் அலைக்கோட் பாட்டை மொழிவுரைத்தார்; தக்கையைப் பற்றிய தன் ஆய்வுகளின் விளைவாக உயிரணு என்ற கருத்துருவை உயிரியற்சூழமைவில் பயன்படுத்தினார்.

இயற்பியலர் இராபட்டு ஊக்கு புகழ்பெற்றது 'திரிபு எவ்வாறோ விசை அவ்வாறே' (இலத்தீனில் Ut tensio, sic vis) என்ற மீண்மவிதியை கண்டுபிடித்ததற்காக. இந்த விதி தகைப்பையும் திரிபையும் பற்றிய ஆய்வறிதலுக்கும் மீண்மப்பொருள்களை புரிந்துகொள்வதற்கும் அடிப்படையாக விளங்குகிறது.

9.4 ஊக்கின் விதி

படம் 9.2 விவரிக்கும் சூழ்நிலைகளில் தகைப்பும் திரிபும் வெவ்வேறு விதமாயிருக் கின்றன. சிறிய விலகல்களுக்கு தகைப்பும் திரிபும் ஒன்றுக்கொன்று நேர்விழுக்காட்டில் உள்ளன. இதுவே ஊக்கின் விதி. அதாவது, தகைப்பு ∝ திரிபு.

$$\text{தகைப்பு} = k \times \text{திரிபு} \qquad (9.6)$$

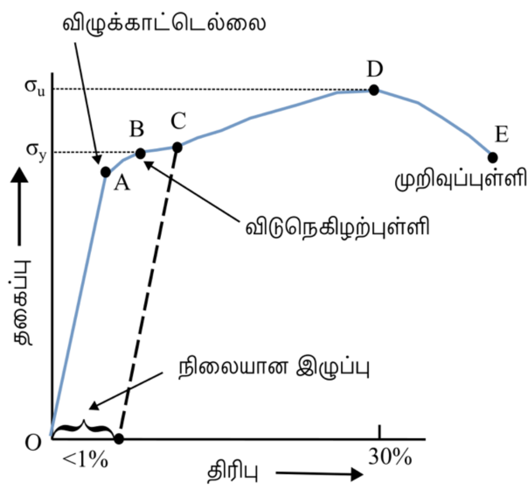
இங்கு, k ஒரு விழுக்காட்டுமாறிலி. இதை மீண்மையின் குணகம் என்கிறோம்.

ஊக்கின் விதி ஒரு பரிசோதனைவிதி. இது பெரும்பான்மையான பொருண்மங்களுக்கு சரியாயிருப்பதை காண்கிறோம். ஆனால் இந்த நேரியவுறவுக்கு உடன்படாத சில பொருண்மங்களும் உள்ளன.

9.5 தகைப்புத்திரிபின் வளைவரை

ஒரு குறிப்பிட்ட பொருண்மம் விறைப்புத் தகைப்புக்குள்ளாகும்போது தகைப்புக்கும் திரிபுக்குமுள்ள உறவை பரிசோதனைவழி காணலாம். விறைப்புத்தகைப்புக்கான வழக்க மான பரிசோதனையில் ஒரு சோதனையுருளை யின்மீதோ சோதனைக்கம்பியின்மீதோ ஒரு விசையைச்செலுத்தி அதை நீளச்செய்கிறோம். நீளம் அதிகரிக்கும் விகிதத்தையும் (திரிபு) அதை உண்டாக்க தேவைப்பட்ட விசையையும் குறித்துக்கொள்கிறோம். செலுத்தும் விசையை படிப்படியாக அதிகரித்து நீளத்தின் மாற்றங்களை குறிக்கிறோம். தகைப்பையும் (அலகுப்பரப்பில் செலுத்திய விசை) திரிபையும் வரைபடமாக வரைகிறோம். ஒரு மாழைக்கு வழக்கமாக கிடைக்கும் வரைபடத்தை படம் 9.3 காட்டுகிறது. அமுக்கத்துக்கும் கத்தரித்திரிபுக் கும் இதைப்போன்ற வரைபடங்களை பெறலாம்.

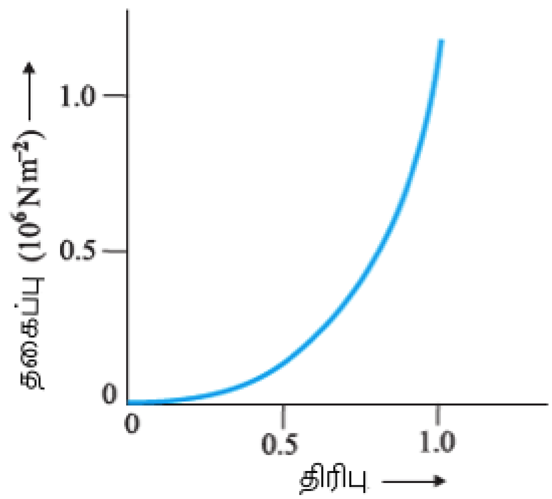
இந்த தகைப்புத்திரிபு வரைபடங்கள் வெவ்வேறு பொருண்மங்களுக்கு வேறுபடுகின்றன. இந்த வரைபடங்கள் சுமை அதிகரிக்கும்போது ஒரு குறிப்பிட்ட பொருண்மம் எவ்வாறு திரிபடைகிறது என்பதை புரிந்துகொள்ள உதவுகின்றன. வளைவரை Oவிலிருந்து Aவரை நேர்மமாயிருப்பதை வரைபடத்திலிருந்து காண்கிறோம். இந்த வட்டாரத்தில் பொருண்மம் ஊக்கின் விதிக்கு உட்படுகிறது. செலுத்திய விசையை நீக்கும்போது பொருள் முந்தைய அளவுகளை மீட்பெறுகிறது. இந்த வட்டாரத்தில் திண்மம் ஒரு மீண்மப்பொருளாக செயலாற்றுகிறது.



படம் 9.3 ஒரு மாழையின் தகைப்புத்திரிபுவரைபடம்

Aமுதல் Bவரையான வட்டாரத்தில் தகைப்பும் திரிபும் நேர்விழுக்காட்டில் இல்லை. எனினும், விசை நீங்கும்போது பொருள் தன் முந்தைய அளவுகளுக்கு மீள்வருகிறது. வளைவரையில் B என்ற புள்ளியை **விடுநெகிழற்புள்ளி** என்கிறோம். இது **மீண்மவெல்லை** (மீண்மத்தின் எல்லை) என்றும் அழைக்கப்படுகிறது. இதற்கு நிகரான தகைப்பை பொருண்மத்தின் **விடுநெகிழல்வலிமை** (σ_y) என்கிறோம்.

சுமையை மேலும் அதிகரிக்கும்போது, அதனால் உண்டாகும் தகைப்பு விடுநெகிழ் வலிமையை மிஞ்சுகிறது; தகைப்பு சிறிதளவு அதிகரிப்பதும் பெருமளவான திரிபை விளைவிக்கிறது. வளைவரையின் Bக்கும் Dக்கும் இடையிலான பகுதி இதை காட்டுகிறது. இந்தப்பகுதியில், சான்றாக C என்ற புள்ளியில், சுமையை நீக்கியபின்னும் பொருள் தன் முந்தைய அளவுகளை மீட்பெறுவதில்லை. இந்த வேற்றுவத்தில், தகைப்பு சுழியமானபின்பும் திரிபு சுழியமாகவில்லை. பொருண்மம் **நிலையான இழுப்பை** அடைந்துவிட்டதாக சொல்கிறோம். இந்த திரிபை **நெகிழ்மவுருத் திரிபு** என்கிறோம். வளைவரையில் D என்ற புள்ளியை பொருண்மத்தின் **இறுதிவிறைப்பு வலிமை** (σ_u) என்கிறோம். இந்தப்புள்ளிக்கு அப்பால், குறைந்த விசையை செலுத்துவதாலே அதிகமான திரிபை ஏற்படுத்தலாம்; E என்ற புள்ளியில் முறிவு ஏற்படுகிறது. இறுதி வலிமைப்புள்ளியான Dயும் முறிவுப்புள்ளியான Eயும் அருகிலிருந்தால் பொருண்மம் **நொறுங்கக்கூடியது** என்கிறோம். அவை தொலைவிலிருந்தால் பொருண்மம் **தகடாகக்கூடியது**.



படம் 9.4 பெருந்தமனியிலுள்ள மீண்மத்திசுவின் தகைப்புத்திரிபுவளைவரை

தகைப்புக்கும் திரிபுக்குமுள்ள உறவு பொருண்மத்துக்குப்பொருண்மம் மாறுபடுகிறது என்று எற்கனவே சொல்லியிருக்கிறோம். சான்றாக, தொய்வையை அதன் நீளத்தின் பலமடங்குகளுக்கு இழுத்தாலும் அது தன் முந்தைய வடிவத்துக்கு மீள்கிறது. இதயத்தின் பெருந்தமனியிலுள்ள மீண்மத்திசுவின் தகைப்புத்திரிபுவளைவரையை படம் 9.4 காட்டுகிறது. மீண்மவட்டாரம் மிகப்பெரிதாயிருப்பினும், பெரும்பான்மையான வட்டாரத்தில் பொருண்மம் ஊக்கின்விதியை பின்பற்றாததை நோக்குக. மேலும், ஒரு தெளிவான நெகிழ்ம வட்டாரம் இல்லை. பெரும் திரிபுகள் ஏற்படும் வகையில் நீட்டத்தகுந்த பெருந்தமனித்திசு, தொய்வை போன்ற பொருள்களை **மீண்மி**கள் என்கிறோம்.

9.6 மீண்மக்குணகங்கள்

தகைப்புத்திரிபுவளைவரையின் மீண்ம எல்லைக்குள் நேர்விழுக்காடான வட்டாரம் படம் 9.3இல் OA) கட்டமைப்புப்பொறியியவடிவமைப்பிலும் உற்பத்திப்பொறியியவடிவமைப்பிலும் அதிமுக்கியமானது. தகைப்புக்கும் திரிபுக்குமுள்ள விகிதத்தை **மீண்மக்குணகம்** என்கிறோம். இது ஒவ்வொரு பொருண்மத்துக்கும் சிறப்பியல்பானது.

9.6.1 யாங்கின் குணகம்

ஒரு குறிப்பிட்ட பொருண்மத்துக்கு தகைப்பு விறைப்பாயினும் அமுக்கமாயினும் திரிபின் அளவு ஒன்றே என்று பரிசோதனைகள் காட்டுகின்றன. விறைப்புத்தகைப்புக்கும் (அமுக்கத் தகைப்புக்கும்) நெடுக்கத்திரிபுக்குமான விகிதத்தை யாங்கின் குணகம் என்கிறோம். இதை Y என்று குறிக்கிறோம்.

$$Y = \frac{\sigma}{\epsilon} \qquad (9.7)$$

இங்கு σ தகைப்பு, ϵ திரிபு. (9.1), (9.2) ஆகிய சமன்பாடுகளிலிருந்து

$$Y = \frac{\left(\frac{F}{A}\right)}{\left(\frac{\Delta L}{L}\right)} = \frac{F \times L}{A \times \Delta L} \qquad (9.8)$$

என்று காண்கிறோம்.

திரிபு அலகில்லாத அளவானதால், யாங்குக் குணகத்தின் அலகு தகைப்பின் அலகே; அதாவது, $N\,m^{-2}$ (Pa). சில பொருண்மங்களின் யாங்குக் குணகங்களையும் விடுநெகிழல்வலிமைகளையும் அட்டவணை 9.1 தருகிறது.

அட்டவணை 9.1 சில பொருண்மங்களின் யாங்குக்குணகமும் இறுதிவலிமையும்; # பொருளை அமுக்கி சோதனைக்குள்ளாக்கினோம்.

பொருள்	அடர்வு, $\rho\ (kg\ m^{-3})$	யாங்கின் குணகம், $Y(10^9\ N\ m^{-2})$	இறுதி வலிமை, $\sigma_u\ (10^6\ N\ m^{-2})$	விடுநெகிழல்வலிமை, $\sigma_y\ (10^6\ N\ m^{-2})$
அலுமினியம்	2710	70	110	95
செம்பு	8890	110	400	200
தேனிரும்பு	7800 − 7900	190	330	170
எஃகு	7860	200	400	250
கண்ணாடி#	2190	65	50	−
கற்காரை	2320	30	40	−
மரக்கட்டை#	525	13	50	−
எலும்பு	1900	9.4	170	−
பன்மப்பினித்தின்	1050	3	48	−

அட்டவணை 9.1 தரும் தரவுகளிலிருந்து மாழைகளின் யாங்குக்குணகம் அதிகமாயிருப்பதை காண்கிறோம். எனவே, இந்த பொருள்களின் நீளத்தில் சிறு மாற்றத்தை உண்டாக்க பெரும் விசைகள் தேவையாகின்றன. $0.1\ cm^2$ குறுக்குப் பரப்புள்ள ஒரு மெல்லிய எஃகுக்கம்பியை 0.1% நீட்ட $2000\ N$ அளவுள்ள விசை தேவை. இதே திரிபை அலுமினியம், பித்தளை, செம்பு ஆகியவற்றாலான அதே தடிமனுள்ள கம்பிகளில் ஏற்படுத்த முறையே $690\ N, 900\ N, 1100\ N$ ஆகிய விசைகள் தேவை. அதாவது, செம்பு, பித்தளை, அலுமினியம் ஆகியவற்றைவிட எஃகு அதிக மீண்மமானது. பெருங்கன எந்திரங்களிலும் கட்டமைப்புவடிவமைப்புகளிலும் எஃகை விரும்புவதன் காரணம் இதுவே. மரம், எலும்பு, கற்காரை, கண்ணாடி ஆகியவற்றின் யாங்குக்குணகம் சிறியவை.

சிக்கல் 9.1

கட்டமைப்புக்கான ஒரு எஃகுக்கோலின் ஆரம் $10\ mm$, நீளம் $1.0\ m$. இதை நீளவாட்டில் செயலாற்றும் ஒரு $100\ kN$ விசை நீட்டுகிறது கோலிலுள்ள (அ) தகைப்பு, (ஆ) நீட்சி, (இ) திரிபு ஆகியவற்றை கணக்கிடுக. கட்டுமான எஃகின் யாங்குக்குணகம் $2.0 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$.

தீர்வு

கோலை ஒருநுனியில் நிலையாக பொருத்தியிருப்பதாகவும் விசை மறுநுனியில் கோலின் நீளத்துக்கு இணையாக செயலாற்றுவதாகவும் கொள்வோம். அப்படியெனில் கோலின் தகைப்பு

$$= \frac{F}{A} = \frac{F}{\pi r^2} = \frac{100 \times 10^3\ N}{3.14 \times (10^{-2}\ m)^2}$$
$$= 3.18 \times 10^8\ N\ m^{-2}$$

நீட்சி

$$\Delta L = \frac{\left(\frac{F}{A}\right) L}{Y} = \frac{(3.18 \times 10^8\ N\ m^{-2})(1\ m)}{2 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}}$$
$$= 1.59 \times 10^{-3}\ m = 1.59\ mm$$

திரிபு

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{1.59 \times 10^{-3}\ m}{1\ m} = 1.59 \times 10^{-3} = 0.16\ \%$$

சிக்கல் 9.2

$2.2\ m$ நீளமுள்ள ஒரு செம்புக்கம்பியையும் $1.6\ m$ நீளமுள்ள எஃகுக்கம்பியையும் நுனிக்குநுனி இணைக்கிறோம். இரண்டும் $3.0\ mm$ விட்டமுள்ளவை. ஒரு சுமையால் நீட்டும்போது நிகர நீட்சி $0.7\ mm$ என்று காண்கிறோம். செலுத்திய சுமையை காண்க.

தீர்வு

செம்புக்கம்பியின்மீதும் எஃகுக்கம்பியின் மீதும் W என்ற சுமைக்கு சமமான ஒரே விறைப்பு இருக்கிறது. அவற்றின் குறுக்குப்பரப்பை A என்க. (9.7) ஆம் சமன்பாட்டின்படி

திரிபு = தகைப்பு × யாங்கின் குணகம்

எனவே,

$$\frac{W}{A} = Y_{செ} \times \left(\frac{\Delta L_{செ}}{L_{செ}}\right) = Y_{எ} \times \left(\frac{\Delta L_{எ}}{L_{எ}}\right)$$

இங்கு., செ செம்புக்கம்பியையும் எ எஃகுக் கம்பியையும் குறிக்கின்றன. இதிலிருந்து

$$\frac{\Delta L_{செ}}{\Delta L_{எ}} = \frac{Y_{எ}}{Y_{செ}} \times \frac{L_{செ}}{L_{எ}}$$

என்று பெறுகிறோம். $L_{செ} = 2.2\ m, L_{எ} = 1.6\ m$ என்று கொடுத்திருக்கிறது. அட்டவணை 9.1இலிருந்து $Y_{செ} = 1.1 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$, $Y_{எ} = 2.0 \times 10^{11}\ N\ m^{-2}$ என்று அறிகிறோம். எனவே,

$$\frac{\Delta L_{செ}}{\Delta L_{எ}} = \frac{2.0 \times 10^{11}}{1.1 \times 10^{11}} \times \frac{2.2}{1.6} = 2.5$$

மொத்த நீட்சி

$$\Delta L_{செ} + \Delta L_{எ} = 7.0 \times 10^{-4}\ m$$

மேற்கண்ட இரண்டு சமன்பாடுகளையும் தீர்த்து

$$\Delta L_{செ} = 5.0 \times 10^{-4}\ m,$$
$$\Delta L_{எ} = 2.0 \times 10^{-4}\ m$$

என்று காண்கிறோம். எனவே,

$$W = \frac{A \times Y_{செ} \times \Delta L_{செ}}{L_{செ}}$$
$$= \frac{\pi(1.5 \times 10^{-3}\ m)^2 \times 1.1 \times 10^{11} N \times 5.0 \times 10^{-}}{2.2\ m}$$
$$= 1.8 \times 10^2\ N$$

சிக்கல் 9.3

ஒரு சுழற்காட்சியின் மனிதப்பிரமிடில் சமனமாகும் குழுவின் மொத்த எடையை படம் 9.5இல் காட்டியபடி மல்லாந்து படுத்திருப்பவரின் கால்கள் தாங்குகின்றன. இந்தக்காட்சியை செய்துகாட்டும் மனிதர்கள், மேசைகள், பலகைகள் ஆகியவற்றின் மொத்த நிறை $280\ kg$. பிரமிடின் அடிப்பாகத்தில் படுத்திருப்பவரின் நிறை 60 கிகி. இவரது ஒவ்வொரு தொடையெலும்பும் 50 செமீ நீளமும் 2.0 செமீ விளைவுறு ஆரமும் உள்ளது. அதிகப்படியான சுமையால் தொடையெலும்பு அமுங்கும் அளவை தீர்மானிக்க.

படம் 9.5 **சுழற்காட்சியில் மனிதப்பிரமிடு**

தீர்வு

காட்சியாளர்கள், மேசைகள், பலகைகள் ஆகியவற்றின் மொத்த நிறை 280 கிகி. படுத்திருப்பவரின் நிறை 60 கிகி. எனவே படுத்திருப்பவரின் கால்கள் தாங்கும் நிறை 280-60=220 கிகி. இந்த நிறையின் எடை

$$220\ kg \times 9.8\ m\ s^{-2} = 2156\ N$$

ஒவ்வொரு தொடையெலும்பும் இதில் பாதியை, அதாவது $1078\ N$ஐ, தாங்குகிறது.

அட்டவணை 9.1இலிருந்து எலும்பின் யாங்குக்குணகம்

$$Y = 9.4 \times 10^9\ N\ m^{-2}$$

என்று காண்கிறோம். ஒரு எலும்பின் நீளம் $L = 0.5\ m$, ஆரம் $2.0\ cm$; எனவே, குறுக்குப்பரப்பு

$$A = \pi(2.0 \times 10^{-2}\ m)^2 = 1.26 \times 10^{-3}\ m^2$$

(9.8) ஆம் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி, ஒவ்வொரு தொடையின் அமுக்கத்தையும்

$$\Delta L = \frac{F \times L}{Y \times A}$$
$$= \frac{1078\ N \times 0.5\ m}{9.4 \times 10^9\ N\ m^{-2} \times 1.26 \times 10^{-3}\ m^2}$$
$$= 4.55 \times 10^{-5}\ m = 4.55 \times 10^{-3}\ cm$$

என்று காண்கிறோம். இது மிகச்சிறிய மாற்றம்! தொடையெலும்பின் பின்னக்குறுக்கம்

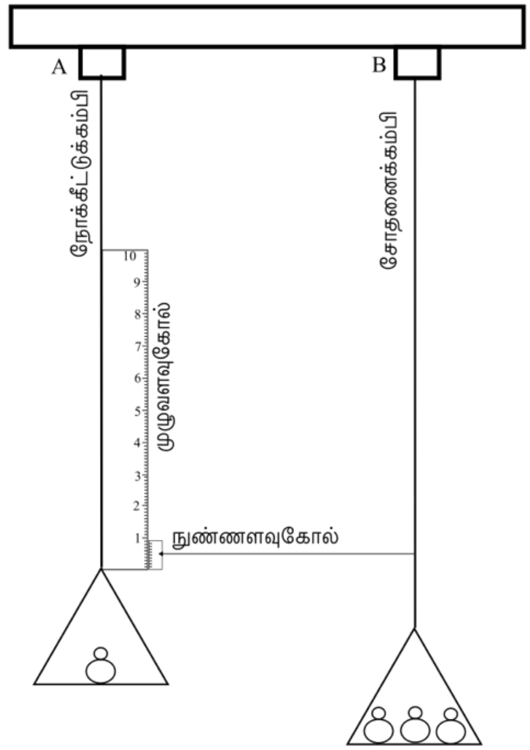
$$\frac{\Delta L}{L} = 0.000091, \text{அதாவது } 0.0091\ \%$$

9.6.2 ஒரு கம்பிப்பொருண்மத்தின் யாங்குக்குணகத்தை தீர்மானித்தல்

விறைப்பான ஒரு கம்பியிலுள்ள பொருண்மத்தின் யாங்குக்குணகத்தை தீர்மானிக்க ஒரு வழக்கமான ஏற்பாட்டை படம் 9.6 காட்டுகிறது. இதில் ஒரே நீளமும் ஒரே ஆரமுமுள்ள இரண்டு நேரான கம்பிகளை ஒரு நிலையான ஆதாரத்திலிருந்து அருகருகே பொருத்தியிருக்கிறோம். A என்று குறித்த நோக்கீட்டுக்கம்பியில் M என்ற ஒரு மில்லி மீட்டர் அளவுகோலும் எடையை வைப்பதற்காக ஒரு தட்டும் உள்ளன. B என்று குறித்த சீரான குறுக்குவெட்டுள்ள பரிசோதனைக்கம்பியிலும் எடையை வைக்க ஒரு தட்டு உள்ளது. பரிசோதனைக் கம்பியான Bயின் அடிப்பாகத்திலுள்ள ஒரு சுட்டியுடன் V என்ற ஒரு நுண்ணளவுகோலை இணைத்திருக்கிறோம்; M என்ற நிலையளவுகோல் நோக்கீட்டுக்கம்பியில் பொருந்தியிருக்கிறது. பரிசோதனைக்கம்பியின் தட்டில் வைக்கும் எடை ஒரு கீழ்நோக்கிய விசையை செலுத்தி கம்பியை விறைப்புத்தகைப்பால் நீளச்செய்கிறது. கம்பியின் நீட்சியை நுண்ணளவுகோலால் அளக்கிறோம். அறைவெப்பநிலையின் மாற்றங்களால் கம்பியில் ஏற்படும் நீட்சிகளை ஈடுசெய்ய நோக்கீட்டுக்கம்பி பயன்படுகிறது. பரிசோதனைக்கம்பியில் வெப்பநிலைமாற்றங்களை ஏற்படுத்தும் நீட்சி நோக்கீட்டுக்கம்பியிலும் நிகழ்வதால் அவை ஒன்றையொன்று ஈடுசெய்கின்றன. (இந்த வெப்பநிலைமாற்றங்களை நாம் படலம் 11இல் விரிவாக படிப்போம்.)

கம்பிகளை நேராக இருக்கச்செய்ய நோக்கீட்டுக்கம்பியிலும் பரிசோதனைக்கம்பியிலும் சிறு தொடக்க எடைகளை வைத்து, நுண்ணளவுகோல் காட்டுவதை குறித்துக் கொள்கிறோம். பிறகு, பரிசோதனைக்கம்பியில் எடைகளை வைத்து அதற்கு விறைப்புத் தகைப்பூட்டி நுண்ணளவுகோல் காட்டுவதை குறிக்கிறோம். நுண்ணளவுகோல் காட்டும் இரண்டு அளவுகளின் வேறுபாடு கம்பியில் ஏற்பட்ட நீட்சியை குறிக்கிறது. பரிசோதனைக் கம்பியின் தொடக்க ஆரமும் நீளமும் முறையே r, L என்க. அப்படியெனில், கம்பியின் குறுக்குப் பரப்பு πr^2. M என்ற எடை கம்பியில் ΔL என்ற நீட்சியை ஏற்படுத்துவதாகவும் கொள்வோம். எனவே செலுத்திய விசை Mg ; இங்கு g புவியீர்ப்புவிசையால் ஏற்படும் முடுக்கம். (9.8)ஆம் சமன்பாட்டின்படி, பரிசோதனைக் கம்பிப்பொருண்மத்தின் யாங்குக்குணகம்

$$Y = \frac{\sigma}{\epsilon} = \frac{Mg}{\pi r^2} \times \frac{L}{\Delta L} = \frac{MgL}{\pi r^2 \Delta L} \qquad (9.9)$$



படம் 9.6 ஒரு கம்பியிலுள்ள பொருண்மத்தின் யாங்குக்குணகத்தை தீர்மானிப்பதற்கான ஏற்பாடு

9.6.3 கத்தரிக்குணகம்

கத்தரித்தகைப்புக்கும் நிகரான கத்தரித் திரிபுக்குமுள்ள விகிதத்தை பொருண்மத்தின் **கத்தரிக்குணகம்** என்றழைத்து G என்று குறிக்கிறோம். இதை **நெளியாமைக்குணகம்** என்றும் அழைக்கிறோம்.

$$G = \frac{\text{கத்தரித்தகைப்பு } (\sigma_{\text{க}})}{\text{கத்தரித்திரிபு}} = \frac{\left(\frac{F}{A}\right)}{\left(\frac{\Delta x}{L}\right)} = \frac{FL}{A\Delta x} \qquad (9.10)$$

இதைப்போலவே, (9.4)ஆம் சமன்பாட்டின்படி,

$$G = \frac{\left(\frac{F}{A}\right)}{\theta} = \frac{F}{A\theta} \qquad (9.11)$$

கத்தரித்தகைப்பை

$$\sigma_{\text{க}} = G \times \theta \qquad (9.12)$$

என்று எழுதலாம். G என்ற கத்தரிக்குணகத்தின் அவவலகு $N\,m^{-2}$, அதாவது பாசுக்கல். சில பொதுவான பொருண்மங்களின் கத்தரிக்குணகங்களை அட்டவணை 9.2 காட்டுகிறது. பொதுவாக, கத்தரிக் குணகம் (நெளியாமைக் குணகம்) அட்டவணை 9.1இல் காணும் யாங்குக்குணகத்தைவிட குறைவாயிருப்பதை காண்கிறோம். பெரும்பான்மையான பொருண்மங்களுக்கு $G = Y/3$.

அட்டவணை 9.2 சில வழக்கமான பொருண்மங்களின் கத்தரிக்குணகங்கள் (G)

பொருண்மம்	$G(10^9\ N\ m^{-2}$ அதாவது $GPa)$
அலுமினியம்	25
பித்தளை	36
செம்பு	42
கண்ணாடி	23
இரும்பு	70
ஈயம்	5.6
நிக்கல்	77
எஃகு	84
தங்குசிட்டன்	150
மரக்கட்டை	10

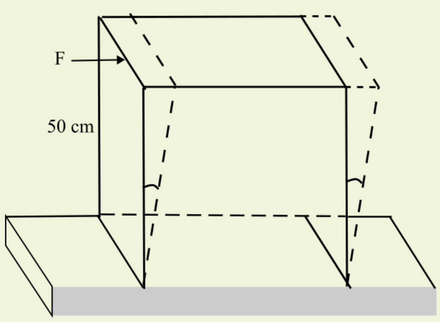
சிக்கல் 9.4

50 cm பக்கமும் 10 cm தடிமனுமுள்ள ஒரு சதுரமான ஈயத்தடிப்பாளத்தை அதன் குறுகிய முகத்தில் $9.0 \times 10^4\ N$ கத்தரிவிசைக்கு உள்ளாக்குகிறோம். அதன் கீழ்விளிம்பு தரையில் ஆணியடிக்கப்பட்டுள்ளது. மேல்விளிம்பு எந்த அளவுக்கு இடம்பெயரும்?

தீர்வு

ஈயத்தடிப்பாளம் தரையில் நிலையாயிருக்கிறது; அதன் குறுகிய முகத்துக்கு இணையாக படம் 9.7இல் காட்டியபடி விசை செயலாற்றுகிறது. விசை செயலாற்றும் முகத்தின் பரப்பளவு

$$A = 50\ cm \times 10\ cm = 0.5\ m \times 0.1\ m = 0.05\ m^2$$



படம் 9.7

எனவே, செயலாற்றும் விசை

$$= \frac{9.4 \times 10^4\ m\ s^{-2}}{0.05\ m^2} = 1.80 \times 10^6\ N\ m^{-2}$$

கத்தரித்திரிபு $= \Delta x/L =$ தகைப்பு $/G$ என்பதை நாம் அறிவோம். எனவே இடப்பெயர்ச்சி

$$\Delta x = \frac{\text{தகைப்பு} \times L}{G} = \frac{(1.8 \times 10^6\ N\ m^{-2} \times 0.5\ m)}{5.6 \times 10^9\ N\ m^{-2}} = 1.6 \times 10^{-4}\ m = 0.16\ mm$$

9.6.4 பருமக்குணகம்

ஒரு பொருள் ஒரு பாய்மத்தில் மூழ்கியிருக்கும் போது அது நீரழுத்தத்துக்கு சமமான பருமனளவில் ஒரு நீரழுத்தத் தகைப்புக்கு உள்ளாகிறது என்று 9.3ஆம் பகுதியில் கண்டிருக்கிறோம். இதனால் பொருளின் பருமன் குறைந்து பருமத்திரிபு என்ற ஒரு திரிபு உண்டாகிறது (9.5) ஆம் சமன்பாடு). நீரழுத்ததகைப்புக்கும் நீரழுத்தத்திரிபுக்குமுள்ள விகிதம் *பருமக்குணகம்.* இதை B என்று குறிக்கிறோம்.

$$B = -\frac{p}{\frac{\Delta V}{V}} \qquad (9.13)$$

எதிர்மக்குறி அழுத்தம் அதிகரிக்க பருமன் குறைவதை காட்டுகிறது. அதாவது, p நேர்மமெனில், ΔV எதிர்மம். சமநிலையிலுள்ள ஒரு அமைப்புக்கு, பருமக்குணகத்தின் மதிப்பு (B) எப்போதும் நேர்மம். பருமக்குணகத்தின் அவவலகு அழுத்தத்தின் அலகே; அதாவது, $N\ m^{-2}\ (Pa)$. சில பொருண்மங்களின் பருமக் குணகங்களை அட்டவணை 9.3 காட்டுகிறது.

அட்டவணை 9.3 சில பொதுவான பொருண்மங்களின் பருமக்குணகங்கள்

பொருண்மம்	$B\ (10^9\ N\ m^{-2})$ (அதாவது GPa)
திண்மங்கள் அலுமினியம்	72
பித்தளை	61
செம்பு	140
கண்ணாடி	37
இரும்பு	100
நிக்கல்	260
எஃகு	160
நீர்மங்கள் நீர்	2.2
ஈத்தனால்	0.9
கரிமவிருகந்தகைடு	1.56
கிளிசரின்	4.76
பாதரசம்	25
வளிமங்கள் வளி (செவ்வவில்)	1.0×10^{-4}

பருமக்குணகத்தின் புரட்டை *அமுங்குமை* என்றழைத்து κ என்று குறிக்கிறோம். இதை அழுத்தம் ஓரலகு அதிகரிப்பதால் உண்டாகும் பின்னப்பரும மாற்றம் என்று வரையறுக்கிறோம்.

$$\kappa = \frac{1}{B} = -\frac{1}{\Delta p} \times \frac{\Delta V}{V} \qquad (9.14)$$

அட்டவணை 9.3இலுள்ள தரவுகளிலிருந்து திண்மங்களின் பருமக்குணகங்கள் நீர்மங்களின் பருமக்குணகங்கள் மிக அதிகமானவை என்பதையும் நீர்மங்களினவை வளிமங்களினவற்றைவிட மிக அதிகமானவை என்பதையும் காண்கிறோம். அதாவது, திண்மங்கள் மிகக் குறைவாகவே அமுங்கக்கூடியவை; வளிமங்கள் மிகவும் அதிகமாக அமுங்கக்கூடியவை. திண்மங்களைவிட வளிமங்கள் சுமார் இருமடியாயிரமடங்கு அமுங்கக்கூடியவை!

வளிமங்களின் அதிகமான அமுங்குமைகள் வெப்பநிலையுடனும் அழுத்தத்துடனும் மாறுபடுகின்றன. திண்மங்களின் அமுங்காமை அண்மையணுக்களிடையில் இறுக்கமான இணைக்கட்டல் இருப்பதால் உண்டாகிறது. நீர்மங்களிலுள்ள மூலக்கூறுகள் அண்மைய மூலக்கூறுகளுடன் பிணைந்திருப்பினும் அந்த பிணைவுகள் திண்மங்களிலுள்ளதுபோல் வலிமைனவையல்ல. வளிமத்தின் மூலக்கூறுகள் அண்மையவற்றுடன் மிகவும் வலுவின்றி பிணைகின்றன.

அட்டவணை 9.4இல் பல்வேறுவகையான தகைப்பு, திரிபு, மீண்மக்குணகங்கள், நிகரான பொருணிலை ஆகியவற்றை ஒற்றைப்பார்வையில் காணலாம்.

அட்டவணை 9.4 தகைப்பும் திரிபும் பல மீண்மக்குணகங்களும்

		விறைப்பு, குறுக்கம் $(\sigma = F/A)$	கத்தரித்தகைப்பு $(\sigma_{க} = F/A)$	நீரழுத்தத்தகைப்பு
தகைப்பு		எதிரெதிர் முகங்களுக்கு செங்குத்தாக, இரண்டு சமமான எதிர்த்திசைய விசைகள்	பொருளில் மொத்த விசையும் மொத்த கோணவிசையும் சுழியமாகும்படி எதிரெதிர் பரப்புகளுக்கு இணையாக இரண்டு சமமான எதிர்த்திசைய விசைகள்	எல்லாவிடங்களிலும் பரப்புக்கு செங்குத்தான சமவழுத்த விசைகள்
திரிபு		விசையின் திசைக்கு இணையாக நீட்சியோ குறுக்கமோ $\left(\frac{\Delta L}{L}\right)$ (நெடுக்கத்திரிபு)	தூய கத்தரி, θ	பருமன்மாற்றம் (அமுக்கமோ நீட்சியோ) $(\Delta V/V$
மாற்றம்	வடிவில்	ஆம்	ஆம்	இல்லை
	பருமனில்	இல்லை	இல்லை	ஆம்
மீண்மக்குணகம்		$Y = \frac{F \times L}{A \times \Delta L}$	$G = F/(A \times \theta)$	$B = -p/(\Delta V/V)$
குணகத்தின் பெயர்		யாங்கின் குணகம்	கத்தரிக்குணகம் (நெளியாமைக்குணகம்)	பருமக்குணகம்
பொருளின் நிலை		திண்மம்	திண்மம்	திண்மம், நீர்மம், வளிமம்

சிக்கல் 9.5

இந்தியனாழியின் சராசரியான ஆழம் சுமார் 3000 மீட்டர். நீரின் பருமக்குணகம் $2.2 \times 10^9\ N\ m^{-2}$ என்ற தரவிலிருந்து ஆழியின் அடிப்பாகத்திலுள்ள நீர் அமுங்கும் பின்னத்தை கணக்கிடுக. $(g = 10\ m\ s^{-2})$

தீர்வு

3000 மீட்டர் நீர்த்தம்பம் ஆழியடியில் செலுத்தும் அழுத்தம்

$$p = h\rho g$$
$$= 3000\ m \times 1000\ kg\ m^{-3} \times 10\ m\ s^{-2}$$
$$= 3 \times 10^7\ kg\ m^{-1}\ s^{-2} = 3 \times 10^7\ N\ m^{-2}$$

பின்னவமுக்கம்

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\text{தகைப்பு}}{B} = \frac{3 \times 10^7\ N\ m^{-2}}{2.2 \times 10^9\ N\ m^{-2}}$$

$= 1.36 \times 10^{-2}$,
அதாவது 1.36 %

9.6.5 பாசானின் விகிதம்

9.6.2ஆம் பகுதியில் விவரித்த யாங்குக் குணகப்பரிசோதனையின் கவனமான கண்டறிதல்கள் கம்பி குறுக்குப்பரப்பில் (விட்டத்தில்) சிறிதளவு குறைவதை காட்டுகின்றன. செலுத்திய விசைக்கு செங்குத்தான திரிபை **பக்கவாட்டுத்திரிபு** என்கிறோம். மீண்ம எல்லைக்குள், பக்கவாட்டுத்திரிபு நெடுக்குத் திரிபுக்கு நேர்விழுக்காட்டில் உள்ளதாக சைமன் பாசான் சுட்டிக்காட்டினார். நீட்சிக்குள்ளான கம்பியின் பக்கவாட்டுத்திரிபுக்கும் நெடுக்குத் திரிபுக்குமுள்ள விகிதத்தை **பாசானின் விகிதம்** என்கிறோம். கம்பியின் தொடக்கவிட்டம் d என்றும் தகைப்பினால் விட்டத்தில் ஏற்படும் குறைவு Δd என்றுமிருந்தால், பக்கவாட்டுத்திரிபு $\Delta d/d$. கம்பியின் தொடக்கநீளம் L என்றும் தகைப்பினால் ஏற்படும் நீட்சி ΔL என்றுமிருந்தால், நெடுக்குத்திரிபு $\Delta L/L$. அப்படியெனில், பாசானின் விகிதம் $(\Delta d/d)/(\Delta L/L)$, அதாவது $(\Delta d/\Delta L) \times (L/d)$. பாசானின் விகிதம் இரண்டு திரிபுகளின் விகிதம் என்பதால் அது ஒரு தூய எண்; அதற்கு அலகில்லை. அதன் மதிப்பு பொருண்மத்தின் இயல்பை மட்டும் சார்ந்தது. எஃகுக்கு இந்த மதிப்பு 0.28க்கும் 0.30க்குமிடையில் உள்ளது; அலுமினியச் சேர்வைக்கு சுமார் 0.33.

9.6.6 நீட்டிய கம்பியில் மீண்மவியன்மவாற்றல்

ஒரு கம்பி விறைப்புத்தகைப்புக்குள்ளாகும் போது அணுவிடைவிசைகளுக்கு எதிராக வேலை நிகழ்கிறது. இந்த வேலை கம்பியில் மீண்மத்தின் இயன்மவாற்றலாக சேமிக்கப்பட்டுள்ளது. L தொடக்கநீளமும் A குறுக்குப்பரப்புமுள்ள ஒரு கம்பி F என்ற உருத்திரிபுவிசைக்கு உள்ளாகும் போது l என்ற அளவில் நீட்சியடைவதாக கொள்வோம். அப்படியெனில், (9.8)ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து $F = YA \times (l/L)$; இங்கு, Y கம்பியின் பொருண்மத்தின் யாங்கின் குணகம். மேலும் dl என்ற ஒரு சுழியெல்லை நீட்சிக்கான வேலை $dW = F \times dl = YAldl/L$. எனவே, Lஇலிருந்து $L + l$வரை கம்பியை நீட்டுவதற்கான வேலை

$$W = \int_0^l \frac{YAl}{L} dl = \frac{YA}{2} \times \frac{l^2}{L} = \frac{1}{2} \times Y \times \left(\frac{l}{L}\right)^2 \times AL$$

$$= \frac{1}{2} \times \text{யாங்கின் குணகம்} \times \text{திரிபு}^2 \times \text{கம்பியின் பருமன்}$$

$$= \frac{1}{2} \times \text{தகைப்பு} \times \text{திரிபு} \times \text{கம்பியின் பருமன்}$$

இந்த வேலை கம்பியில் மீண்மவியன்ம வாற்றலாக (U) சேமிக்கப்படுகிறது. எனவே, அலகுப் பருமனுக்கு மீண்மவியன்மவாற்றல்

$$u = \frac{1}{2} \times \sigma\epsilon \qquad (9.15)$$

9.7 பொருண்மங்களின் மீண்மநடத்தையை பயனாக்கல்

பொருண்மங்களின் மீண்மநடத்தை அன்றாட வாழ்வில் முக்கியப்பங்கை வகிக்கிறது. எல்லா பொறியியவடிவமைப்புக்கும் பொருண் மங்களின் மீண்மநடத்தையைப்பற்றிய அறிவு தேவை. சான்றாக, ஒரு கட்டடத்தை வடிவமைக்கும்போது தூண்கள், உத்திரங்கள் போன்றவற்றின் வடிவமைப்புக்கு அவற்றிலுள்ள பொருண்மங்களின் வலிமையைப்பற்றிய அறிவு தேவையாகிறது. பாலம் போன்றவற்றின் கட்டுமானத்தில் பயன்படும் தூண்களும் உத்தரங்களும் I போன்ற குறுக்குவெட்டில் இருப்பது ஏன் என்று எப்போதாவது சிந்தித்திருக்கிறீர்களா? ஒரு மணற்குவியலோ குன்றோ பிரமிடுவடிவில் இருப்பது ஏன்? இதுபோன்ற கேள்விகளுக்கு இங்கு நாம் வளராக்கும் கருத்துருக்களின் அடிப்படையி லான கட்டமைப்புப்பொறியியலை படிப்பதன் மூலம் விடைகாணலாம்.

பெருஞ்சுமைகளை தூக்குவதற்கும் இடம்பெயர்ப்பதற்கும் பயன்படும் தூக்கியில் சுமைகளை இணைப்பதற்காக ஒரு தடிமனான மாழைக்கயிறு உள்ளது. இந்த கயிற்றை கப்பிகளும் உந்துவிகளும் இழுக்கின்றன. நாம் 10 தொன்களை (1 தொன் = 1000 கிகி) தூக்கக்கூடிய ஒரு தூக்கியை உருவாக்க விரும்புவதாக கொள்வோம். மாழைக்கயிறு எவ்வளவு தடிமனாயிருக்கவேண்டும்? சுமை கயிற்றை நிரந்தரமாக உருத்திரிக்கக் கூடியதாக இருக்கக்கூடாது என்பது தெளிவு. எனவே, நீட்சி மீண்ம எல்லையை மீறக்கூடாது. அட்டவணை 9.1இலிருந்து மெல்லெஃகின் விடுநெகிழல் வலிமை (σ_y) சுமார் $300 \times 10^6\ N\, m^{-2}$ என்று காண்கிறோம். கயிற்றின் குறுக்குப்பரப்பு (A) மீக்குறைவாக

$$A \geq \frac{W}{\sigma_y} = \frac{Mg}{\sigma_y} \qquad (9.16)$$

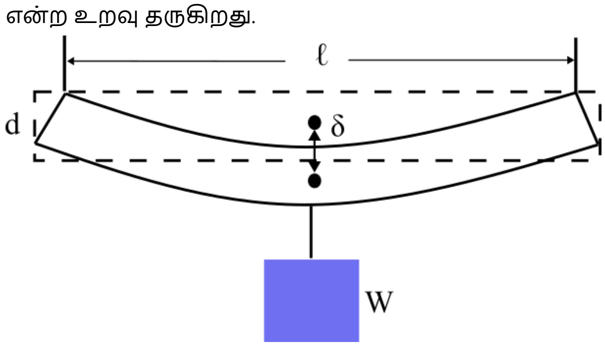
என்றிருக்கவேண்டும். இதற்கு நிகரான வட்டமான குறுக்குவெட்டுள்ள கயிற்றின் ஆரம் சுமார் $1\, cm$. பொதுவாக, ஒரு பெரிய காப்புவரந்தையை (சுமையின் சுமார் 10 மடங்குக்கு) வழங்கவேண்டும். எனவே சுமார் $3\, cm$ தடிமனான கயிற்றை பரிந்துரைக்கலாம். இந்த ஆரமுள்ள ஒற்றைக்கம்பி நடைமுறையில் ஒரு நெளியாக்கம்பியாகிறது. இதனால்

உற்பத்தியை எளிதாக்கவும் நெளிவுமைக்காக வும் வலிமைக்காகவும் சிறுகம்பிகளை ஒன்றாகத்திரித்து இந்த கயிறுகளை உண்டாக்குகிறோம்.

ஒரு பாலத்தை அதன்மீது செல்லும் போவரவுச்சுமை, காற்றின் விசை, தன் எடை ஆகியவற்றை தாங்குமாறு வடிவமைக்க வேண்டும். இதைப்போலவே, தூண்களும் உத்தரங்களும் கட்டடங்களில் அதிகமாக பயன்படுகின்றன. இந்த இரண்டு வேற்றுவங்களிலும் சுமையால் உத்தரங்கள் வளையும் சிக்கலை புறங்காண்பது மிகவும் முக்கியமானது. உத்தரம் அதிகமாக வளைவதோ உடைவதோ கூடாது. படம் 9.8இல் காட்டியபடி நுனிகளின் அருகில் தாங்கியதும் நடுவில் சுமையேற்றியதுமான ஒரு உத்தரத்தை கருதுவோம். l நீளமும் b அகலமும் d ஆழமுமுள்ள ஒரு கோலின் நடுவில் W என்ற சுமையை ஏற்றும்போது கோல் தொய்யும் அளவை

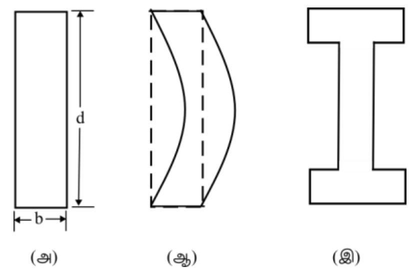
$$\delta = \frac{Wl^3}{4bd^3Y} \qquad (9.17)$$

என்ற உறவு தருகிறது.



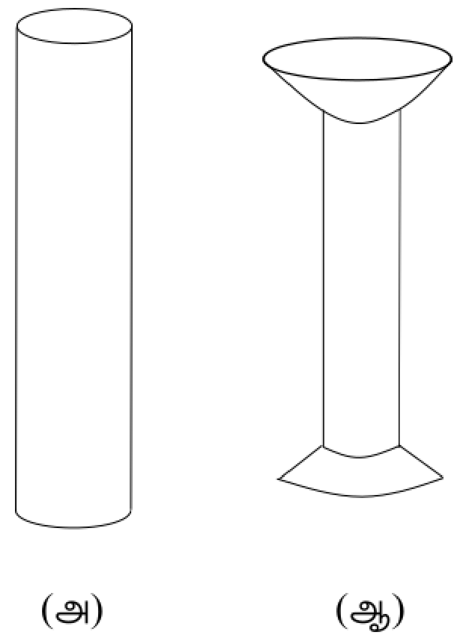
படம் 9.8 நுனிகளில் தாங்கியதும் நடுவில் சுமையேற்றியதுமான ஒரு உத்தரம்

இந்த உறவை நீங்கள் ஏற்கெனவே படித்ததிலிருந்து சற்று நுண்கணிதத்தை பயன்படுத்தி வருவிக்கலாம். (9.16)ஆம் சமன்பாட்டிலிருந்து, ஒரு குறிப்பிட்ட சுமைக்கு வளைவை குறைக்க பெரிய யாங்குக்குணக முள்ள பொருண்மத்தை பயன்படுத்தவேண்டும் என்று காண்கிறோம். குறிப்பிட்ட பொருண்மத் துக்கு, b என்ற அகலத்தைவிட d என்ற ஆழத்தை அதிகரிப்பதே வளைவை குறைப்பதில் அதிக விளைவுள்ளது; ஏனெனில், δ ஆழத்தின் மூன்றாம் படியின் புரட்டுவிழுக்காட்டிலும் (d^{-3}) அகலத்தின் ஒன்றாம்படிக்கு புரட்டுவிழுக்காட்டி லும் (b^{-1}) இருக்கிறது. (வீச்சின் நீளமான l சாத்தியமானவரை சிறிதாயிருக்கவேண்டும் என்பதும் தெளிவு). ஆனால், ஆழத்தை அதிகரிக்கும்போது சுமை முழுச்சரியாக சரியான இடத்தில் இல்லாவிட்டால் (போவரவுள்ள பாலத்தில் அவ்வாறு இருப்பது அரிது) ஆழமான கோல் படம் 9.9(ஆ)வில் காட்டியபடி நெளியலாம். இதை கூனல் என்கிறோம். இதை தடுக்க படம் 9.9(இ)யில் காட்டிய குறுக்குவெட்டை பயன்படுத் துவது வழக்கம். இந்த குறுக்கவெட்டு பெரிய சுமையேற்கும் பரப்பையும் வளைவைத்தடுக்க போதுமான ஆழத்தையும் வழங்குகிறது. இந்த வடிவம் உத்தரத்தின் வலிமையை குறைக்காமல் எடையை குறைத்து செலவையும் குறைக்கிறது.



படம் 9.9 உத்தரத்தின் வெவ்வேறு குறுக்குவெட்டு வடிவங்கள். (அ) கோலின் செவ்வக குறுக்குவெட்டு; (ஆ) ஒரு மெல்லிய கோலின் கூனல்; (இ) சுமையேற்கும் கோலில் வழக்கமாக பயன்படும் குறுக்குவெட்டு.

கட்டடங்களிலும் பாலங்களிலும் தூண்களும் பெரிதும் பயன்படுகின்றன. படம் 9.9(அ)வில் காட்டியபடி வட்டநுனிகளுள்ள தூண் படம் 9.9(ஆ)வில் காட்டியபடி பரவுநுனிகளுள்ள தூணைவிட குறைவான சுமையையே தாங்கக் ககூடியது. ஒரு கட்டடத்தையோ பாலத்தையோ துல்லியமாக வடிவமைக்கும்போது அது செயலாற்றும் சூழ்நிலைகள், செலவு, நேரம், சார்புறுமை, பயன்படுத்தக்கூடிய பொருண் மங்கள் முதலியனவற்றை கணக்கிலெடுக்க வேண்டும்.



படம் 9.10 தூண்கள். (அ) வட்டநுனிகளுள்ள தூண்; (ஆ) பரவுநுனியுள்ள தூண்

புவியிலுள்ள ஒரு மலையின் மீயதிக உயரம் 10 கிமீயாக இருப்பது ஏன் என்ற கேள்விக்கான விடையை பாறைகளின் மீண்மப்பண்புகளை கருதுவதன்மூலம் பெறலாம். மலையின் அடிப்பாகம் சீரான அமுக்கத்தில் இல்லை. அது பாறைகளின் பாய்வுக்கு ஒரு கத்தரித்தகைப்பை வழங்குகிறது. மேலுள்ள எல்லாப்பொருண்மமும் ஏற்படுத்தும் தகைப்பு பாறைகள் பாய்வதற்கான உய்யக் கத்தரித்தகைப்பைவிட குறைவாயிருக்க வேண்டும்.

h உயரமான ஒரு மலையின் அடிப்பாகத்தில் மலையின் எடையால் ஏற்படும் விசை அலகுப் பரப்புக்கு $h\rho g$; இங்கு, ρ மலைப்பொருண்மத் தின் அடர்வு, g புவியீர்ப்பால் ஏற்படும் முடுக்கம். அடியிலுள்ள பொருண்மம் இந்த விசையை நெடுநிற்பத்திசையில் உணர்கிறது; மலையின் பக்கங்களில் இவ்வாறான விசை இல்லை. எனவே, இது பருமக்குறுக்கத்தின் ஒரு வேற்றுவமன்று. இங்கு தோராயமாக $h\rho g$ அளவுள்ள ஒரு கத்தரியகையும் உள்ளது ஒரு வழக்கமான பாறையின் மீண்மவெல்லை $30 \times 10^7\ N\,m^{-3}$. இதை $h\rho g$ க்கு சமமிட்டு, $\rho = 3 \times 10^3\ kg\,m^{-3}$ என்பதையும் பயன்படுத்தி

$$h\rho g = 30 \times 10^7\ N\,m^{-2}$$

என்பதை பெறுகிறோம். இதிலிருந்து

$$h = \frac{30 \times 10^7\ N\,m^{-2}}{3 \times 10^3\ kg\,m^{-3} \times 10\ m\,s^{-2}} = 10\ km$$

என்று காண்கிறோம். இது எவரசுட்டு மலையின் உயரத்தைவிட அதிகமானது.

சுருக்கவுரை

1. தகைப்பு என்பது ஓரலகுப்பரப்புக்கு மீளமைவிசை; திரிபு அளவின் பின்னமாறுபாடு. பொதுவாக மூன்றுவகையான தகைப்புகள் உள்ளன. (அ) விறைப்புத்தகைப்பு (நீட்சித்தகைப்பும் அமுக்கத்தகைப்பும்), (ஆ) கத்தரித்தகைப்பு, (இ) நீரமுத்தத்தகைப்பு.
2. பல பொருண்மங்களுக்கு உருத்திரிபு சிறிதாயிருக்கும்போது தகைப்பு திரிபுக்கு நேர்விழுக்காட்டில் உள்ளது. இது ஊக்கின் விதி. விழுக்காட்டுமாறிலியை மீண்மக்குணகம் என்கிறோம். யாங்குக்குணகம், கத்தரிக்குணகம், பருமக்குணகம் ஆகியவற்றை பயன்படுத்தி பொருள்கள் உருத்திரிபுவிசைக்கு மறுவினையாற்றும் மீண்ம நடத்தைகளை விவரிக்கிறோம்.

   மீண்மிகள் எனப்படும் திண்மங்கள் ஊக்கின் விதியை பின்பற்றவில்லை.
3. ஒரு பொருள் விறைப்பாகவோ அமுங்கியோ இருக்கும்போது ஊக்கின் விதி

   $$\frac{F}{A} = Y\Delta L/L$$

   இங்கு, $\Delta L/L$ நீட்சியையோ அமுக்கத்தையோ குறிக்கும் திரிபு, F திரிபுக்கு காரணமான விசை, A விசை செயலாற்றும் திசைக்கு செங்குத்தாக பொருளின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு, Y பொருளின் யாங்குக்குணகம், F/A தகைப்பு.
4. மேன்முகத்துக்கும் கீழ்முகத்துக்கும் இணையாக செலுத்தப்படும் ஒரு சோடி விசைகள் கீழ்முகத்தின் ஒப்பளவில் மேன்முகம் பக்கவாட்டில் இடம்பெயருமாறு திண்மத்தை திரிபடையச்செய்கின்றன. மேன்முகத்தின் கிடைமட்ட இடப்பெயர்ச்சியான ΔL நெடுநிற்ப உயரத்துக்கு செங்குத்தானது. இத்தகைய உருத்திரிபை கத்தரித்திரிபு என்றும் அதை உண்டாக்கும் தகைப்பை கத்தரித்தகைப்பு என்றும் அழைக்கிறோம்.

   இந்த தகைப்பு திண்மத்திலே சாத்தியம். இவ்வாறான உருத்திரிபில் ஊக்கின் விதி எடுக்கும் வடிவம்

   $$\frac{F}{A} = G \times \frac{\Delta L}{L}$$

   இங்கு, ΔL செலுத்திய F என்ற விசையின் திசையில் பொருளின் ஒரு நுனியின் இடப்பெயர்ச்சி, G கத்தரிக்குணகம்.
5. ஒரு பொருள் சூழ்ந்துள்ள பாய்மம் செலுத்தும் தகைப்பால் ஒரு நீர்மவழுத்த அமுக்கத்துக்கு உள்ளாகும்போது, ஊக்கின் விதி

   $$p = B\frac{\Delta V}{V}$$

   இங்கு, p பொருளின்மீது பாய்மம் செலுத்தும் அழுத்தம் (நீர்மவழுத்தத்தகைப்பு),$\Delta V/V$ (பருமத்திரிபு) அழுத்தத்தால் பொருளின் பருமனில் ஏற்படும் பின்னமாற்றத்தின் மட்டுமதிப்பு, B பொருளின் பருமக்குணகம்.

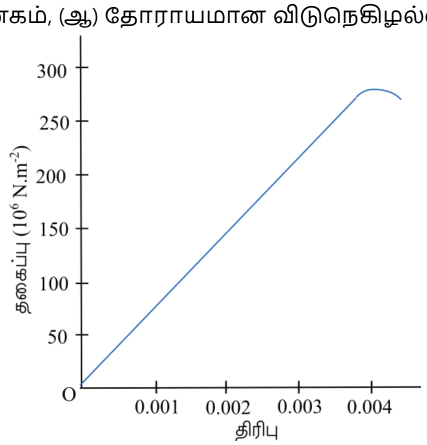
உங்கள் சிந்தனைக்கு

1. முகட்டில் தொங்கவிடப்பட்டு மறுமுனையில் F என்ற எடையால் நீட்சியடையும் ஒரு கம்பியில் முகடு செலுத்தும் விசை எடைக்கு சமமாக எதிர்த்திசையிலுள்ளது. ஆனால், கம்பியின் A என்ற குறுக்குப்பரப்பில் விறைப்பு F மட்டுமே; $2F$ அன்று. எனவே, அலகுப்பரப்பிலுள்ள விறைப்புக்குச்சமமான விறைப்புத்தகைப்பு F/A.
2. ஊக்கின்விதி தகைப்புத்திரிபுவளைவரையின் நேரியப்பகுதியிலே ஏற்புடையது.
3. யாங்குக்குணகமும் கத்தரிக்குணகமும் திண்மங்களுக்கே உரியன; ஏனெனில், திண்மங்களுக்கே நீளமும் வடிவமும் உள்ளன.
4. பருமக்குணகம் திண்மங்களுக்கும் நீர்மங்களுக்கும் வளிமங்களுக்கும் உரியது. இது பொருளின் ஒவ்வொரு பகுதியும் சீரான தகைப்புக்குள்ளாகும்போது வடிவம் மாறாமல் பருமனில் ஏற்படும் மாற்றத்தை குறிக்கிறது.
5. மாழைகளுக்கு சேர்வைகளையும் மீண்மிகளையும்விட பெரிய யாங்குக்குணகங்கள் இருக்கின்றன. பெரிய யாங்குக்குணகமுள்ள பொருளின் நீளத்தை மாற்ற அதிகமான விசை தேவைப்படுகிறது.
6. அன்றாட வாழ்வில், அதிகம் நீளக்கூடிய பொருளை நீங்கள் அதிக மீண்மமானதாக எண்ணலாம். ஆனால், உண்மையில் ஒரு குறிப்பிட்ட சுமைக்கு எது குறைவாக நீள்கிறதோ அது அதிக மீண்மமானது.
7. பொதுவாக, ஒரு திசையில் உருத்திரிக்கும் விசை மற்றத்திசைகளிலும் திரிபுகளை உண்டாக்கலாம். இவ்வாறான நிலைமைகளில் தகைப்புக்கும் திரிபுக்குமுள்ள விழுக்காட்டை ஒற்றை மீண்மமாறிலியால் விவரிக்கவியலாது. சான்றாக, நெடுக்கத்திரிபுக்குள்ளான ஒரு கம்பி பக்கவாட்டுத்திசையிலும் (குறுக்குவெட்டின் ஆரம்) ஒரு சிறு மாற்றத்துக்குள்ளாகிறது. இதை பாசான்விகிதம் என்ற மற்றொரு மீண்மமாறிலி விவரிக்கிறது.
8. தகைப்பு திசையனன்று. விசையைப்போலல்லாமல் இதற்கு ஒரு திசையை குறிக்கவியலாது. பொருளின் ஒரு பகுதியில் குறுக்குவெட்டின் குறிப்பிட்ட பக்கத்தில் செயலாற்றும் விசைக்கு ஒரு திசை இருக்கிறது.

பயிற்சிகள்

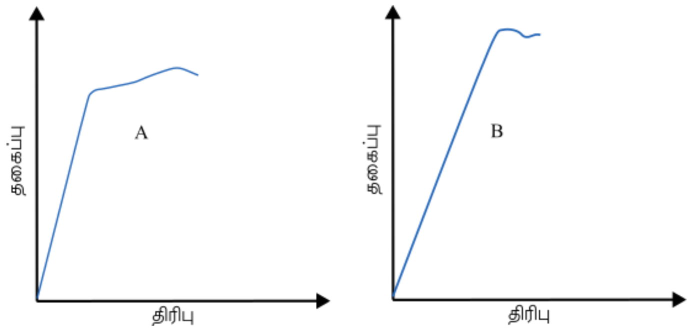
9.1 $4.7\ m$ நீளமும் $3.0 \times 10^{-5}\ m^2$ குறுக்குப்பரப்புமுள்ள ஒரு எஃகுக்கம்பி ஒரு குறிப்பிட்ட சுமையால் $3.5\ m$ நீளமும் $4.0 \times 10^{-5}\ m^2$ குறுக்குப்பரப்புமுள்ள ஒரு செம்புக்கம்பி நீளும் அதே அளவுக்கு நீள்கிறது. எஃகுக்கும் செம்புக்குமுள்ள யாங்குக்குணகங்களின் விகிதம் என்ன?

9.2 படம் 9.11 ஒரு பொருளின் தகைப்புத்திரிபுவளைவரையை காட்டுகிறது. இந்த பொருளின் (அ) யாங்குக்குணகம், (ஆ) தோராயமான விடுநெகிழல்வலிமை என்ன?



படம் 9.11

9.3 படம் 9.12 A, B என்ற பொருள்களின் தகைப்புத்திரிபுவளைவரைகளை காட்டுகிறது. இரண்டு வரைபடங்களும் ஒரே அளவிகிதத்தில் வரையப்பட்டுள்ளன.



படம் 9.12

a. எந்தப்பொருளுக்கு அதிகமான யாங்குக்குணகம் உள்ளது?

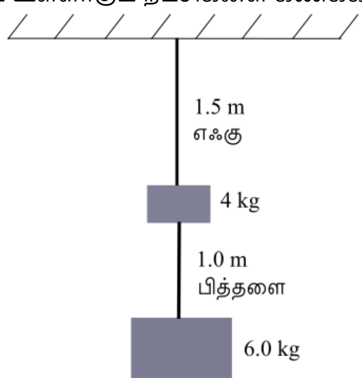
b. இரண்டில் எது வலுவான பொருள்?

9.4 கீழ்க்காணும் இரண்டு கூற்றுகளை கவனமாக வாசித்து, அவை மெய்யா பொய்யா என்பதை காரணங்களுடன் கூறுக.

a. தொய்வையின் யாங்குக்குணகம் எஃகினதைவிட அதிகம்

b. ஒரு விற்சுருளின் நீட்சியை அதன் கத்தரிக்குணகம் தீர்மானிக்கிறது.

9.5 ஒன்று எஃகாலும் மற்றது பித்தளையாலும் செய்யப்பட்ட $0.25\ cm$ விட்டமுள்ள இரண்டு கம்பிகளின்மீது படம் 9.13இல் காட்டியபடி சுமையேற்றுகிறோம். சுமையேற்றும் முன்பு எஃகுக்கம்பியின் நீளம் $1.5\ m$; பித்தளைக்கம்பியின் நீளம் $1.0\ m.$ எஃகுக்கம்பியும் பித்தளைக்கம்பியும் உள்ளாகும் நீட்சிகளை கணக்கிடுக.



படம் 9.13

9.6 ஒரு அலுமினியக்கனச்சதுரத்தின் விளிம்பின் நீளம் $10\ cm.$ கனச்சதுரத்தின் ஒரு முகத்தை ஒரு நெடுநிற்பச்சுவருடன் நிலையாக பொருத்துகிறோம். எதிர்முகத்தில் ஒரு $100\ kg$ நிறையை இணைக்கிறோம். அலுமினியத்தின் கத்தரிக்குணகம் $25\ kPa.$ இந்த முகத்தின் நெடுநிற்ப வளைவிலகல் என்ன?

9.7 மெல்லிரும்பாலான முற்றொருமையான நான்கு உள்வமற்ற உருளைத்தூண்கள் $50{,}000\ kg$ நிறையுள்ள ஒரு பெரிய கட்டமைப்பை தாங்குகின்றன. ஒவ்வொரு தூணின் உள்ளாரமும் வெளியாரமும் முறையே $30\ cm$உம் $60\ cm$உம். சுமையின் பரவல் சீரானது என்ற எடுகோளுடன் ஒரு தூணின் அமுக்கத்திரிபை கணக்கிடுக.

9.8 $15.2\ mm \times 19.1\ mm$ அளவுகளுள்ள செவ்வகமான குறுக்குவெட்டுள்ள ஒரு செம்புத்துண்டை $44{,}500\ N$ விசையால் இழுத்து மீண்மவுருத்திரிபை மட்டும் விளைவிக்கிறோம். இதனால் விளையும் திரிபை கணக்கிடுக.

9.9 ஒரு பனிச்சறுக்குத்திடலில் $1.5\ cm$ ஆரமுள்ள ஒரு எஃகுவடம் ஒரு இருக்கைத்தூக்கியை தாங்குகிறது. தகைப்பு $10^8\ N\ m^{-2}$ ஐ மிக்ககூடாதெனில், வடம் தாங்கக்கூடிய மீப்பெருமச்சுமை என்ன?

9.10 $15\ kg$ நிறையுள்ள ஒரு நெளியாப்பாரையை ஒவ்வொன்றும் $2.0\ m$ நீளமுள்ள மூன்று கம்பிகள் சமச்சீராக தாங்குகின்றன. நுனிகளிலுள்ளவை செம்பாலும் நடுவிலுள்ளது

இரும்பாலும் ஆனவை. ஒவ்வொன்றும் ஒரே விறைப்புடன் இருக்கவேண்டுமெனில், அவற்றின் விட்டங்களின் விகிதத்தை தீர்மானிக்க.

9.11 நீட்சியடையாதபோது $1.0\, m$ நீளமுள்ள எஃகுக்கம்பியின் ஒரு நுனியில் பொருத்திய $14.5\, kg$ நிறையை ஒரு நெடுநிற்ப வட்டத்தில் விருட்சுழற்றுகிறோம். வட்டத்தின் அடியில் நிறையின் கோணவேகம் நொடிக்கு 2 சுழற்சிகள். கம்பியின் குறுக்குவெட்டுப்பரப்பு $0.065\, cm^2$. நிறை அதன் பாதையின் மீத்தாழ்ந்த நிலையிலிருக்கும்போது கம்பியின் நீட்சியை கணக்கிடுக.

9.12 கீழ்க்காணும் தரவுகளிலிருந்து நீரின் பருமக்குணகத்தை கணக்கிடுக: தொடக்கப்பருமன் 100 இலிட்டர் , அழுத்தத்தின் அதிகரிப்பு 100 வகோ (1 வகோ $= 1.013 \times 10^5\, Pa$), இறுதிப்பருமன் 100.5 இலிட்டர். நீரின் பருமக்குணகத்தை வளியினதுடன் (மாறா வெப்பநிலையில்) ஒப்பிடுக. இந்த விகிதம் மிகப்பெரிதாயிருப்பதை எளிய சொற்களால் விளக்குக.

9.13 பரப்பில் நீரின் அடர்வு $1.03 \times 10^3\, kg\, m^{-3}$. அழுத்தம் 80.0 வகோவாயிருக்கும் ஆழத்தில் நீரின் அடர்வு என்ன?

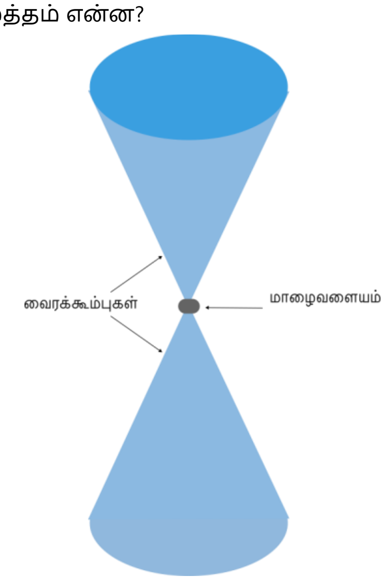
9.14 $10\, atm$ நீரழுத்த அழுத்தத்துக்கு உள்ளாகும் ஒரு கண்ணாடித்தடிப்பாளத்தின் பருமமாற்றத்தை கணக்கிடுக.

9.15 $10\, cm$ விளிம்புள்ள ஒரு கனச்சதுரமான செம்புத்திண்மம் $7.0 \times 10^6\, Pa$ நீரழுத்த அழுத்தத்துக்கு உள்ளாகும்போது அதன் பருமக்குறுக்கத்தை தீர்மானிக்க.

9.16 ஒரு இலிட்டர் நீரை 0.10 % அமுக்குவதற்கு எவ்வளவு அழுத்தம் தேவை?

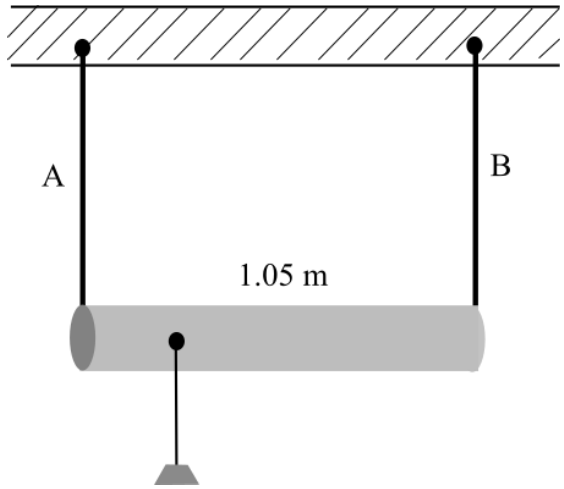
மேலும் பயிற்சிகள்

9.17 மிகவுயரழுத்தத்தில் பொருள்களின் நடத்தைகளை ஆய்வதற்காக, வைரத்தின் ஒற்றைப்படிகத்தால் ஆனதும் படம் 9.14இல் காட்டிய வடிவமுள்ளதுமான பட்டடைகளை பயன்படுத்துகிறோம். பட்டடையின் குறுகிய நுனியின் முகம் $0.50\, mm$ விட்டமுள்ளது. அகலமான நுனியில் $50{,}000\, N$ அமுக்கவிசையை செலுத்துகிறோம். பட்டடையின் நுனியிலுள்ள அழுத்தம் என்ன?



படம் 9.14

9.18 $1.05\, m$ நீளமும் புறக்கணிக்கத்தக்க நிறையுமுள்ள ஒரு கோலை அதன் நுனிகளில் ஒன்று எஃகாலும் (A) மற்றது அலுமினியத்தாலுமான (B) ஒரே நீளமான இரண்டு கம்பிகளால் படம் 9.15இல் காட்டியபடி தொங்கவிடுகிறோம். A , B ஆகிய கம்பிகளின் குறுக்குப்பரப்புகள் முறையே $1.0\, mm^2$, $2.0\, mm^2$. இரண்டு கம்பிகளிலும் (அ) சமமான தகைப்புகள், (ஆ) சமமான திரிபுகள் ஏற்படும்வகையில் கோலில் எவ்வளவு தொலைவில் m என்ற நிறையை தொங்கவிடவேண்டும்?



படம் 9.15

9.19 $1.0\ m$ நீளமும் $0.50 \times 10^{-2}\ cm^2$ குறுக்குப்பரப்புமுள்ள ஒரு மெல்லெஃகுக்கம்பியை இரண்டு தூண்களுக்கிடையில் கிடைமட்டமாக அதன் மீண்மவெல்லைக்குள் நீட்டுகிறோம். கம்பியின் நடுப்புள்ளியிலிருந்து $100\ g$ நிறையை தொங்கவிடுகிறோம். நடுப்புள்ளியில் ஏற்படும் தொய்வை கணக்கிடுக.

9.20 இரண்டு மாழைப்பட்டைகளை அவற்றின் நுனிகளில் ஒவ்வொன்றும் $6.0\ mm$ விட்டமுள்ள நான்கு தட்டாணிகளால் ஒன்றுசேர்க்கிறோம். தட்டாணியில் கத்தரித்தகைப்பு $6.9 \times 10^7\ Pa$ ஐ மீறக்கூடாது எனில், தட்டாணியிட்ட பட்டையில் செலுத்தக்கூடிய மீயளவான விறைப்பு என்ன? ஒவ்வொரு தட்டாணியும் காற்பங்கு சுமையை ஏற்கிறது எனக்கொள்க.

9.21 மரீனா அகழி பசிபிக்காழியில் உள்ளது. ஓரிடத்தில் இது நீரின் பரப்பிலிருந்து சுமார் $11\ km$ கீழே உள்ளது. அடியில் நீரழுத்தம் சுமார் $1.1 \times 10^8\ Pa$. தொடக்கப்பருமன் $0.32\ m^3$ உள்ள ஒரு எஃகுப்பந்தை ஆழிக்குள் போடும்போது அது அகழியின் அடிப்பாகத்தில் விழுகிறது. அது அடியை அடையும்போது பந்தின் பருமனில் ஏற்படும் மாற்றம் என்ன?