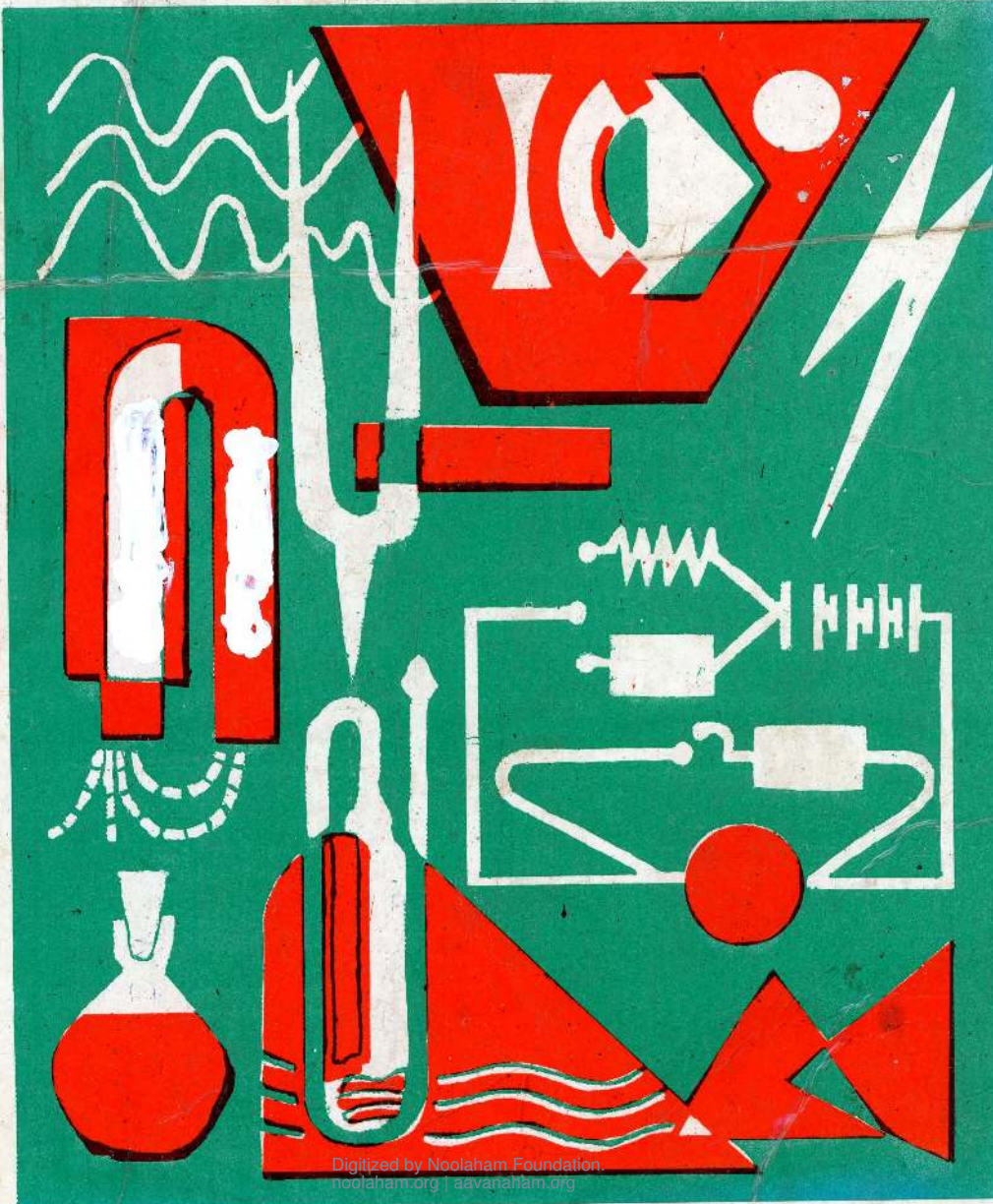


நவீன உயர்தர

மாணவர் பௌதிகம்

PHYSICS.
FOR G.C.E (A.L.)
STUDENTS



நவீன

உயர்தர

மாணவர் பௌதிகம்

க. பொ. த. ப. (உயர்தர) வகுப்புக்குரியது

அவகு 3

அலைகள், ஒலியியல், ஒளியியல்

WAVES. SOUND, LIGHT

FOR

G.C.E. (A/L) STUDENTS

ஆசிரியர்

திரு. அ. கருணாகரர் B. Sc., Dip. in. Ed

உள்ளே சில திருத்தங்கள்

பக்கம்

114 இல்

135 இல்

வரையு படம் 67 இல்

மீடறன் விகிதம் 2:3 ஐ

திருத்தம்

, cm^{-1} என மாற்றுத

1:2 என மாற்றுத

$$g^n a = \frac{\text{சைன் } c}{\text{சைன் } 90} = \text{சைன் } c^0$$

$$\therefore a^n g = \frac{1}{\text{சைன் } c}$$

216 இல் 7 ம் வரியில் கண்ணாடி-நீர் = 63^0 (அண்ணளவாக)

புதிய பதிப்பு : 1998

மறுபதிப்பு : 2000

பதிப்புரிமை : ஆசிரியருக்கே

விலை : ரூபா 320/=

முகவுரை

இந்நூல் பதிய பாடத்திட்டத்திற்கமைய அலகு அலகாக பிரிக்கப்பட்டு எழுதப் பட்டுள்ளது. இதில் அலைகள், ஒலியியல், ஒலியியல் ஆகிய பாடங்கள் அடக்கப்பட்டுள்ளன. எனவே ஆசிரியர்கள் கற்பிப்பதற்கும் மாணவர்கள் கற்பிப்பதற்கும் இந்நூல் வழிகாட்டி போல் அமையும் என்பது எனது நம்பிக்கை. நூலின் ஒவ்வொரு அலகும் பிரிவுக்கும் பின் கட்டுரை வினாக்களும் பத்தேர் வினாக்களும் மாணவர்கள் பயிற்சி பெறுவதற்கு சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. மாணவர்களும், ஆசிரியர்களும் இந்நூலை வரவேற்பார்கள் என்பது எனது திடமான நம்பிக்கை. இறுதியாக இந்நூலை நிறம்ப அச்சிட்டுத்தந்த மெய்கண்டான் அச்சகத்தாருக்கும் எனது நன்றி உரித்தாகுக.

கொழும்பு

அ. கருணாகரர்
10.11.1998

பொருளடக்கம்

அலகு 3

அலைகள் ஒலியியல்

பக்கம்

3.1	அலைகளும், அலைகளும்	1 - 28
3.2	அலை இயக்கம்	29 - 75
3.3	நிலையான (நின்ற) அலைகள்	76 - 125
3.4	வாயுவில் ஒலியின் கதி ஒலியின் சிறப்பியல்புகள்	126 - 143
3.5	மின்காந்த அலைகள்	144 - 155

ஒளியியல்

3.6	ஒளியும் நேர்கோட்டுச் செல்லுகையும்	156 - 160
3.7	தளமேற்பரப்புக்களில் தெறிப்பு	161 - 178
3.8	கோளவாடிகளில் தெறிப்பு	179 - 203
3.9	தளமேற் பரப்புக்களில் முறிவு	204 - 227
3.91	அரியங்களினூடு முறிவு	228 - 251
3.92	மெல்லிய வில்லைகள்	252 - 281
3.93	கமரா, கண், கண்ணின் குறைகள்	282 - 297
3.94	ஒளியியற்கருவிகள்	298 - 317
	வினாக்கள்	318 - 370

அலகு 3.1

அலைவுகளும் அலைகளும்

அலைவுகள்

3.1 இயக்கங்கள் பல வகையுள். நேர்கோட்டியக்கம், வட்ட இயக்கம், சுழற்சி இயக்கம் ஆகியன ஏற்கனவே அறியப்பட்டவையாகும். இவற்றைத் தவிர இன்னுமொரு சாதாரணமாக நிகழும் இங்குமங்குமான இயக்கம் பொறிமுறை இயக்கத்தில் முக்கிய இடத்தைப் பிடித்துள்ளது இத்தகைய இயக்கம் அலைவு அல்லது அதிர்வு எனப்படும். இவற்றிற்கு உதாரணங்கள் பல உள் (1) ஒர்எளிய ஊசற்குண்டு ஒருபக்கம் இழுத்து விடுகையில் ஏற்படும் இயக்கம்

(2) ஊஞ்சலில் ஆடும் இயக்கம்

(3) பாரமேற்றப்பட்ட சுருளிவில்லை அதன் ஓய்வு நிலையிலிருந்து சற்று இழுத்து விடுகையில் ஏற்படும் இயக்கம்

(4) ஒருமீற்றர்ச்சட்டம் ஒருமுனை இறுகப்பொருத்தப்பட்டு மற்றமுனை அருட்டப்படும்பொழுது நிகழும் இயக்கம்

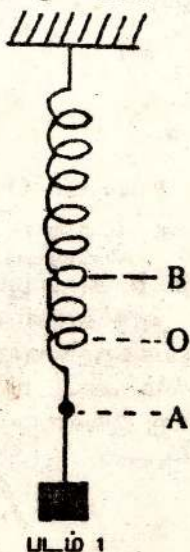
(5) நீர் அலையில் மிதக்கும் தக்கையொன்றின் இயக்கம்

(6) திண்மங்களின் அணுக்களின் இயக்கம் அத்துடன் இவைபோன்ற இன்னோரன்ன இயக்கங்கள் அலைவுக்கு அல்லது அதிர்வுக்கு சான்றுகளாக இருக்கின்றன.

ஒரு பொறிமுறை அலைவில்

(i) மீள்தன்மை காரணத்தால் அழுத்தச்சத்தி களஞ்சியப் படுத்து வதாலும்

(ii) திணிவு அல்லது சடம் காரணத்தால் இயக்கச் சத்தி பெற ஏதுவாக இருப்பதாலும் இத்தகைய தொகுதியில் அழுத்தச் சத்திக்கும் இயக்கச்



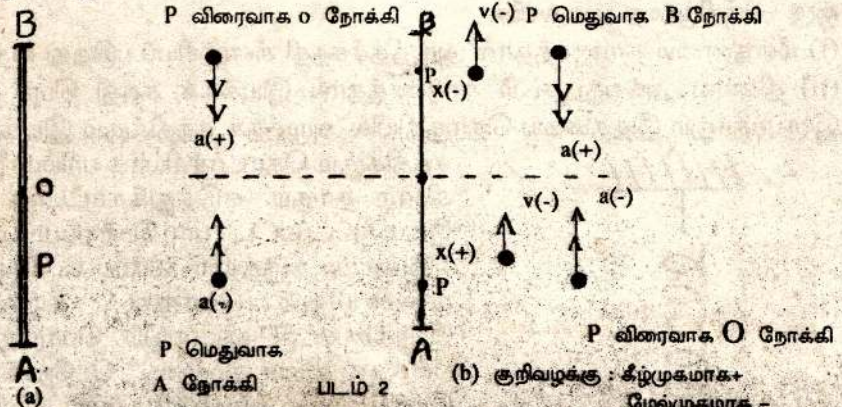
சத்திக்கும் தொடர்ச்சியாக பரிமாற்றம் நிகழ்கின்ற தாகும். எடுத்துக்காட்டாக படம் 1 இல்காட்டப்பட்ட பாரமேற்றப்பட்ட சுருளி வில்லைக் கருத்திற் கொள்க. இதன் கீழ் முனையிலுள்ள பொருள் சற்று கீழ் இழுக்கப்பட்டு விடப்படும் பொழுது மீளும் மீள்தகவு விசை சமநிலை O நோக்கிமேலே இழுப்பதால் அப்புள்ளி நோக்கி பொருள் அதிகரிக்கின்ற வேகத்துடன் இயங்குகின்றது. பொருள் O நோக்கிச் செல்லுகையில் வில்லின் நீட்சி குன்றுகின்றதால் ஆர்முடுகல் குன்றுகின்றது. O வில் மீள் விசை பூச்சியமாகின்றது. ஆயினும் பொருளின் கடத்துவத்தின் நிமிர்த்தம் சமநிலையைத் தாண்டி மேல்நோக்கி தொடர்ந்து

செல்கின்றது. இப்போழுது கருளில் நெருக்கப் படுகின்றது அத்துடன் மீள்தகவு விசை O நோக்கி கீழ்முக மாக தொழிற்படுகின்றது. அதனால் பொருளின் வேகம் மந்தமாகி O விற்குமேல் ஒரு தூரத்தில் பூச்சியமாகின்றது அப்பொழுது சேமிக்கப்பட்ட அழுத்த சத்தியானது இயக்கச்சத்தியாக பரிமாறுகின்றதனால் பொருள் எதிர்த்திசையில் இயங்குகின்றது. மேலும் மறு தலையாக இவ்வியக்கம் மீண்டும் நிகழும். இது சத்தி இழப்பு இல்லாவிடில் தொடர்ந்து இருக்கும். ஆனால் வளியின் தடையினாலும் அதன் உராய்வினாலும் சத்தி இழப்பு ஏற்படுகின்றதால் இயக்கம் ஒருகட்டத்தில் ஓய்வுக்குவந்து விடுமாகும். இங்கு A இலிருந்து B க்கும் அதனிலிருந்து மீண்டும் A க்கும் நிகழும் அலைவு ஒரு முழு அலைவு ஆகும். அல்லது O விலிருந்து A க்கும், A இலிருந்து O க்கும் O விலிருந்து B க்கும் B இலிருந்து O க்கும் நிகழும் அலைவும் ஒரு முழு அலைவு ஆகும். இத்தகைய ஓர் அலைவு எடுக்கும் நேரம் அலைவு காலம் (T) எனப்படும். மேலும் ஓர் அலகு நேரத்தில் ஆக்கப்படும் முழு அலைவுகளின் எண்ணிக்கை மீடறன்(n) எனப்படும். கணிதரீதியில்

$$n = \frac{1}{T} \text{ ஆகும்}$$

ஒரு செக்கனுக்குரிய ஓர் அலைவு (அல்லது சக்கரம்) ஆட்டசு (Hz) எனப்படும். படம் 1 இல் OA அல்லது OB அலைவின் அதிவயர் பெயர்ச்சியாகும். இது வீச்சம் எனப்படும்.

எளிய இசை இயக்கம்



படம் (2a) இல் O பற்றி ஒரு நேர் கோட்டில் A க்கும் B க்கும் இடையில் அலையும் பொருள் P ஐக் கருத்திற்கொள்க. P ஒரு கருளி வில்லில் தொங்கும் பொருள் எனக்கொள்க. முன்பு, நேர் கோட்டியக்கத்தில் பருமனிலும் திசையிலும் மாறா ஆர்முடுகல்களைக் கருத்திற் கொண்டோம். வட்ட இயக்கத்தில் பருமனில் மாறாததும் திசையில் அவ்வாறு இல்லாததும் ஆன ஆர்முடுகல்களைக் கருத்திற் கொண்டோம் ஆனால் இப்போது பெயர்ச்சிகளையும், வேகங்களையும் போ ஆ இரண்டிலும் ஆவர்த்தன O க்கில் மாறு

முதல் பெயர்ச்சிகளையும் வேகங்களையும் கருத்திற் கொள்க, P, O விற்குக்கீழ் இருக்கும் பொழுது அதன் பெயர்ச்சி O விலிருந்து அளக்கையில் கீழ்முகமானது. மேலும் P ஆனது O வை விலகிச் செல்கையில் வேகம் கீழ்முகமாகவும் ஆனால் O வை நோக்கிச் செல்கையில் மேல்முகமாகவும் அத்துடன் A இலும் B இலும் பூச்சியமாகவும் இருக்கும்.

P ஆனது O விற்குமேலிருக்கும் பொழுது பெயர்ச்சி மேல்முகமாகவும் அத்துடன் அதன்வேகமானது P,O வை விலகிச் செல்கையில் மேல்முகமாகவும், நோக்கிச் செல்கையில் கீழ்முகமாகவும் இருக்கும்.

ஆர்முடுகலின் மாறலை ஒரு சுருளி வில்லில் தொங்கும் பொருளின் அலை வைக் கருத்திற் கொண்டு காணலாம். மீளியல் மீளும் விசையின் பருமன் பெயர்ச்சியுடன் அதிகரிக்கின்றது ஆனால் எப்பொழுதும் சமநிலைப் புள்ளி O நோக்கிச் செயற்படும். ஆகவே அதற்கேற்ப விளையுள் ஆர்முடு கல் தொழிற்படும். அதாவது பெயர்ச்சி எவ்விதமாக இருப்பினும் பெயர்ச்சியுடன் அதிகரிக்கும் ஆனால் சமநிலைப்புள்ளி நோக்கியவாறு இருக்கும், சுருங்கச் சொல்லின் P ஆனது O விற்குக் கீழிருப்பின் பெயர்ச்சிகீழ்முகமாகவும் ஆர்முடுகல்மேல் முகமாகவும் இருக்கும். ஆனால் பெயர்ச்சி மேல் முகமாக இருப்பின் ஆர்முடுகல் கீழ்முகமாக இருக்கும். சுலபமாக இவற்றைக் கையாளுவதற்கு ஒரு குறிவழக்கை உபயோகிப்பின் அதாவது கீழ்முகமாகத் தொழிற்படும் கணியங்களை நேர் (+) எனவும் மேல் முகமாகத் தொழிற்படும் கணியங்களை எதிர் (-) எனவும் கொள்ளின், அப்பொழுது ஆர்முடுகலும் பெயர்ச்சியும் எப்பொழுதும் எதிர்க்குறிகளை ஒர் அலைவில் உடையன வாகவிருக்கும் இவை யாவற்றையும் படம் 2 b தெளிவாக விளக்குகின்றது.

ஆர்முடுகல் 'a' இனதும் பெயர்ச்சி 'x' இனதும் பருமன்களுக்கிடையே யுள்ள எளிய தொடர்பு யாதெனில் ஆர்முடுகல் a ஆனது பெயர்ச்சி x இற்கு நேர்விகித சமமாக இருப்பதாகும். இத்தகைய தொடர்பை உருவாக்கும் இயக்கம் எளிய இசை இயக்கம் எனப்படும். இது வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

ஒரு பொருளின் ஆர்முடுகல் ஒரு நிலைத்த புள்ளியிலிருந்தான தூரத்திற்கு நேர்விகிதசமமாகவும் அத்துடன் அப்புள்ளி நோக்கி அதன் திசை இருக்கின்றதாகவும் அமையின் அவ்வியக்கம் எளிய இசை யுடைய தெனப்படும்

எனவே ஆர்முடுகலையும் பெயர்ச்சியையும் இணைக்கும் சமன்பாடு வருமாறு எழுதப்படும்.

$$a \propto -x$$

அல்லது $a = -(\text{நேர்மாறிலி}) x$

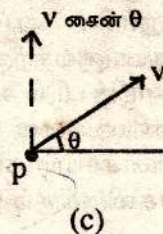
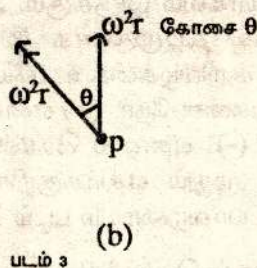
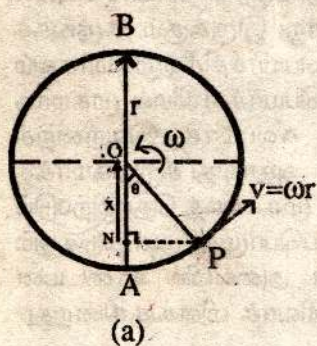
மேற்சமன் புட்டில் பெரும் பெயர்ச்சிக்கு ஆர்முடுகல் இருப்பினும் எதிர்க்குறி (-) பெயர்ச்சிக்கு எதிர்த்திசையில் அதாவது புள்ளி O நோக்கியுள்ளதென விளக்குகின்றது.

பெரும்பாலான இயக்கங்கள் சிறுவீச்சங்களுக்கு எளிய இசை இயக்கத்தை யுடையனவாக இருக்கின்றன.

நுண்கணித குறியீட்டின்படி இதனை

$$\frac{d^2 x}{dt^2} = -\text{மாறிலி. } x \text{ என எழுதலாம் } (\because a = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2 x}{dt^2})$$

எளிய இசை இயக்கச் சமன்பாடுகள்



O என்னும் மையமும் r என்னும் ஆரையுமுடைய ஒருவட்டத்தைச் சுற்றி P என்னும் புள்ளி சீரான கோண வேகம் ω வுடன் இயங்குகிறதெனக்கொள்க. பரிதியைச் சுற்றி இதன் கதி $v = \omega r$ ஆகும், அத்துடன் மாறாததாகவுமிருக்கும் (படம் 3 a). P பரிதிவழியே சுற்றும் பொழுது அதிலிருந்து AOB க்குக் கீறப்படும் செங்குத்தின் அடி N ஆனது A இலிருந்து O க்கூடாக B க்குச் சென்று மீண்டும் B இலிருந்து O க்கூடாக A ஐவந்தடையும். இது P ஒரு சுற்றை ஆக்கும்பொழுது ஏற்படும் நிகழ்வாகும். A இலிருந்து P புறப்பட்டு t நேரத் திற்குப்பின் OP என்னும் ஆரைθ என்னும் கோணத்தை OA வுடன் ஆக்குகிறதெனவும் அதன் செங்குத்தின் அடி N ஆனது O விலிருந்து x தூரத் திலிருக்கிறதெனவும் கொள்க. இப்பொழுது O பற்றி N எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்குகிறதெனக் காட்டுவோம்

(a) ஆர்முடுகல்

N இன் இயக்கம் P இனால் ஆனதாகும் அதனால் N இன் ஆர்முடுகல் P இனது ஆர்முடுகலின் AB க்குச் சமாந்தரமான கூறாகும். P இன் ஆர்முடுகல் PO வழியே $\omega^2 r$ (அல்லது v^2) ஆகும். எனவே இதன் கூறு AB க்குச் சமாந்தரமாக $\omega^2 r$ கோசை θ (படம் 3 b) ஆகும்.

அதனால் N இன் ஆர்முடுகல் a ஆனது $a = -\omega^2 r$ கோசை θ ஆகும். இக் கோவையில் காணப்படும் எதிர்க்குறி (-) முன் விளக்கியபடி கணிதமுறைப்படி எப்பொழுதும் O வை நோக்கியதாகும். மேலும் $x = r$ கோசை θ ஆனதால்

$$a = -\omega^2 x$$

ω^2 எப்பொழுதும் ஒரு நேர் மாறிலியானதால் இச்சமன்பாடு, N இன் ஆர்முடுகல் O வை நோக்கியும் அத்துடன் O விலிருந்து அதன் தூரத்திற்கு நேர்விகிதசமம் எனப் பதையும் கூறுகின்றது. இதன் பிரகாரம் P துணைவட்டம் என்று அழைக்கப்படும் வட்டத்தைச்சுற்றி இயங்கும் பொழுது N ஆனது O பற்றி ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்கு கின்றதாகும்.

(b) அலைவுகாலம்

N இன் அலைவுகாலம் T ஆனது N, A இலிருந்து B க்கும் B இலிருந்து மீண்டும் A க்கு வருவதற்கு எடுக்கும் நேரமாகும் இதே நேரத்தில P ஆனது துணை வட்டத்தை ஒரு தரம் சுற்றி வந்து விடுகின்றது.

$$\begin{aligned} \text{எனவே } T &= \frac{\text{துணைவட்டத்தின் சுற்றளவு}}{P \text{ இன் கதி}} \\ &= \frac{2\pi r}{v} \\ &= \frac{2\pi r}{\omega r} \quad (\because v = \omega r) \\ \therefore T &= \frac{2\pi}{\omega} \end{aligned}$$

ஒரு குறிப்பிட்ட எளிய இசை இயக்கத்திற்கு ω மாறிலியாதலினால் T உம் ஒரு மாறிலியாகும். அத்துடன் T அலைவின் வீச்சம் r இல் தங்குவதில்லை. வீச்சம் அதிகரிப்பின் பொருள் விரைவாக இயங்கும் ஆனால் T மாறாதிருக்கும். வீச்சம் எவ்வாறிருப்பினும் மாறா அலைவுகாலத்தையுடைய ஓர் இயக்கம் சமகாலவுடைமை உள்ளது. இது ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தின் முக்கிய சிறப்பியல்பு ஆகும்.

(C) வேகம்

N இன் வேகம் P இன் வேகத்தின் AB க்குச் சமாந்தரமான கூறாகும். அதாவது - v சைன் θ ஆகும் (படம் 3C.) அல்லது - ω சைன் θ (எனினில் v = ωr)

$0^\circ < \theta < 180^\circ$ ஆக இருக்கும் பொழுது சைன் θ ஆனது நேர் பெறுமானமுடையதால் N மேல்முகமாக இயங்கும் அத்துடன் $180^\circ < \theta < 360^\circ$ ஆக இருக்கும்பொழுது சைன் θ எதிர் பெறு மாணமுடையதால் N கீழ் முகமாக இயங்கும். படம் 2b, வேகம் எதிர்க்குறியுடையதால் மேல்முகமாகவும் நேர்க்குறியுடையதால் கீழ்முகமாகவும் செயற் படுகின்றனத்த உறுதிப்படுத்துகின்றது.

P உம் அதன் பிரகாரம் N உம் நேரம் பூச்சியத்தில் A இலிருந்து இயங்க ஆரம் பிக்கிறதெனக் கொண்டால் நேரம் t உடன் N இன் வேகத்தின் மாறல் வருமாறு தரப்படும்.

அதாவது வேகம் = - ω r சைன் ωt (∵ θ = ωt)
மேலும் பெயர்ச்சி சார்பாக N இன் வேகத்தின் மாறல்

$$\begin{aligned} \text{வேகம்} &= \pm \omega r \sqrt{(1 - \text{கோசை}^2 \theta)} \quad (\because \text{சைன்}^2 \theta + \text{கோசை}^2 \theta = 1) \\ &= \pm \omega r \sqrt{[1 - (x/r)^2]} \\ &= \pm \omega \sqrt{(r^2 - x^2)} \end{aligned}$$

எனவே N இன் வேகம் ஆனது x=0 ஆக இருக்கும் பொழுது ±ωr ஆகவும் அதாவது அதிவயர் வாகவும் x=±r ஆக இருக்கும் பொழுது பூச்சியமாகவும் இருக்கும்

(d) பெயர்ச்சி

பெயர்ச்சி, x = r கோசை θ இனால் தரப்படும்

அதாவது x = r கோசை ωt

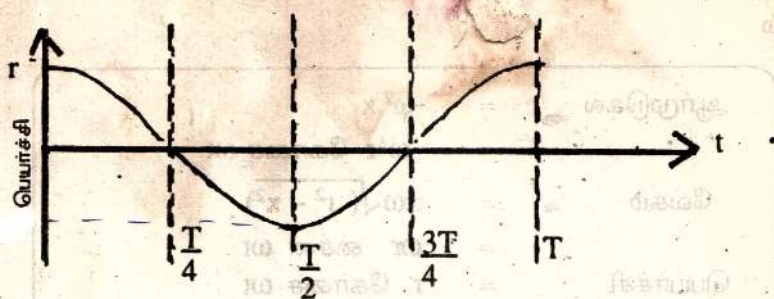
நேரம் t உடன் பெயர்ச்சி, வேகம், ஆர்முடுகல் என்பனவற்றின் மாறல்கள் கீழ்க்காட்டப்பட்டுள்ளன.

படம் 4a பெயர்ச்சி - நேரம் மாறலைக் காட்டுகின்றது

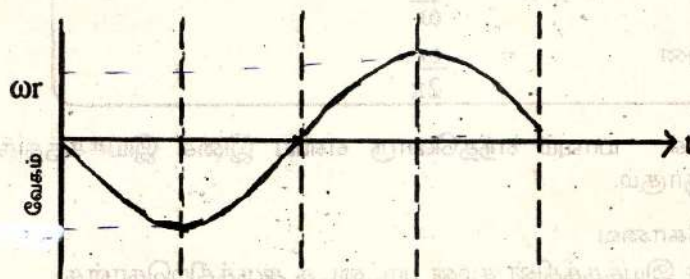
படம் 4b வேகம் - நேரம் மாறலைக் காட்டுகின்றனது

படம் 4C ஆர்முடுகல் - நேரம் மாறலைக் காட்டுகின்றது.

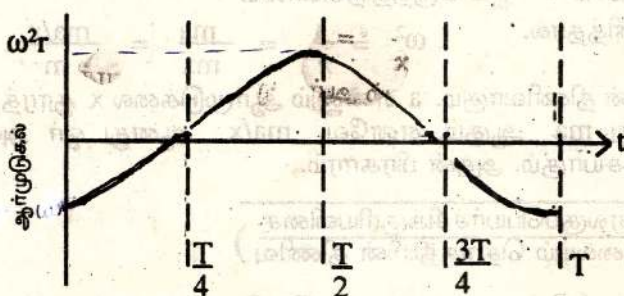
(a)



(b)



(c)



பட்டம் 4

இவ்வளையிகள் யாவும் சைன் வளையியை போன்றனவாக இருக்கின்றன. எனவே சைன்வளையி எனிய இசை இயக்கத்தை எடுத்து விளக்குவதாக இருக்கின்றது. மேலும் வேகம் பூச்சியமாகும் வேளையில் பெயர்ச்சி அதிவுயர் வீச்சத்தையுடையதாகவும் ஆர்முடுகல் அதிவுயர்வாகவும் இருக்கின்றன. இவ்வாறு மறுதலைக்கும் இருக்கின்றன. ஓர் எனிய இசை இயக்கத்தில் இக்கணியங்களுக்கிடையேயுள்ள மாறல்களை கீழ் அட்டவணை இலகு வாக தெளிவாக்கு கின்றது.

பெயர்ச்சி x	0	$+r$	$-r$
வேகம் v	$\pm\omega r$	0	0
ஆர்முடுகல் a	0	$-\omega^2 r$	$+\omega^2 r$

ஆர்முடுகல்	=	$-\omega^2 x$
	=	$-\omega^2 r$ கோசை ஓ
வேகம்	=	$\pm \omega \sqrt{(r^2 - x^2)}$
	=	ω சைன் ஓ
பெயர்ச்சி	=	r கோசை ஓ
அலைவுகாலம்	=	$\frac{2\pi}{\omega}$
மீடறன்	=	$\frac{\omega}{2\pi}$

மேற்சமன்பாடுகள் யாவும் எந்தவொரு எளிய இசை இயக்கத்துக்கும் பொருத்தமானதாகும்.

ω வுக்கு ஒரு கோவை

ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தின் சமன் பாட்டைக் கருத்திற்கொள்க.

அதாவது $a = -\omega^2 x$ ஐக் கருத்திற்கொள்க

குறியீட்டைப் புறக்கணித்தால், $\omega^2 = \frac{a}{x} = \frac{ma}{mx} = \frac{ma/x}{m}$

இங்கு m தொகுதியின் திணிவாகும். a என்னும் ஆர்முடுகலை x தூரத்தில் ஆக்கும் விசையானது ma ஆகும். எனவே ma/x ஆனது ஓர் அலகு பெயர்ச்சிக்குரிய விசையாகும். அதன் பிரகாரம்.

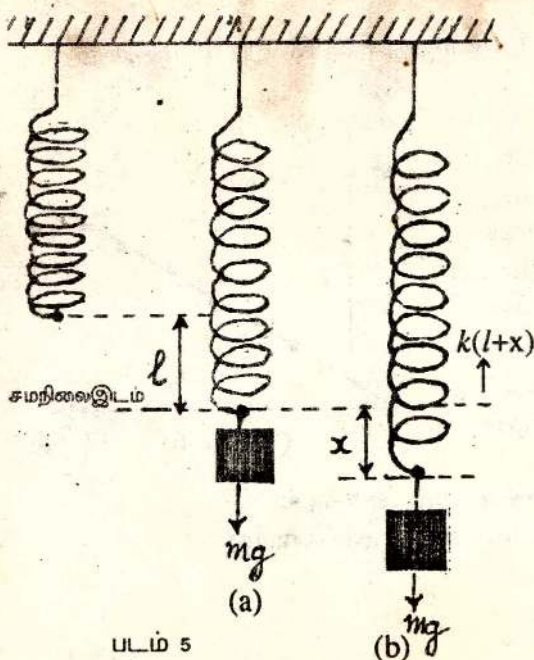
$$\omega = \sqrt{\frac{\text{ஓரலகுப்பெயர்ச்சிக்குரியவிசை}}{\text{அலையும் தொகுதியின் திணிவு}}}$$

ஓர்எளிய இசை இயக்கத்தின் அலைவுகாலம் $T = \frac{2\pi}{\omega}$ என்பதால்

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\text{அலையும் தொகுதியின் திணிவு}}{\text{ஓரலகுப்பெயர்ச்சிக்குரிய விசை}}}$$

இக்கோவையின் படி (i) அலையும் தொகுதியின் திணிவு அதிகரிக்கும் பொழுதும் (ii) ஓரலகுப் பெயர்ச்சிக்குரிய விசை குறையும் பொழுதும் அலைவுகாலம் T அதிகரிக்கின்றதென் பதை விளக்குகின்றது.

சுருளிவில்லின் மேல் திணிவு
(a) அலைவுகளின் அலைவுகாலம்



ஒரு சுருளிவில்லின் நீட்சி ஊக்கின் விதிக்குக் கீழ்ப்படி கின்றதால் நீட்சி இழுவைக்கு நேர்விதிதசமம். m என்னும் திணிவு வில்லின்முனையில் தொங்கவிடப்படும் பொழுது அது கீழ்முகமாக mg என்னும் இழுவையை உஞற்றுக்கின்றது. அப்பொழுது படம் 5a இல் காட்டியவாறு l என்னும் பருமனால் நீட்டப்படுகின்றது. ஓரலகு நீட்சியை ஏற்படுத்தி வதற்கு k என்னும் இழுவை வேண்டப்படின், இங்கு வேண்டிய இழுவை kl ஆகும். (k வில்மாறிலியும் அதன் அலகு Nm^{-1} ஷமாகும்). எனவே $mg = kl$

இப்பொழுது சமநிலையிலிருந்து திணிவு m ஆனது x என்னும் மேலதிக தூரத்திற் கூடாகக் கீழ்முகமாக இழுக்கப்பட்டின் நீட்சி இழுவை கீழ்முகமாக $k(l+x)$ ஆகும். இதுவே சுருளிவில்லில் படம் 5b இல் காட்டியவாறு மேல்முகமாக தொழிற்படுின்றதுமாகும். ஆகவே திணிவில் மேல்முகமாகச் செயற்படும் விளையுள் விசை $= k(l+x) - mg$
 $= kl + kx - kl$ ($\because mg = kl$)
 $= kx$

திணிவு விடப்படும் பொழுது அது மேலும் கீழ்முகமாக அலையும் நீட்சி x இல் அது a என்னும் ஆர்முடுகலையுடையதாயின் நியூற்றனின் இரண்டாம் இயக்கவிதியின் படி

$$-kx = ma$$

இங்கே எதிர்க் (-) குறி (நாங்கள் உபயோகிக்கும் குறிவழக்கின்படி) a ஆனது அக்கணத்தில் மேல்முகமாகவும் பெயர்ச்சி x கீழ்முகமாகவும் (அதாவது நேர்) இருக்கின்றதைக் காட்டுகின்றது.

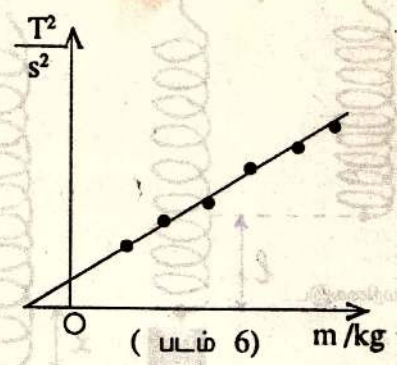
$\therefore a = \frac{-kx}{m} = -\omega^2 x$, ω^2 இங்கு $\frac{k}{m}$ இற்கு சமமும் அத்துடன் k உம் m உம் நிலையான பெறுமானங்களான வையால் அது ஒரு நேர்மாறிலியுமாகும் ஆகவே ஊக்கின் விதிக்குக் கீழ்ப்படியும் வரை இவ்வியக்கம் சமநிலை பற்றி ஓர்

எளிய இசை இயக்கம் ஆகும் அலைவு காலம் $T = \frac{2\pi}{\omega}$ என்பதற்கிணங்க

இங்கு $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

இதன் பிரகாரம் $T^2 = \frac{4\pi^2 m}{k}$. இப்பொழுது வெவ்வேறு m களுக்கு

அவற்றிற்கொத்த T க்களை கண்டு m க்கெதிராக T^2 க்கு வரைபொன்றை கீறின அது நேர் கோடாக உற்பத்தித் தானத்தினூடு செல்ல வேண்டியது அத்தானத்துக்கூடாகச் செல்வதில்லை (படம் 6). இது ஏனெனில் வில்லின் திணிவு கருத்திற் கொள்ளாத படியாலாகும் பரிசோதனை மூலமாக இத்திணிவும் g இன் பெறுமானமும் காணமுடியுமாகும்



(b) g ஐயும் வில்லின் பயன்படு திணிவையும் அளத்தல் கருளிவில்லின் பயன்படு திணிவை m_1 என்க அப்பொழுது

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{(m+m_1)}{k}}$$

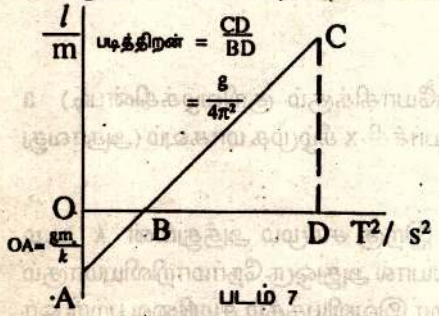
ஆனால் $mg = kl$

$$\therefore T = 2\pi \sqrt{\frac{(kl/g + m_1)}{k}}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2}{k} \left(\frac{kl}{g} + m_1 \right)$$

$$\therefore l = \frac{g}{4\pi^2} T^2 - \frac{gm_1}{k}$$

(1) நிலையான நீட்சி l ஐயும் (ii) அதற் கொத்த அலைவுகாலம் T ஐயும் பல்வேறு திணிவுகளைத் தொங்கவிட்டு ஒவ்வொன்றுக்கும் அளக்கவும். பின்பு



l இற்கும் T^2 இற்கும் வரைபொன்றை அமைக்க. அது படம் 7 இல் காட்டியவாறு நேர்கோடாக அமையும் வரைபின் படித்திறன் = $\frac{g}{4\pi^2}$

$$\therefore g = 4\pi^2 \times \text{படித்திறன்}$$

$$g = \frac{2}{4\pi \frac{CD}{BD}} \text{ m/s}^2$$

வெட்டுத்துண்டு $OA = \frac{gm_s}{k}$

$$m_s = \frac{k \cdot OA}{g}$$

$$k = \frac{mg}{l} \quad \text{என்பது கணிக்கப்படும்}$$

ஆகவே m_s என்னும் பயன்படு திணிவு துணியப்படும். அறிமுறையின் படி ஒரு வில்லின் பயன்படு திணிவு அதன் உண்மைத் திணிவின் $1/3$ மடங்காகும். மேற்பரிசோதனைகளில் 50 அலைவுகளுக்கு நேரம் நிறுத்தற்கடிக்காரம் மூலம் எடுத்து அலைவுகாலம் T கணிக்கப்படவேண்டும்.

எளிய ஊசல்



l என்னும் நீளமுள்ள இழையொன்றின் ஒரு முனையில் m என்னும் சிறு திணிவு (துணிக்கை) பொருத்தப்பட்ட எளிய ஊசலொன்றைக் கருத்திற்கொள்க. இது P என்னும் புள்ளியில் தொங்கவிடப்பட்டு சிறிய கோணத்திற் கூடாகப் பெயர்க்கப்பட்டின் அது O பற்றி இங்குமங்கும் அலையும். இது ஓர் எளிய இசை இயக்கம் எனவருமாறு காட்டப்படும்.

அலையும் திணிவு ஒரு கட்டத்தில் B என்னும் நிலையில் இருக்கிறதென்க. அப்பொழுது $OB = x$. $\angle OPB = \theta$. B இல் திணிவை இழுக்கும் விசை mg சைன் θ ஆனது தொடலி வழியே செயற்படும். இழையிலுள்ள இழுவை இதற்குச் செங்குத்தாக இருப்பதனால் தொடலி வழியே கூறுடையதாக இருக்கமாட்டாது. எனவே B இல் செயற்படும் விசைக்குரிய சமன்பாடு.

$$ma = -mg \text{ சைன் } \theta \text{ ஆகும்}$$

a என்பது OB என்னும் வில்லின் வழியே செயற்படும் ஆர்முடுகலாகும். -குறி விசையானது O வை நோக்குகின்றதைக் குறிக்கின்றது. x என்னும் பெயர்ச்சி O விலிருந்து வில்லின் வழியே அளக்கப்படுவதாகும். θ சிறி தூகையாலும் ஆரையன் களில் அளக்கப்படுவதாலும்

$$\text{சைன் } \theta = \frac{x}{l} \therefore \text{அத்துடன் } \theta = \frac{x}{l}$$

$$\therefore -mg\theta = -mg \frac{x}{l} = ma$$

$$\therefore a = \frac{-g}{l} x$$

இச்சமன்பாடு $a = -\omega^2 x$ போன்றதுபோல் இருப்பதால் இது ஓர் எளிய இசை இயக்கம் என்பதைக் காட்டுகின்றது.

$$\text{அலைவுகாலம் } T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

ஒரு குறிபிட்ட இடத்தில் g மாறிலியாகும். ஆகவே T ஆனது l இல் மட்டும் தங்கியுள்ளது. மேலும் அலைவுகாலம் வளித்தடை பாதித்த போதிலும் மாற்றம் அடைவதில்லை. அதாவது அலைவின் வீச்சம் குன்றினும் அலைவுகாலம் மாறாததாகும். மேற்சமன்பாட்டை பரிமாணமுறையாலும் வருமாறு காணலாம், அலைவுகாலம் T ஆனது திணிவு m இலும் இழையின் நீளம் l இலும் இடத்தின் ஈர்ப்பு ஆர்முடிகல் g இலும் தங்குமொரு கணியமாகும்.

$$\text{எனவே } T = km^x l^y g^z \text{ ————— (1)}$$

இங்கே x, y, z , தெரியா எண்களாகும். சமன்பாடு (1) இனது இரு பக்கங்களினதும் பரிமாணங்களாவன

$$T = m^x l^y g^z$$

M, L, T , க்களின் இருபக்கங்களிலுமுள்ள சுட்டிகளை சமன் படுத்தும் பொழுது.

$$x = 0$$

$$y + z = 0$$

$$-2z = 1$$

$$\therefore z = -\frac{1}{2}; x = 0; y = \frac{1}{2}$$

இவற்றைச் சமன்பாடு (1) இல் பிரதியிடும் பொழுது

$$T = km^0 l^{1/2} g^{-1/2} \text{ பெறப்படும்}$$

அதாவது $T = k \sqrt{\frac{l}{g}}$ ஆகும்.

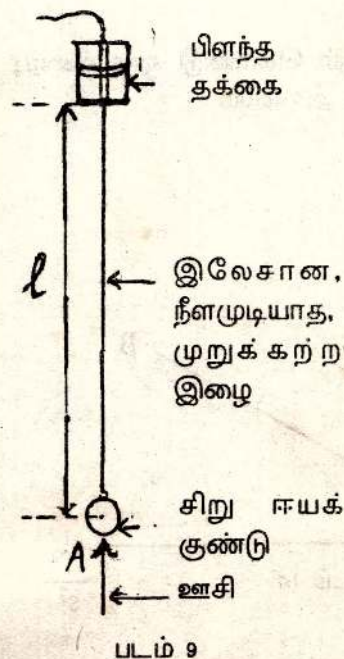
k ஆனது ஓர் எண் என்பதனால் பரிமாணம் இல்லாததொன்றாகும். ஆனால் கணிதபரிசீலிப்பின் படி இதன் பெறுமானம் 2π எனக் காணப்பட்டது.

$$\text{எனவே } T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ ஆகும்.}$$

எளிய ஊசலின் விதிகள்

- (1) மாறா நீளமுடைய எளிய ஊசலின் அலைவுகாலம் (சிறிய வீச்சங்களுக்கு) வீச்சத்தில் தங்குவதில்லை.
- (2) மாறா நீளமுடைய எளிய ஊசலின் அலைவுகாலம் பருமன் வடிவம் திணிவு, பதார்த்தம் என்பவற்றில் தங்குவதில்லை. மேலும் ஊசற்குண்டு தக்கைபோன்று இலேசாகவும் இருத்தல் கூடாது.
- (3) எளிய ஊசலின் அலைவுகாலம் அதன் நீளத்தின் வர்க்க மூலத்திற்கு நேர்விகிதசமமாகும். அதாவது l/T^2 ஒரே இடத்தில் மாறாததொன்றாக இருக்கும்.

எளிய ஊசலினால் ஈர்ப்பு ஆர்முடுகல் g ஐத்துணிகல்.



பரிசோதனை உபகரணங்கள் படம் 9 இல் காட்டியவாறு அமைக்கப்பட்டபின், வெவ்வேறு நீளங்கள் l இற்கு t ஆனது நிறுத்தற் கடி காரமொன்றினால் அளக்கப்படும். l ஐ 50 cm இலிருந்து 200 cm வரை மாற்றலாம். நேரம் t , 50 அலைவு களுக்கு அளக்கப்பட வேண்டும் அலையும் கோணம் சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும் சிறிய கோளத்தினை இழையின் நுனியில் கட்டவேண்டும். நீளம் தொங்கு புள்ளியிலிருந்து கோளத்தின் ஈர்ப்பு மையம் வரை அளக்கப்படவேண்டும். அலைவுகளை எண்ணு வதற்கு A என்னும் மாட்டேற்றும் ஊசி நிலைக்குத்தாக கோளத்திற்குச்சற்று கீழ் வைக்கப் பட்டு அதன்பால் அலைவுகள் எண்ணப்பட வேண்டும். பெறுபேறுகள் கீழ்க்காட்டியவாறு அட்டவணப்படுத்தல் வேண்டும்.

நீளம் l/m	அலைவுகளின் எண் ணிக்கை (N) (50 அல்லது 100)	N அலைவு களுக்கு நேரம் t/s	அலைவுகாலம் $T/s = t/N$	T^2 / s^2	$l/T^2 / m/s^2$
1.					
2.					
3.					
4.					
5.					
6.					

ஆறாவது நிரலில் l/T^2 இன் பெறுபேறுகள் யாவும் மாறிலியாக இருப்பதை அவதானிக்கலாம். இது எளிய ஊசலின் 3 வதுவிதியை வாய்ப்புப் பார்ப்பதாக அமைகின்றது.

பின்பு l ஐ Y அச்சிலும் T^2 ஐ x அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபு அமைக்கப்படும். அது படம் 10 இல் காட்டிய வாறு அமையும்.

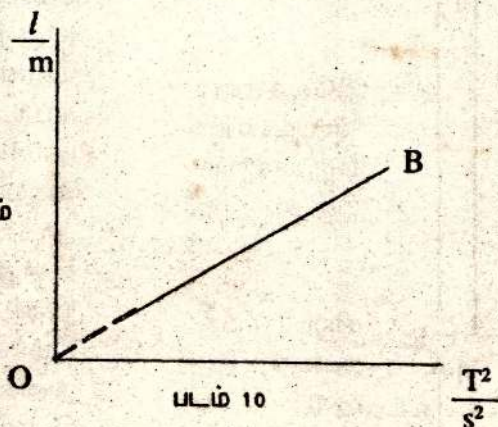
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{l}{g}$$

$$\text{அதாவது } l = \frac{g}{4\pi^2} T^2$$

வரைபின் படித்திறன் $\frac{g}{4\pi^2}$ ஐத்தரும்

இதிலிருந்து g துணியப்படும்.



அணு காப் புள்ளியில் தொங்கவிடப்படும் எளிய ஊசல்

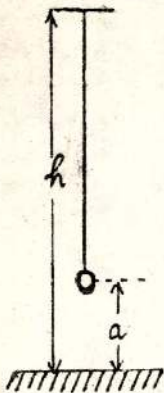
ஓர் எளிய ஊசல் கூரையிலுள்ள அணு காப்புள்ளியிலிருந்து ஏறத்தாழ தரைவரை தொங்கவிடப்படுகின்றது. கூரையின் உயரம் தரையிலிருந்து h எனின் அது வருமாறு துணியப்படும்.

படம் 11 இலிருந்து, $T = 2\pi \sqrt{\frac{(h-a)}{g}}$ ($\therefore h-a$ எளிய ஊசலின் நீளம்)

$$T^2 = \frac{4\pi^2 h}{g} - \frac{4\pi^2 a}{g}$$

$$\therefore \frac{4\pi^2}{g} \cdot a = \frac{4\pi^2}{g} \cdot h - T^2$$

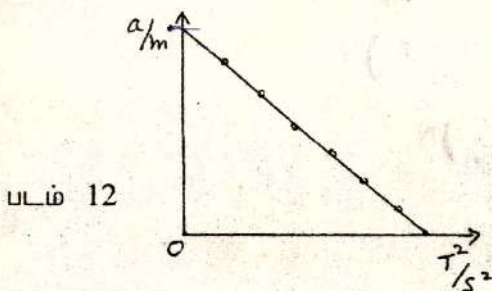
$$\therefore a = h - \frac{g}{4\pi^2} T^2 \quad (1)$$



படம் 11

இங்கு $h, g, 4\pi^2$ மாறிலிகளாகும். எனவே a ஐ Y அச்சிலும் T^2 ஐ X அச்சிலும் கொண்டு வரைபு அமைக்கப்படும் பொழுது அது படம் 12 இல் காட்டியவாறு அமையும் வரைபின் படித்திறன் $= \frac{g}{4\pi^2}$

$\therefore g = 4\pi^2 \times$ படித்திறன் அத்துடன் வரைபின் Y அச்சிலுள்ள வெட்டுத்துண்டு கூரையின் உயரம் h ஐயும் தரும்



படம் 12

உதாரணங்கள்

(1) ஓர் ஊசற்குண்டின் திணிவு 100g. இது ஓர் எளிய ஊசலைப்போல் 5cm வீச்சத்துடன் அலைகின்றது. அலைவுகாலம் 2s எனின் அதன் அதிஉயர் வேகத்தையும் அப்பொழுது இழையின் இழுவையையுங் காண்க. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

ஊசற்குண்டு அலையும்பொழுது அதிதாழ் புள்ளிக்கூடாகச் செல்லும் பொழுது வேகம் அதிஉயர் வாகும்.

$$\therefore v_m = \omega r = 5\omega$$

$$\text{ஆனால் } \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi$$

$$\therefore v_m = \frac{5\pi}{100} \text{ m/s} = 0.16 \text{ m/s} \quad \text{ஆகும்}$$

இழையின் இழுவை F நியூற்றன் எனின், அதிதாழ்புள்ளியில் செயற்படும்

விளையுள் விசை $F - mg = (F - 0.1g) N$

$$\text{ஆனால் } F - 0.1g = 0.1 \frac{v^2}{l}$$

$$F - 0.1g = 0.1 \times \frac{0.1 \pi^2}{l}$$

$$\therefore F = 0.1g + \frac{0.01\pi^2}{l} N$$

$$\text{இப்பொழுது } T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

$$T^2 = \frac{4\pi^2 l}{g}$$

$$\therefore l = \frac{T^2 g}{4\pi^2} = \frac{4g}{4\pi^2} = \frac{g}{\pi^2}$$

$$\therefore F = \left(0.1g + \frac{0.01 \times \pi^4}{g}\right) N$$

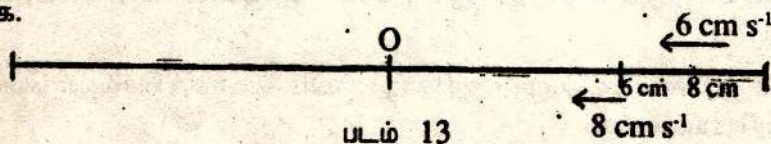
$$= \left(1 + \frac{0.01 \times \pi^4}{10}\right) N$$

$$= \left(1 + \frac{\pi^4}{1000}\right) N$$

$$= 1.097 N$$

$$\therefore \text{இழுவையின் இழுவை} = \underline{\underline{1.097 N}}$$

(2) எளிய இசை இயக்கத்துடன் இயங்கும் துணிக்கையொன்று சமநிலைப் புள்ளியிலிருந்து 6 cm, 8 cm, தூரங்களில் அதன் வேகங்கள் 8 cm/s 6cm/s முறையே ஆகும். (a) அலைவின் வீச்சுத்தையும் (b) அலைவு காலத்தையும் (c) சமநிலைப்புள்ளிக்கூடாகச்செல்லும் பொழுது துணிக்கையின் வேகத்தையும் காண்க.



$$\text{வேகம்} = -\omega \sqrt{r^2 - x^2}$$

இடப்பக்கமாகச் செல்லும் வேகங்களையும் பெயர்ச்சிகளையும் எதிர் எனவும் வலப்பக்கமாக செல்லும் வேகங்களையும் பெயர்ச்சிகளையும் நேர் எனவும் கொள்க.

$$x = +6 \text{ cm} \cdot \text{ஆக இருக்கும் பொழுது வேகம்} = -8 \text{ cm/s}$$

$$\therefore -8 = -\omega \sqrt{(r^2 - 36)}$$

$$x = +8 \text{ cm} \cdot \text{ஆக இருக்கும் பொழுது வேகம்} = -6 \text{ cm/s}$$

$$-6 = -\omega \sqrt{(r^2 - 64)}$$

இச்சமன்பாடுகளை வர்க்கித்து, வகுக்கும் பொழுது

$$\frac{64}{36} = \frac{r^2 - 36}{r^2 - 64}$$

$$\therefore 28r^2 = 64 \times 64 - 36 \times 36$$

$$r^2 = 100$$

$$r = \pm 10 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{வீச்சம்} = \underline{\underline{\pm 10 \text{ cm}}}$$

(b) இதனை வேகச் சமன்பாட்டில் பிரதியிடும் பொழுது ω பெறப்படும்

$$-6 = -\omega \sqrt{100 - 64}$$

$$-6 = -\omega \times 6$$

$$\therefore \omega = 1 \text{ s}^{-1}$$

$$\therefore T = \frac{2\pi}{\omega} = \underline{\underline{2\pi \text{ s}}}$$

(c) சமதிலைப்புள்ளியில் $x = 0$

$$\therefore \text{வேகம்} = \pm \omega \sqrt{r^2 - x^2}$$

$$= \pm \omega r$$

$$= \pm 1 \times 10$$

$$= \underline{\underline{\pm 10 \text{ cm s}^{-1}}}$$

(3) ஓர் இலேசான சுருளி வில்லில் 100 g திணிவு சுமையேற்றப்பட்ட பொழுது 20 cm நீட்சி ஏற்பட்டுள்ளது. சிறிய நிலைக்குத்து அலைவுகளின் அலைவுகாலத்தைக் காண்க. ($g = 10 \text{ ms}^{-2}$).

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

இங்கு $m = 100 \times 10^{-3} \text{ kg}$
 $k = \text{ஓரலகுப்பெயர்ச்சிக்கூரிய விசை}$
 $k = \frac{100 \times 10^{-3} \times 10 \text{ N}}{20 \times 10^{-2} \text{ m}} = 5.0 \text{ N m}^{-1}$

$$\begin{aligned} \therefore T &= 2\pi \sqrt{\frac{100 \times 10^{-3}}{5.0}} \text{ s} \\ &= 2\pi \sqrt{10^{-2}} \text{ s} \\ &= 2\pi \times 10^{-1} \text{ s} \\ &= 0.63 \text{ s} \end{aligned}$$

(4). ஓர் எளிய ஊசல் 4.0 s அலைவுகாலத்தையும் 10.0cm வீச்சத்தையும் உடையது. ஊசற்குண்டின் (a) வேகத்தினதும் (b) ஆர்முடுகலினதும் அதிடயர் பருமன் களையும் காண்க.

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

$$\therefore \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{4.0} = \frac{\pi \text{ s}^{-1}}{2}$$

சமநிலையில் அதாவது $x = 0$ ஆக இருக்கும்பொழுது வேகம் அதிடயர்வாகும்

$$\begin{aligned} v &= \pm \omega \sqrt{(r^2 - x^2)} \\ &= \pm \frac{\pi}{2} \sqrt{(100)} \quad (\because r = 10\text{cm}) \\ &= \pm \frac{\pi}{2} \times 10 \\ &= \pm 5\pi \text{ cms}^{-1} = \pm 16 \text{ cm s}^{-1} \end{aligned}$$

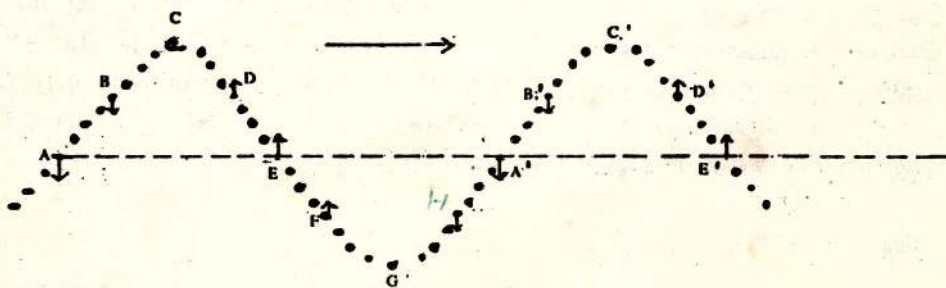
(b) ஆர்முடுகல் வீச்சத்தின் எல்லையில் அதிடயர்வாக இருக்கும் அதாவது

$$\begin{aligned} x &= r = \pm 10\text{cm} \\ a &= -\omega^2 r \\ &= -\frac{\pi^2}{4} \times 10 \text{ cm s}^{-2} \\ &= \underline{\underline{24.7 \text{ cm s}^{-2}}} \end{aligned}$$

அவத்தை

ஓர் அலைத்தொடர் செல்லும் பொழுது ஊடகத்தின் துணிக்கைகள் ஒன்றின்பின் ஒன்றாகத் தத்தம் ஓய்வுப்புள்ளியை மையமாகக் கொண்டு ஒரே விதமான அதிர்வுகளை நிகழ்த்துகின்றன. ஒரு குறித்த கணத்தில் அதிரும் ஒரு துணிக்கை அடைந்துள்ள பெயர்ச்சியையும் அது இயங்கும் திசையையும் குறிப்பதே அவத்தை.

ஓர் அலைத்தொடரில் ஒரே திசையில் சமப்பெயர்ச்சியையும் ஒத்த இயக்கத்தையும் உடைய துணிக்கைகள் ஒத்த அவத்தைத் துணிக்கைகள் எனப்படும். ஆனால் பெயர்ச்சிகள் சமமாயிருப்பினும் துணிக்கைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் இயங்கின் அவை ஒவ்வாத அவத்தைத் துணிக்கைகள் எனப்படும். ஒரு சிலிங்கியின் ஒரு முனை இறுகப் பொருத்தி மறுமுனை அதிரச் செய்தபொழுது உண்டாக்கப்பட்ட அலை இயக்கமொன்று படம் 14 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது இதனில் ஊடகத்தின் துணிக்கைகள் தத்தம் ஓய்வு நிலைபற்றி இயங்கும் பொழுது அவற்றின் பெயர்ச்சிகளும் திசைகளும் காட்டப் பட்டுள்ளன.



படம் 14

இங்கு A, A' என்னும் துணிக்கைகள் ஒரே வேகத்தையும் ஒரே திசையையும் உடையனவாதலால் அவை ஒத்த அவத்தைத் துணிக்கைகள் எனப்படும். அவ்வாறே E, E' என்னும் துணிக்கைகளும், மேலும் B, B' என்னும் துணிக்கைகளும் அத்துடன் C, C' என்னும் துணிக்கைகளும் D, D' என்பனவும் ஒத்த அவத்தைத் துணிக்கைகளாகும்.

ஆனால் துணிக்கைகள் A உம், E உம், அவ்வாறே A' உம் E' உம், ஒவ்வாத அவத்தையில் இருக்கின்றன. ஏனெனில் அவற்றின்திசை ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் இருப்பதனாலாகும்.

கட்டில்லா அதிர்வு வலிந்த அதிர்வு, பரிவு

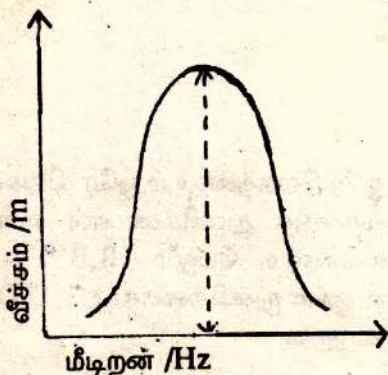
கட்டில்லா அதிர்வு

ஒவ்வொரு பொருளும் அதிரும் பொழுது தத்தமக்குரிய மீடிறனுடன் அதிரும். இம்மீடிறன் திணிவு, வடிவம் மீள்தன்மை ஆகியவற்றில் தங்கியுள்ளது. உதாரணமாக ஒரு தனி ஊசலை அல்லது இசைக் கவையை ஓர் அருட்டும் விசையால் அதிரச் செய்து அவ்விசையை நீக்கின் தனி ஊசல் அல்லது இசைக்கவை தொடர்ந்தும் தத்தம் சொந்தமான மீடிறனுடனும் அதிர்வு காலத்துடனும் அதிரும். இத்தகைய அதிர்வு கட்டில்லா அதிர்வு எனப்படும். வெவ்வேறு பொருள்கள் வெவ்வேறு மீடிறனுடையன. கட்டில்லா அதிர்வுகள் குறுக்கதிர்வுகளாகவும் நெட்டாங்கு அதிர்வுகளாகவும் இருக்கலாம்.

வலிந்த அதிர்வு.

ஒரு ஆவர்த்தன விசையை (சமநேர இடைகளில் ஒரே பருமனையும் ஒரே திசையையும் யடையும் ஒருமாறும் விசை ஆவர்த்தன விசை யெனப்படும்) அதிரத்தக்க பொருளொன்றின் மீது பிரயோகிப்பின், பொருள் முதல் தன் சொந்த அதிர்வு காலத்துடன் அதிரும். பின்பு நேரம்போகப்போகப் பிரயோகிக்கப்படும் விசை இருக்கும் வரை அதன் அதிர்வு காலத்துடன் அப்பொருள் அதிரும். இவ்வதிர்வு வலிந்த அதிர்வு எனப்படும். வலிந்த அதிர்வு நிகழ் வதற்கு அதிரும் பொருளினதும் பிரயோகிக்கும் விசையினதும் மீடிறன்கள் வித்தியாசமானவையாக இருத்தல் வேண்டும்.

பரிவு



படம் 15

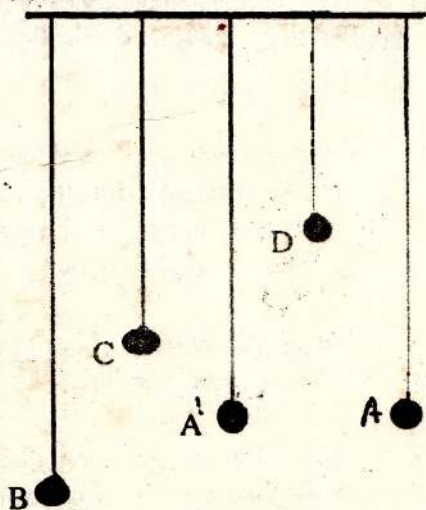
அதிரும் பொருளினதும் பிரயோகிக்கப்படும் விசையினதும் மீடிறன்கள் சர்வசமனாக இருப்பின் பிரயோகிக்கப்படும் விசை பொருளை அதிரச் செய்யும் பொழுது பொருள் ஒரு பெரிய வீச்சத்துடன் உடனடியாக அதிரும். இத்தகைய அதிர்வு பரிவு எனப்படும்.

ஒரு மரப்பாலம், குழாய்களில்வளியிருக்கும் பொறிமுறைத்

தொகுதியொன்றைக் கருத்திற் கொள்க. இதன் மீடறன் n_0 ஆகட்டும். இத்தொகுதியின் மீது ஒரு வித்தியாசமான மீடறனு டைய ஆவர்த்தன விசையை பிரயோகிப்பின் தொகுதியானது சிறிய வீச்சத் துடன் வலிந்த அதிர்வுகளை ஆக்கும். பிரயோகிக்கும் ஆவர்த்தன விசையின் மீடறன் ஆனது தொகுதியின் மீடறன் n_0 க்குச் சமனாயின் தொகுதி ஒரு பெரும் வீச்சத்துடன் அதிரும். தொகுதி பல்வேறு மீடறன் களையுடைய ஆவர்த்தன விசைகளுக்குக் கீழ் அதிரும் பொழுது தொகுதியின் வீச்சத்துடன் அதிரும். மேலும் தொகுதி பல்வேறு மீடறன் களையுடைய ஆவர்த்தன விசைக்குக் கீழ் அதிரும் பொழுது தொகுதியின் வீச்சத்துக்கும் பிரயோகிக்கப்படும் மீடறனு க்கும் வரைபொன்று கீறப்படின் அது படம் 15 இல் காட்டி யவாறு அமையும். வரைபின் அதி உயர் வீச்சத்தையுடைய மீடறன், தொகுதியின் மீடறனு க்குச் சமனாகும். அப்பொழுது பரிவு நிகழும்.

வலிந்த அதிர்வு, பரிவு என்பவற்றை எடுத்துக்காட்டல்.

பாற்றனின் ஊசல்



படம் 16

பொழுது A' உடனடியாக ஒரு பெரும் வீச்சத்துடன் அதிர்கின்றது. ஆனால் மற்ற ஊசல்கள் சிறு வீச்சங்களுடன் அதிர்கின்றன. ஊசல் A இன் அதிர்வுகோலில் ஓர் ஆவர்த்தன விசையை உகூறுகின்றது. இது கோலிற் கூடாக மற்ற ஊசல்களுக்குச் செலுத்தப்பட்டு அவற்றை அதிரச் செய்கின்றது. உகூற்றும் விசையின் அலைவானது A இனதை ஒத்திருக்கும். இது B, C, D என்பவற்றின் அலைவுகளுடன் ஒத்திருக்காததால் அவற்றின் பெயர்ச்சிகள் சிறிதாகும். மேலும் அவை A இன் இயக்கத்தின் கீழ் சிறு வீச்சங்களுடன் அதிரும், நேரம் போக அவற்றின் மீடறன் A இனதிற்குச் சமனாகும்.

ஓர் எளிய பரிசோதனை யைக்கொண்டு வலிந்த அதிர்வு, பரிவு என்பவற்றை எடுத்துக்காட்ட லாம். ஒரு கிடையாக ஒழுங்கு செய்யப்பட்ட மரக்கோலில் பல தனி ஊசல்களை படம் 16 இல் காட்டியவாறு தொங்கவிடுக. இவற்றுள் A மற்ற ஊசல்களிலும் பார்க்கப் பாரமுடையதாகும். B, C, D, என்னும் ஊசல்களின் நீளங்கள் A இலும் வித்தியாசமா னவையாகும். ஆனால் A' இனதும் A இனதும் நீளங்கள் சமமானவை. கோலுக்குச் செங்குத்தாக A ஆனது அதிரச் செய்யப்படும்

அப்பொழுது அவை வலிந்த அதிர்வுகளை ஆக்கும். ஆனால் A இனதும் A' இனதும் மீடறன்கள் ஏறகனவே ஒத்திருந்ததால் A' இல் பரிவு உண்டாக்கப்படுகின்றது. இது A இன் அலைவுகாலத்துடன் அதிர்ந்து பெரிய வீச்சத்தை உடையதாகின்றது.

(2) இரு சர்வசமனான தந்திகள் அருகருகே சமனான இழுவைக்குக் கீழ் மரப்பெட்டி யொன்றின் மீது இரு முனைகளுக்கு மேல் நீட்டப்பட்டிருக்கின்றன. இன்னொரு வித்தியாசமான இழுவையின் கீழுள்ள மூன்றாம் தந்தியொன்று இவற்றிற்குப் பக்கத்தில் நீட்டப் பட்டுள்ளது. முதல் இரு தந்திகளும் ஒரே சமனான மீடறன் களையுடையனவாகும். சர்வசமனான இத்தந்திகளிலொன்று அருட்டப்படி இதன் அதிர்வுகள் மற்றத் தந்திகளுக்குச் செலுத்தப்படும். அப்பொழுது பரிவு முதலாவதற்குச் சர்வசமனான தந்தியில் நிகழ்வதையும் மற்றதில் வலிந்த அதிர்வு நிகழ்வதையும் அவதானிக்கலாம், பரிவு நிகழும் தந்தியின் நடுப்பாகத்தில் ஒரு v வடிவக்கடதாசி ஏறியைவைக்கும் பொழுது அது விரைவாக எறியப்படுவதைக் காணமுடிகின்றது. இது அத்தந்தியின் வீச்சம் பெரிதெனக் காட்டுகின்றது. மற்றத் தந்தியில் ஏறியைக்கப்படும் பொழுது அது எறியப்படாதிருக்கின்றது. இது அத் தந்தி வலிந்த அதிர்வையும் சிறிய வீச்சத்தையும் உடைய தென்பதைக் காட்டுகின்றது.

(3) இடி முழக்கத்தின் போது சில யன்னல் கண்ணாடிகள் அதிர்கின்றன. இடிமுழக்கத்தின் அதிர்வுகளுடன் யன்னல் கண்ணாடியின் அதிர்வுகளின்மீடறன்களும் சமனாகும் பொழுது அதாவது பரிவு ஏற்படும் பொழுது கண்ணாடிகளின் வீச்சம் பெரிதாவதால் அவை உடையநேரிடுகின்றன.

(4) பாலங்களின் மீது இராணுவத்தினர் அணிவகுத்துச் செல்லும் பொழுது ஒரே ஒழுங்கில் காலடி வைக்காமை பாலம் முறிவதைத் தவிப்பதற்கே.

(5) ரக்கோமா நரோஸ் பாலச்சமயவம் 1940ம் ஆண்டு நடந்தது. பாலத்தின் நீளமான பாவுக்கு ஓர் இயற்கையான மீடறன் உண்டு இச்சம்பவம் நடந்ததினம் புயலொன்று அடித்ததால் அது பாலத்தைப் பரிவுறச் செய்தது. அதனால் பாலத்தினது அதிர்வுகளின் வீச்சம் பெரிதானதால் அது நொருங்கி உடைந்துள்ளது. பாலத்தில் தணிக்கையில்லாதது இவ்வழிவுக்கு ஒரு காரணமாதலினால் பொறியியலாளர்களுக்கு இது ஒரு பாடமாகவும் இருந்ததால் கட்டடங்கள் பாலங்கள அமைக்கும் பொழுது, தணிக்கை இன்றியமையாததெனக் கருத்திற் கொள்ளப்பட்டுள்ளது.

**அலகு 3.1 அலைவு
வினாக்கள்
($g = 9.81 \text{ m/s}^2$ எனக்கொள்க)**

(1) 15g திணிவுள்ள ஒரு பொருள் ஒரு நிலையான புள்ளிபற்றி 8cm வீச்சத்துடன் எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்குகின்றது. நிலையான புள்ளியிலிருந்து 4cm தூரத்தில் 10g நிறைக்குச் சமனான விசையினால் அப்புள்ளி நோக்கித் திணிவு கவர்ப்பின் (a) நிலையான புள்ளி பற்றி அதன் அலைவு காலத்தையும் (b) அதிடயர் இயக்கச்சத்தியையுங் காண்க. [விடை: (a) 0,49 s (b) 0.00758 J]

(2) எளிய இசை இயக்கம் என்றால் என்ன? ஒரு துணிக்கை ஒரு நேர்கோட்டின் வழியே எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்குகின்றது. பாதையின் மையத்திலிருந்து 3 cm, 4cm. தூரத்தி லிருக்கும் புள்ளிகளுக் கூடாகச் செல்லும் பொழுது அதன் வேகம் 16cm/s, 12cm/s ஆகும். (a) வீச்சம் (b) இயக்கத்தின் அலைவு காலம் ஆகியவற்றைக் காண்க. (விடை: (a) 0:05cm, (b) $\pi/2$ s)

(3) எளிய இசை இயக்கத்தை வரையறுக்க. எளிய இசை இயக்கத்துடன் இயங்கும் பொருளின் வேகம் சராசரி நிலையிலிருந்து 90cm. தூரத்திலும் 120 cm தூரத்திலும் 120cm/s, 90cm/s ஆகும். சராசரி நிலையில் அதன் வேகம் என்ன? (விடை: 1.5 m/s)

(4) ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்கும் பொருளொன்றினது வேகத்துக்கு ஒரு சமன் பாட்டை அலைவுகாலம், வீச்சம், சராசரிப்புள்ளியிலிருந்து தூரம் சார்பா கப்பெறுக.

ஒரு மணிக்கூட்டினது ஊசலின் நீளம் 130 cm. இதனை ஓர் எளிய ஊசலெனக்கொண்டு $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ஆக இருக்கும் இடத்தில் இவ்வூசலின் அலைவுகாலத்தைக்காண்க. (விடை: 2.29 s)

(5) எளிய இசை இயக்கம் என்றால் என்ன? எளிய இசை இயக்கத்தின் அலைவுகாலத்திற்கு ஒரு கோவையைப் பெறுக.

50 g திணிவுள்ள ஒரு சிறு ஊசற் குண்டைக்கொண்ட ஓர் எளிய ஊசல் 5cm வீச்சத்துடனும் 2s அலைவு காலத்துடனும் அலைகின்றது. ஊசற்குண்டின் வேகம் அதிடயர்வாக இருக்கும் கணத்தில் அதன் வேகத்தையும், அதைத் தாங்கும் இழையின் இழுவையையுங் காண்க. (விடை: 0,05 π m/s, 0,05 kg நிறை)

(6) ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தில் இயங்கும் துணிக்கையொன்றின் வேகத்துக்கும், ஆர்முடுகலுக்கும், அலைவுகாலம் T சார்பாகவும் வீச்சம் a சார்பாகவும் அலைவின் மையத்திலிருந்து பெயர்ச்சி x சார்பாகவும் கோவைகள் எழுதுக. $2s$ அலைவு காலத்துடனும் $5cm$. வீச்சத்துடனும் நிலைக்குத்தாக எளிய இசை இயக்கத்தில் இயங்கும் ஒரு கிடையான பீடத்தில் $200g$ திணிவுள்ள பொருளொன்று வைக்கப்பட்டுள்ளது. பொருளினால் பீடத்தில் உகுற்றப்படும் அதிஉயர், அதிதாழ் விசைகளையும் அத்துடன் பீடம் மையநிலைக் கூடாகச் செல்லும் பொழுது அதனில் உகுற்றப்படும் விசையையுங்காண்க. (விடை : $0; 21, 1; 19, 0; 2 kg$ நிறை)

(7) வீச்சம், அலைவுகாலம், மீடறன் என்பவற்றை விளக்குக. ஒரு முனை இறுகப் பொருத்தப்பட்ட ஓர் உருக்குக் கீலத்தின் மற்றச் சுயாதீன முனை $30 Hz$ மீடறனுடனும் $4.0 mm$ வீச்சத்துடனும் அதிர்வுறுகின்றது. (a) சுயாதீனமுனை சமநிலைப்புள்ளிக் கூடாகச் செல்லும் பொழுது அதன் வேகத்தையும் (b) அதிஉயர் பெயர்ச்சியில் அதன் ஆர்முடுகலையுங் காண்க. (விடை : (a) $75 cm/s$ (b) $1.4 \times 10^4 cm/s^2$)

(8) ஓர் எளிய ஊசலை உபயோகித்து புவியின் மேற்பரப்பில் ஈர்ப்பு ஆர்முடுகலை துணியும் முறையை விவரிக்க. $130 cm$ நீளமுடைய ஊசலொன்றின் அலைவுகாலம் T_1 ஆகும். குண்டு இப்பொழுது ஒரு பக்கமாக இழுக்கப்பட்டு சம்புருவூசலாக ஒரு கிடையான $50.0cm$ ஆரையுடைய வட்டத்தில் இயங்கத் தக்கதாக விடப்படுகின்றது. சுழற்சி அலைவுகாலம் T_2 ஆகும். $T_1 : T_2$ என்னும் விகிதத்தைக் காண்க. (விடை : 1.04)

(9) $0.10 kg$ திணிவுள்ள ஒரு பொருள் ஒரு நீளமான சுருளி வில்லில் தொங்குகின்றது. A என்னும் சம நிலையிலிருந்து $10 cm$ கீழ்முகமாக இழுக்கப் பட்டு விடப்பட்ட பொழுது, $2.0 s$ அலைவுகாலத்துடன் ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தில் அதிர்கின்றது.

(a) A இக்கூடாசச் செல்லும் பொழுது அதன் வேகம் என்ன?

(விடை : $31 cm/s$)

(b) A க்கு $5cm$. மேலிருக்கும் வேளையில் அதன் ஆர்முடுகல் என்ன?

(விடை : $50 cm/s^2$)

(c) அது மேல்முகமாக இயங்கும் பொழுது A க்குக் கீழ் $5cm$ தூரத்திலுள்ள ஒரு புள்ளியிலிருந்து A க்குமேல் $5cm$. இல் இருக்கும் ஒரு புள்ளிக்கு செல்ல எடுக்கும் நேரம் என்ன? (விடை : $0, 33s$)

(10) ஒரு சுருளி வில்லின் கீழ் முனையில் $2.0 kg$ திணிவு தொங்கவிடப்பட்ட பொழுது அதனில் $0.40 m$ நீட்சி ஏற்பட்டுள்ளது. திணிவுகளை என்னும்

சிறிய தூரத்திற்கூடாகப் பெயர்க்கப்பட்டு விடப்பட்டபொழுது ஓய்வநிலை பற்றி a என்னும் ஆர்முடுகலுடன் அலைகின்றது. $a = -kx$ ஆகவும், நீட்சிக்கு சுருளிவில் நேர்விகித சமமாகவும் இருப்பின் k என்னும் மாறிலியின் பெறுமானம் என்ன? ($g = 9.8 \text{ N kg}^{-1}$)
(விடை : $24 (.5) \text{ Nkg}^{-1} \text{ m}^{-1}$)

(11) ஒரு சிறு திணிவு பொருத்தப்பட்ட சுருளிவில்லொன்று 35 mm வீச்சுமுடைய ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தை ஆக்குகின்றது. இது 20 முழு அலைவுகளை ஆக்க 6.5 s எடுக்கின்றது.

(a) அதன் கோண மீடறன் (b) அதிஉயர்கதி (c) அதிஉயர் ஆர்முடுகல் ஆகியவற்றைக் காண்க.

(விடை : (a) 19.3 அரையன் s^{-1} (b) 0.677 ms^{-1} (c) 13.0 ms^{-2})

(12) 1.5 m நீளமுடைய இலேசான இழையையுடைய ஓர் எளிய ஊசல் 0.024 kg திணிவுடைய ஒரு கோளக் குண்டைக் கொண்டுள்ளது. குண்டு சமநிலையிலிருந்து அதன் மையம் 20 mm உயரத்துக்குப் பெயர்க்கப்பட்டு பின்பு விடப்பட்டுள்ளது. (a) அலைவுகளின் அலைவுகாலம் (b) குண்டின் அதிஉயர்கதி (c) இழையிலுள்ள அதி உயர் இழுவையில் இழைக்கும் நிலைக்குத்துக்கு மிடையிலுள்ள கோணத்தையுங் காண்க.

(விடை : (a) 2.43 s (b) 0.632 ms^{-1} (c) $0.246 \text{ N}, 0$)

பல் தேர் வினாக்கள்

(1) ஓர் எளிய இசை இயக்கம் 0.018 அலைவுகாலத்தையும் 0.2 m வீச்சத்தையும் உடையது. அலைவின் மையத்தில் அதன் வேகத்தின் பருமன் ms^{-1} இல்

(i) 20 (ii) 20π (iii) 100 (iv) 40π (v) 100π

(2) ஒரு சுருளிவில்லின் முனையில் தொங்கும் திணிவு ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தை 0.5 Hz மீடறனுடன் ஆக்குகின்றது. தொங்கும் திணிவின் பெறுமானம் $1/4$ மடங்கு ஆக்கப்படும் பொழுது புதிய மீடறன் Hz இல்

(i) 0.25 (ii) 1.0 (iii) 2.0 (iv) 4.5 (v) 5.0

(3) வெற்றிடத்தில் அலையும் எளிய ஊசலொன்றின் ஆவர்த்தனகாலம்

(A) ஊசற்குண்டின் திணிவில் தங்கியிருக்கும்.

(B) ஊசலின் நீளத்தில் தங்கியிருக்கும்

(C) ஈர்வையினாலான ஆர்முடுகலில் தங்கியிருக்கும்.

- (i) A மாத்திரம் உண்மை (ii) B மாத்திரம் உண்மை.
 (iii) C, மாத்திரம் உண்மை (iv) A,B ஆகியவை உண்மையானவை
 (v) B,C ஆகியவை உண்மையானவை

(4) எளிய ஊசல் ஒன்று ஒரு செக்கனில் 1° கோணத்திற் கூடாக ஊசலாடுகின்றது. அதே ஊசல் 2° கோணத்திற் கூடாக ஊசலாடச் செய்யத் தேவைப்படும் நேரம்.

- (i) 0.25 s (ii) 0.5 s (iii) 1 s (iv) 1.5 s (v) 2 s

(5) பின்வரும் எது அல்லது எவை எளிய இசை இயக்கம் /இயக்கங்கள் ஆகும்?

- (A) ஓர் இழுவையில் எப்பொழுதும் இருக்கும் ஒரு சுருளிவில்லின் முனையில் மேலும் கீழுமாக அலையும் திணிவு.
 (B) ஒரு சிறு குண்டுப்போதிகை ஒரு தட்டில் மேல் கீழுமாக உருளும் பொழுது
 (C) 45° வீச்சத்தில் அலையும் எளிய ஊசல்
 (i) A மட்டும் (ii) B மட்டும் (iii) A,C மட்டும் (iv) B,C மட்டும்
 (v) A,B,C எல்லாம்.

(6) ஓர் எளிய இசை இயக்கத்தில் இருக்கும் ஒரு பொருளோடு சம் பந்தம் பட்ட கணியங்கள் பின் வருவன.

- (A) பொருளின் வேகம் (B) பொருளின் ஆர்முடுக்கும் விசை
 (C) பொருளின் ஆர்முடுகல்

இவற்றுள் எவை ஒன்றோடொன்று செம்மையாக அவத்தையிலுள்ளன?

- (i) இவற்றுள் ஒன்றுமில்லை (ii) A,B மட்டும் (iii) A,C மட்டும்
 (iv) B,C மட்டும் (v) A,B,C எல்லாம்

(7) மென்மையாகத்தணிக்கை செய்யப்பட்ட ஒரு தொகுதியில் பொறிமுறைப் பரிவு நிகழும் வேளையில்

- (A) அலைவின் வீச்சம் அதிகுயர் வாக இருக்கும்.
 (B) இயற்கையான மீடறனும் வலிந்த மீடறனும் சமனாக இருக்கும்.
 (C) அலையும் தொகுதிக்கு இடமாற்றப்படும் சத்திவீதம் அதிகாழ்வாக இருக்கும்

- (i) A,B,C எல்லாம் (ii) A,B மட்டும் (iii) B,C மட்டும் (iv) A மட்டும்
 (v) B மட்டும்

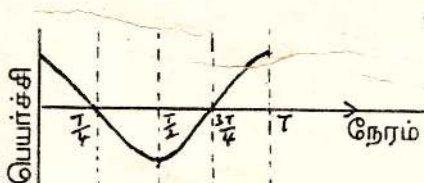
(8) R என்னும் ஆரையுடைய வட்ட ஒழுக்கில் பூமியைச் சுற்றும் ஒரு செய்மதியின் அலைவகாலம் T ஆகும். ஒழுக்கின் ஆரை R/4 ஆகின் அலைவகாலம் என்ன?

- (i) T/8 (ii) T/4 (iii) T/2 (iv) 2T (v) 4T

(9) k என்னும் சுருளிமாறிலி உடைய ஒரு நிலைக்குத்துச் சுருளி வில்லில் தொங்கும் m என்னும் திணிவின் அலைவகாலம் நேர்விதிக்காமல்

- (i) mk (ii) m/k (iii) m²k (iv) $\frac{1}{(mk)^{1/2}}$ (v) $\left(\frac{k}{m}\right)^{1/2}$

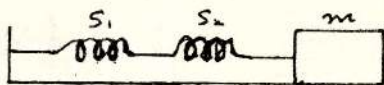
(10) எளிய இசை இயக்கத்தையுடைய ஒரு துணிக்கையின் பெயர்ச்சி நேர மாறலின் வரைபு கீழ்க்காட்டப்பட்டுள்ளது. வரைபிலிருந்து பின்வரும் கூற்றுக்களில் எது பிழையானது?



படம் 17

- (i) T/4 என்னும் நேரத்தில் மீளும்விசை பூச்சியம்
(ii) T/2 என்னும் நேரத்தில் வேகம் அதிக உயர்வு
(iii) T என்னும் நேரத்தில் ஆர்முடுகல் அதிக உயர்வு
(iv) T என்னும் நேரத்தில் பெயர்ச்சி அதிக உயர்வு
(v) T/2 என்னும் நேரத்தில் இயக்கச் சத்தி பூச்சியம்

(11) படம் 18 இல் காட்டியவாறு m என்னும் திணிவுக்குற்றி s_1, s_2 ஆகிய இரு சர்வசமனான சுருளிவிற்களில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. விற்களின்



படம் 18

விசைமாறிலி k ஆகும். எளிய இசை இயக்கத்தை குற்றியில் ஆக்கும் பொழுது அலைவகாலமானது.

- (i) $2\pi \sqrt{\frac{m}{4k}}$ (ii) $2\pi \sqrt{\frac{m}{2k}}$
(iii) $2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ (iv) $2\pi \sqrt{\frac{2m}{k}}$
(v) $2\pi \sqrt{\frac{4m}{k}}$

(12) ஒரு சவருக்குச் சற்று பின்னால் ஒரு பொருள் எனிய இசை இயக்கத்தில் நிலைக்குத்தாக இயங்குகின்றது. சுவரின் மற்ற பக்கத்திலிருந்து பொருளை 2.0 செக்கனுக்கு ஒவ்வொருசக்கரத்துக்கு பார்க்கமுடிகின்றது. அத்துடன் 6.0 செக்கனுக்கு சவருக்குப்பின்னால் மறைந்து விடுகின்றது. சுவரின் உச்சிப்பகுதி சார்பாக பொருள் அடைந்த அதிகூடிய உயரம் 0.30m ஆகும். இயக்கத்தின் வீச்சம்

- (i) 0.18m (ii) 0.51m (iii) 0.60 m (iv) 1.02m (v) 1.20m

அலகு 3.2

அலை இயக்கம்

அலை : ஓர் இடத்திலிருந்து இன்னோர் இடத்திற்குச் செல்லும் ஒரு குழப்பம் அலை எனப்படும்.

துடிப்பு : ஓர் ஊற்றில் இருந்து வெளியே செல்லும் ஓர் ஒன்றிக் குழப்பம் துடிப்பு எனப்படும்.

ஆவர்த்தன அலை : ஒரு மறிதந்த குழப்பம் ஆவர்த்தன அலை எனப்படும். அலைகள் இருவகைப்படும். 1. பொறிமுறை அலைகள் 2. மின்காந்த அலைகள்.

பொறிமுறை அலைகள்	மின்காந்த அலைகள்
(a) நீர் அலைகள்	(a) இரேடியோ அலைகள்
(b) ஒலி அலைகள்	(b) இராடார் அலைகள்
(c) சுருளி விற்களில் உண்டாக்கப்படும் அலைகள்	(c) செந்நிறக் கீழ்க் கதிர் அலைகள்
(d) ஈர்க்கப்பட்ட இழைகளில் உண்டாக்கப்படும் அலைகள்	(d) ஒளி அலைகள்
(e) புவி நடுக்கத்தால் உண்டாகும் அலைகள்	(e) ஊதாக்கடந்த அலைகள்
	(f) X கதிர் அலைகள்
	(g) γ (காமாக்) கதிர் அலைகள்

அலைகளின் தன்மைகள்

பொறிமுறை அலைகள்

- (i) திரவிய ஊடகத்தில் ஒரு குழப்பத்தை ஏற்படுத்துவதால் உண்டாகும்
- (ii) செல்லுவதற்கு ஒரு திரவிய ஊடகம் தேவைப்படும்
- (iii) ஊடகம் முழுமையாக நகர்வதில்லை ஆயினும் ஊடகத்தின் வெவ்வேறு பகுதிகள் தொடர்பு அசைவுகள் உடையனவாக இருக்கும்.

மின்காந்த அலைகள்

- (i) மின்காந்தப் புலத்தில் குழப்பத்தை ஏற்படுத்துவதால் உண்டாகும்
- (ii) வெற்றிடத்தில் செல்லும் அத்துடன் சில திரவிய ஊடகங்களிலும் செல்லும்.
- (iii) மின் அல்லது காந்தப்புல வெளிகளில் செல்லும் பொழுது, சென்றதாக அடையாளம் அல்லது குறிகள் காணப்படுவதில்லை.

விருத்தி அலை : ஓர் அலையின் முகம் தொடர்ச்சியாக முன்னேறிக் கொண்டு போகும். இத்தகைய அலை விருத்தி அலை எனப்படும். இது இரு வகைப்படும்.
1. குறுக்கு அலைகள் 2. நெட்டாங்கு அலைகள்.

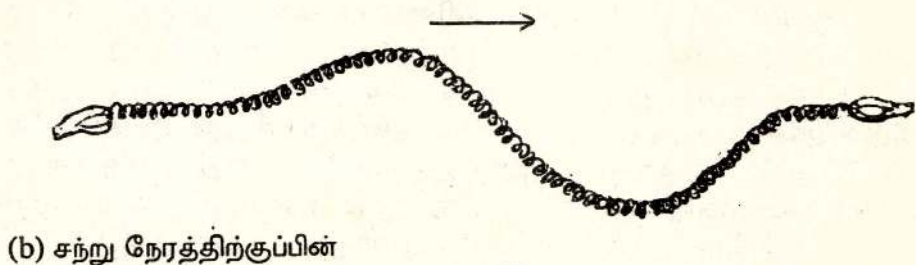
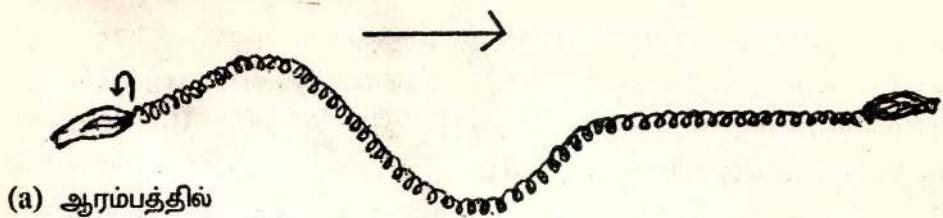
குறுக்கு அலைகள்	நெட்டாங்கு அலைகள்
(1) மின்காந்த அலைகள்	(1) ஒலி அலை
(2) நீர் அலைகள்	(2) ஈர்க்கப்பட்ட இழைகள் மற்றும் இறுக்கமாகப் பிடிக்கப்பட்ட கோல்கள் நீள்பக்கமாக அருட்டப்படும் பொழுது அவற்றில் ஏற்படும் அலைகள்.
(3) ஈர்க்கப்பட்ட இழைகள் மற்றும் இறுக்கமாகப் பிடிக்கப்பட்ட கோல்கள் செங்குத்தாக அருட்டப்படும் பொழுது அவற்றில் ஏற்படும் அலைகள்	(3) திறந்த குழாயின் முனையில் ஓர் அதிரிசெயற்படும் பொழுது குழாயினுள் ளள்ள வளியில் ஏற்படும் அலைகள்.

குறுக்கு அலை இயக்கம்

இவ்வலை இயக்கத்தில் அலை செல்லுந்திசைக்குச் செங்குத்தாக ஊடகத்தின் துணிக்கைகள் அதிர்கின்றன. இதற்கு உதாரணங்கள் மேலே தரப்பட்டுள்ளன

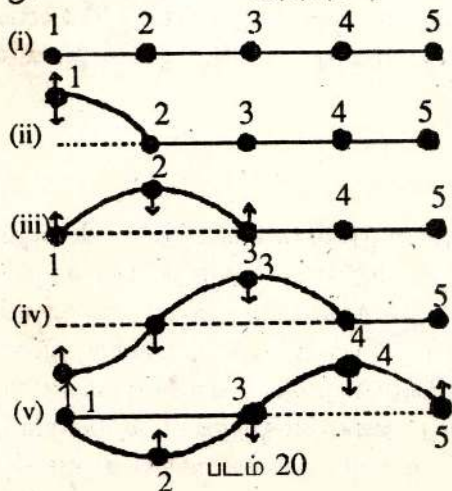
இவ்வதாரணங்களுள் கண்ணால் பார்க்கக் கூடியதாக இருப்பது நீர் அலையாகும். கிடைத்தளத்தில் செல்லும் நீர் அலைகளை நோக்கும் பொழுது, குழப்பம் அடையாத தளத்திற்கு மேலிருக்கும் அலையின் பகுதி முடி எனவும், கீழிருக்கும் பகுதி தாழி எனவும் சொல்லப்படும். ஒரு முடியும் தாழியும் சேர்ந்ததே ஓர் அலை. குறிக்கப்பட்ட எண் பெறுமானமுள்ள தொடர் அலைகள் அலை இயக்கம் எனப்படும். ஒரு முடியிலும் தாழியிலும் உள்ள துணிக்கைகள் சம நிலையிலிருந்து சமதூரங்களில் இருக்கின்றன. ஆனால் அவை எதிர்த்திசையில் இயங்குவனவும் அத்துடன் எதிர் அவத்தையில் உள்ளனவுமாகும்.

குறுக்கலையை எடுத்தக்காட்டல்



படம் 19

படம் 19 (a) ஒரு குறுக்கலைத் தூடிப்பு ஒரு சுருளிவில்லின் முனை சுண்டியபொழுது, ஆரம்பித்ததையும் படம் 19 (b) அத்துடிப்புச் சற்று நேரத்துக்குப்பின் அச்சுருளிவில்லில் நகர்வதையும் காட்டுகின்றது. குறுக்கலை இயக்கமொன்று ஊடகத்தினூடு செல்லும் பொழுது அவத்தை வித்தியாசத்தில் இயங்கும் துணிக்கைகளைக் கொண்டு அலை இயக்கத்தின் வடிவத்தை வருமாறு காட்டலாம். படம் 20 (i) இல் $t=0$ ஆக இருக்கும் பொழுதுள்ள ஐந்து துணிக்கைகளைக் கருத்திற்கொள்க.



இந்நிலையில் துணிக்கை 1 ஊடகத்தில் மேல்முகமாக இயங்க ஆரம்பிக்கப் போகின்றதாகும். படம் 20 (ii) இல் $t = T/4$ செக்கனுக்குப்பின் 1-ம் துணிக்கை தனது மேல்முக இயக்கத்தின் எல்லை நிலையை அடைந்துவிடும். அதே நேரத்தில் 2-ம் துணிக்கை அருட்டப்பட்டு மேல்முகமாக இயங்க ஆரம்பிக்கும். இவ்விரு துணிக்கைகளுக்கும் இடையிலுள்ள துணிக்கைகளும்

இந்நேரத்தில் பெயர்ச்சிபெற்று ii இல் கீறப்பட்ட தடித்த கோட்டில் இருக்கும். படம் 20 (iii) இல் $t = \frac{T}{2}$ செக்கனுக்குப்பின் 1 - ம் துணிக்கை சம நிலைக்கு வர 2 - ம் துணிக்கை தனது மேல்முக இயக்கத்தின் எல்லையில் இருக்க 3-ம் துணிக்கை அருட்டப்பட்டு மேல் முகமாக இயங்க ஆரம்பிக்கும். இவற்றிடையேயுள்ள துணிக்கை களும் இந்நேரத்தில் (iii) இலுள்ள தடித்தகோட்டில் இருக்கும். படம் 20 (iv) இல் $t = \frac{3T}{4}$ செக்கனுக்குப்பின் 1-ம் துணிக்கை கீழ்முக இயக்கத்தின் எல்லையிலும் 2-ம் துணிக்கை சமநிலையிலும் 3 - ம் துணிக்கை மேல்முக இயக்கத்தின் எல்லையிலும் இருக்க 4 - ம் துணிக்கை அருட்டப்பட்டு மேல்முகமாக இயங்க ஆரம்பிக்கும். படம் 20 (v) இல் $t = T$ செக்கனுக்குப்பின் 1 - ம் துணிக்கை ஓர் அலைவை முடித்து அடுத்த மேல்முக இயக்கத்தை ஆரம்பிக்கும். 2 - ம் துணிக்கை கீழ்முக இயக்கத்தின் எல்லையிலும் 3 - ம் துணிக்கை கீழ்முக இயக்கத்தோடு சமநிலையிலும் 4 - ம் துணிக்கை மேல்முக இயக்கத்தின் எல்லையிலும் 5 - ம் துணிக்கை அப்பொழுது அருட்டப் பட்டு மேல்முக இயக்கத்தை ஆரம்பிக்கும் நிலையிலும் இருக்கும்.

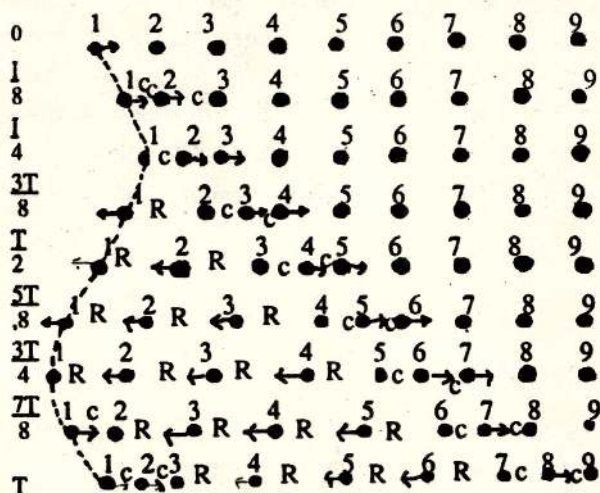
இக்கட்டத்தில் அதாவது $t = T$ செக்கனுக்குப்பின் 1 - ம் துணிக்கையும் 5 - ம் துணிக்கையும் ஒரே அவத்தையில் இருப்பதையும் 1 - ம் துணிக்கையின் அதிர்வு பூர்த்தியானதையும் 5 - ம் துணிக்கையின் இடத்தை அலை இயக்கம் அடைந்ததையும் அவதானிக்கமுடிகிறது. இவ்வலை இயக்க வடிவில் ஒரு தாழியும் ஒரு முடியும் காணப்படுகின்றன. ஆகவே இவை ஓர் அலையைக் குறிக்கின்றன. 1 - ம் துணிக்கைக்கும் 5 ம் துணிக்கைக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் அலை ஓர் அதிர்வில் சென்ற தூரமாகும். இத்தூரம் அலை நீளமாகும். துணிக்கைகள் மேலும் தொடர்ந்து அதிரும்பொழுது இதேபோல் அலைகள் தொடர்ந்து உருவாகிக் கொண்டிருக்கும். ஒரு குறுக்கலை இயக்கம் படம் 20 (v) இல் காட்டியவாறு அமைவதால் ஓர் எளிய இசை இயக்க வளையியினால் குறிக்கப்படுகின்றது.

நெட்டாங்கு அலை இயக்கம்

இவ்வலை இயக்கத்தில் ஊடகத்திலுள்ள துணிக்கைகள் அலை செல்லும் திசையின் பாதையில் அதிரும். எனவே இவற்றின் பெயர்ச்சிகள் ஊடகத்தில் முடிகளையும் தாழிகளையும் உண்டாக்கமாட்டா. ஆனால் அலை செலுத்தப்படும் திசையில் துணிக்கைகள் இயங்கும் கட்டங்களில் அலை சாதாரண நிலையிலும் பார்க்க ஒன்றுக் கொன்று கிட்ட வரநேரிடுகின்றன. அத்தருணம் நெருக்கல் உண்டாகின்றது. அலை செலுத்தப் படும் திசைக்கு எதிராகத் துணிக்கைகள் இயங்கும் கட்டங்களில் துணிக்கைகள் சாதாரண

நிலையிலும் பார்க்க ஒன்றுக் கொன்று தூரமாகவர நேரிடுகின்றன. இப்பகுதியிலுள்ள துணிக்கைகள் அப்பொழுது ஜதாக இருப்பதால் அப்பகுதியில் ஜதாக்கல் உண்டாகின்றது. இதனை வருமாறு விளக்கலாம்.

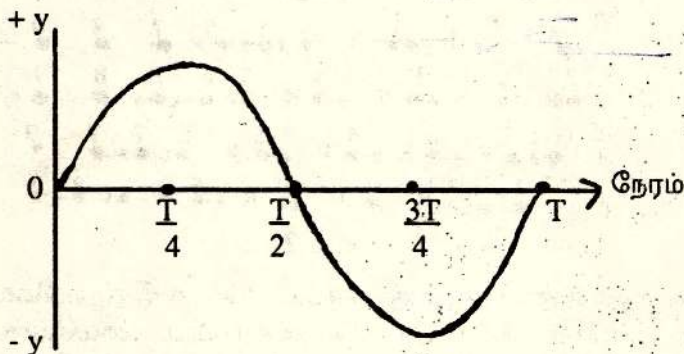
ஒரு மீள்தன்மை ஊடகத்தில் கிடையான வரிசையொன்றில் சமதூர இடைவெளிகளுக்கு கப்பால் வைக்கப்பட்டுள்ள ஒன்பது துணிக்கைகளைக் கருத்திற் கொள்க. படம் 21 இல் துணிக்கைகளின் நிலைகள் தடித்த



படம் 21

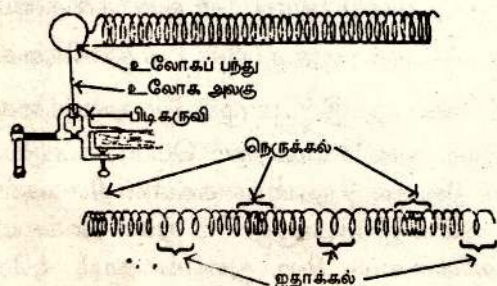
குற்றுக்களாலும் எண்களாலும் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இத்துணிக்கைகளையாவும் ஒரு மீள் தன்மை விசையால் இணைக்கப்பட்ட வையெனக் கொள்க. இப்பொழுது 1-ம் துணிக்கை 2-ம் துணிக்கையை நோக்கி இயக்கப்படின இவ்விரு துணிக்கைகளுக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் குறையும். ஆகவே 2-ம் துணிக்கையிலுள்ள அழுக்கம் அதிகரிக்கும். இதனை 2-ம் வரிசைகாட்டுகின்றது. அப்பொழுது 1-ம் துணிக்கை $\frac{T}{8}$ செக்கனுக்குப்பின் அனுபவித்த பெயர்ச்சி காட்டப்பட்டுள்ளது. இக்கட்டத்தில் 2ம் துணிக்கை அதன் மீது உகுற்றப்பட்டுள்ள அழுக்க அதிகரிப்பினால் 3-ம் துணிக்கையை நோக்கி பெயர்க்கப்படும் (3-ம் வரிசை). $\frac{T}{4}$ செக்கனுக்குப்பின் 1-ம் துணிக்கை தனது எல்லை அதிர்வை அடைந்து விடுகின்றது. இப்பொழுது 3-ம் துணிக்கை இயங்க ஆரம்பிக்கும். இவ்விதம் மற்றத் துணிக்கைகளும் பெயர்க்கப்படும். 1-ம் துணிக்கையின் ஓர் அதிர்வுகாலத்தின் பின் 9 துணிக்கைகளின் நிலைகள் 9-ம் வரிசையில் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவை இப்பொழுது 9-ம் துணிக்கையை அடைந்துவிட்டது. மேலும் 1-ம் துணிக்கையும் 9-ம் துணிக்கையும் ஒரே அவத்தையிலும் 1, 5, 9-ம் துணிக்கைகள் சமநிலையிலும் இருப்பதைக்

காணலாம். 1-ம் துணிக்கையும் 3-ம் துணிக்கையும் 2-ம் துணிக்கைக்கு கிட்டவும் இருப்பதால் அலை இருக்கும் பகுதியில் ஒரு நெருக்கல் உண்டாகும். இதேபோல் 9-ம் 8-ம் துணிக்கையும் 7-ம் துணிக்கைக்கு கிட்டவிருப்பதால் அப்பகுதியிலும் ஒரு நெருக்கல் உண்டாகின்றது. அடுத்தபடியாக 4-ம் துணிக்கையும் 6-ம் துணிக்கையும் 5-ம் துணிக்கைக்கு தூரவிருப்பதால் அப்பகுதியில் ஓர் ஐதாக்கல் ஏற்படுகின்றது. ஆகவே ஒரு நெட்டாங்கு அலை இயக்கம் அடுத்தடுத்து ஒரு நெருக்கலையும் ஓர் ஐதாக்கலையும் கொண்டதாக இருக்கின்றது. எனவே ஓர் அலை ஒரு நெருக்கலையும் ஓர் ஐதாக்கலையும் கொண்ட பாகமாகும். மேலும் ஒரு நெட்டாங்கு அலை இயக்கத்தின்போது ஒரு துணிக்கையின் பெயர்ச்சிக்கும் நேரத்துக்குமுள்ள தொடர்பு படம் 22 இல் காட்டப்பட்டுள்ளதாக அமையும். இங்கு அலை செல்லும் திசையிலுள்ள பெயர்ச்சி Y அச்சிலும் நேரம் X அச்சிலும் குறிக்கப்படும். இவ்வரைபடி ஒரு சைன் வளையியாக அமையும்.



படம் 22

ஒரு நெட்டாங்கு அலையை எடுத்துக்காட்டல்



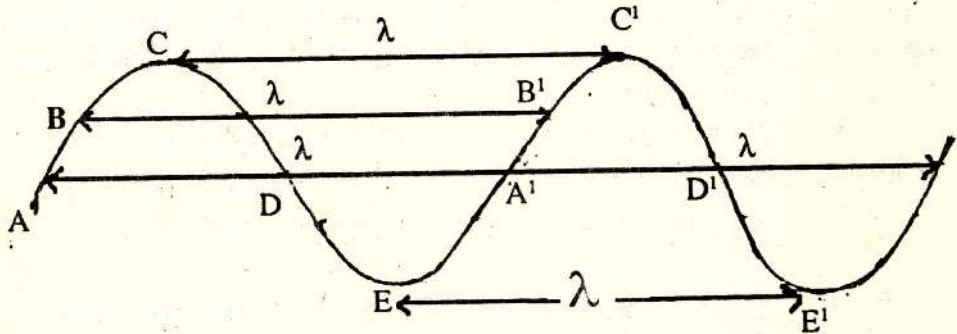
படம் 23

படம் 23 இல் காட்டியவாறு பிடி கருவியொன்றில் இறுக்கமாகப் பிடிக்கப்பட்டுள்ள உலோக அலகொன்றின் உச்சியிற் பொருத்தப்பட்ட உலோகக் குண்டொன்றுடன் ஒரு கருளில்லின் சயாதீன முனையை தொடுக்குக. குண்டு ஒரு பக்கத்துக்கு இழுத்து விடப்பட்டால்

அது முன்னும் பின்னுமாக அதிரும். குண்டு முன்னே செல்லும் பொழுது சுருளியின் முனையில் ஒரு நெருக்கலும் அது பின்னே செல்லும் பொழுது ஓர் ஐதாக்கலும் ஏற்படும். ஒரு பூரண அதிர்வு நிகழும்பொழுது சுருளியில் ஒரு நெருக்கலும் ஓர் ஐதாக்கலும் ஏற்படும். குண்டு தொடர்ந்து அதிருமாயின், தொடராக அலைகள் சுருளியில்தோற்றும். ஒவ்வொரு அலையும் ஒரு நெருக்கலையும் ஓர் ஐதாக்கலையும் கொண்டதாக இருக்கும். இவ்வலை இயக்கம் நிகழும் பொழுது நெருக்கமுறும் துணிக்கைகள் அலை செல்லும் திசையிலும் ஐதாகும் நிலையிலுள்ள துணிக்கைகள் அலையின் திசைக் கெதிர்த்திசையிலும் இயங்கும்.

அலைகளின் இயக்கம் பின்வரும் சிறப்பியல்புகளால் விவரிக்கப்படும்
1. அலைநீளம் 2. அலைவுகாலம் 3. வீச்சம் 4. மீடறன் 5. வேகம்

அலை நீளம்



படம் 24

ஊடக மொன்றினூடு ஓர் அலை இயக்கம் செல்லும் பொழுது அடுத்தடுத்துள்ள ஒத்த அவத்தையிலுள்ள இரு துணிக்கைகளுக்கிடைப்பட்டதூரம் அலைநீளம் எனப்படும்.

இதன் பிரகாரம் ஒரு விருத்திக்குறுக்கலை இயக்கத்தில் அடுத்தடுத்துள்ள இரு முடிகளுக்கு அல்லது இரு தாழிகளுக்கிடைப்பட்ட தூரம் அலை நீளமாகும். இவை படம் 24 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

$$AA' = BB' = \lambda ; \quad CC' = EE' = \lambda$$

மேலும் ஒரு விருத்தி நெட்டாங்கு அலை இயக்கத்தில் அடுத்தடுத்துள்ள இரு நெருக்கல்களுக்கு அல்லது இரு ஐதாக்கல்களுக்கிடைப்பட்ட தூரமும் அலை நீளம் எனப்படும்.

அத்துடன் ஓர் அலை இயக்கத்தின் அலைமுகம் ஓர் அதிர் விற்போது அல்லது ஓர் அலைவுகாலத்தின் போது செல்லுந் தூரமும் அலை நீளம் ஆகும். இது " λ " ஆல் குறிக்கப்படும்.

அலைவுகாலம் அல்லது அதிர்வுகாலம்

ஓர் அதிரும் பொருள் ஓர் அலைவை அல்லது அதிர்வை ஆக்க எடுக்கும் நேரம் அலைவுகாலம் அல்லது அதிர்வுகாலம் எனப்படும். இது 'T' ஆல் குறிக்கப்படும்.

வீச்சம் : சராசரி ஓய்வ நிலையிலிருந்து ஓர் அதிரும் அல்லது அலையும் பொருள் அடையும் அதிகூடிய பெயர்ச்சி வீச்சம் எனப்படும். படம் 24 இல் C/C'/E/E' இலிருந்து சமநிலைக்கோட்டுக்கு வரையப்படும் செங்குத்து வீச்சத்தைக் குறிக்கும்.

மீடறன் : ஒரு செக்கனில் ஓர் அதிரும் பொருள் அல்லது துணிக்கை ஆக்கும் அதிர்வுகளின் அல்லது அலைவுகளின் எண்ணிக்கை அப்பொருளின் அல்லது துணிக்கையின் மீடறன் எனப்படும். இது n ஆல்குறிக்கப்படும். இதன் அலகு ஆட்டிசு (Hz) எனப்படும்.

1 Hz = 1 அதிர்வு/செக் = 1 சக்கரம்/செக்
அத்துடன் மீடறன் n எனவும் அலைவுகாலம் T எனவும் இருப்பின்

$$n = \frac{1}{T} \text{ Hz அல்லது } T = \frac{1}{n} \text{ செக்கன்கள்}$$

வேகம் : ஒரு செக்கனில் ஓர் அலை இயக்கத்தின் அலைமுகம் செல்லுந் தூரம் வேகம் எனப்படும்.

இது மீற்றர்/செக் (m/s) இல் அளவிடப்படும்.

**அலைநீளம் (λ), மீடறன் (n), வேகம் (V),
ஆகியவற்றிற்கிடையேயுள்ள தொடர்பு**

அலை நீளம் (λ) ஓர் அதிர்வுகாலம் (T) இல் செல்லுந்தூரம் ஆவதால்

$$T \text{ செக்கனில் அலை செல்லுந்தூரம்} = \lambda$$

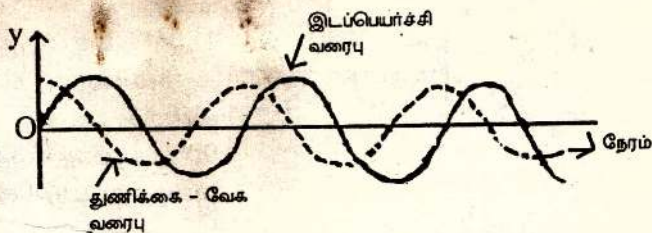
$$\therefore 1 \quad " \quad " \quad " = \frac{\lambda}{T}$$

$$\text{ஆனால் } n = \frac{1}{T}$$

$$\therefore 1 \text{ செக்கனில் அலை செல்லுந்தூரம்} = n\lambda$$

$$\text{அதாவது } \text{வேகம் } V = n\lambda$$

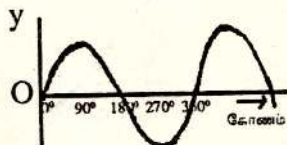
துணிக்கை வேகங்கள்



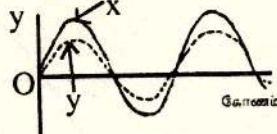
படம் 25

ஓர் அலை செல்லும் பொழுது துணிக்கைகளின் வேகங்கள் நேரம்சார்பான பெயர்ச்சி வீதத்தினால் பெறப்படும். ஆகவே ஒரு கணத்தில் துணிக்கை யொன்றின் வேகம் பெயர்ச்சி - நேர வரைபில் அக்கணத்திலுள்ள சாய்வ வீதத்துக்கு விகித சமமாகும். படம் 25 இல் துணிக்கைவேக வரைபும், பெயர்ச்சி வரைபும் காட்டப்பட்டுள்ளன. அவ்வரைபுகளிலிருந்து பெயர்ச்சி பூச்சியமாக இருக்கும் பொழுது துணிக்கை வேகம் அதிவயர்வாகவும், பெயர்ச்சி அதிவயர்வாயிருக்கும் போது துணிக்கை வேகம் பூச்சியமாகவும் இருக்கும் மென்பதும் தெரியப்படுகின்றன. இது எளிய இசை இயக்கத்தில் சாதாரணமாக நிகழ்வதொன்றாகும்.

அவத்தை வித்தியாசம்



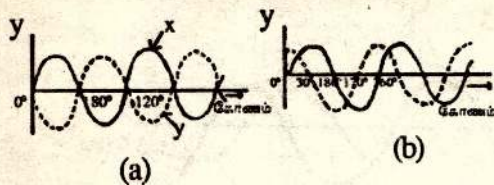
(a)



(b)

படம் 26

ஒரு சைன் வளையி, கிடையச்சில் நேரத்திற்குப் பதிலாக கோணங்களைக் குறித்தும் பெறப்படும். மேலும் சைன் 0° பூச்சியமாகவும் சைன் 90° ஆனது ஒன்று ஆகவும் இருப்பதாலும் 180° க்கும் 360° க்குமிடையே சைன் பெறுமானம் எதிர் ஆகவும் இருப்பதாலும் படம் 26 (a) இல் காட்டப்பட்ட வரைபொன்று பெறப்படும். இப்படத்திலிருந்து $0^\circ - 360^\circ$ க்குள் உள்ளபெறுமானங்கள் ஒரு சக்கரத்தை உண்டாக்குகின்றன. 360° அடைந்தபின்பு மீண்டும் இன்னொரு இதேபோல் சக்கரம் உண்டாக்கப்படும். படம் 26 (b) இல் ஒரே மீடறனுடைய X, Y எனவும் இரு அதிர்வுகளின் வரைபுகள்காட்டப் பட்டுள்ளன. இங்கு இரு அதிர்வுகளும் அதாவது X, Y என்பன "ஒரே படியில்" இருக்கின்றன. ஆகவே ஒரே அவத்தையில் இருக்கின்றன வாகும்.

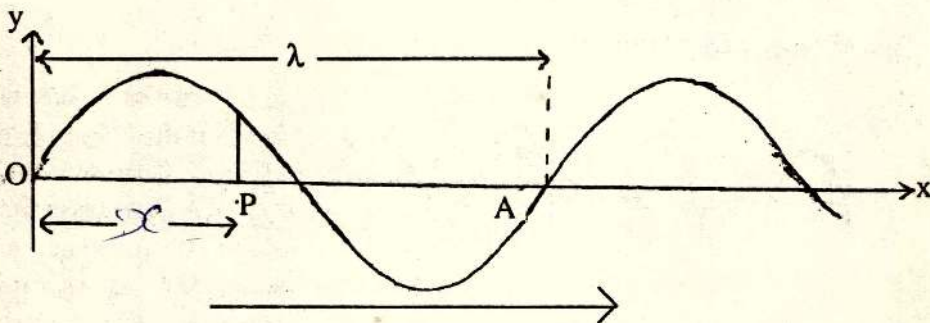


படம் 27

படம் 27 (a) X, Y என்பன ஒரே மீடறனுடைய இரு அதிர்வுகளும் 180° அவத்தை வித்தியாசத்தில் அதிர்கின்றன என்பதை விளக்குகின்றது. படம் 27 (b) X, Y என்பன 90° அவத்தை வித்தியாசத்தில் அதிர்வதைக்காட்டுகின்றது.

ஒரு தள விருத்தி அலையின் சமன்பாடு

ஓர் ஊடகத்தினூடு ஓர் அலை செல்லும் பொழுது அவ்வூடகத்திலுள்ள துணிக்கைகள் தத்தம் ஓய்வநிலை பற்றி ஒன்றின்பின் ஒன்றாக அதிர்வறும். இவைகள் எளிய இசை இயக்கத்துக்கு இணங்க அதிர்வறு கின்றன. எனவே ஒரு துணிக்கையைக் கருத்திற் கொண்டால் அதன் பெயர்ச்சி 'y' ஆனது t நேரத்தில் $y = a \sin \omega t$ எனனுக்கு சமன் பாட்டினால் தரப்படும். இங்கு 'a' வீச்சத்தையும் 'ω' கோணவேகத்தையும், t நேரத்தையுங்குறிக்கின்றன. மேலும் $t = 0$ எனின் $y = 0$ ஆகும்.



படம் 28

ஒரு தள விருத்தி அலையின் வலப்பக்கமாக x என்னுந்தூரத்தில் இருக்கும் P என்ற துணிக்கையின் அதிர்வின் அவத்தை O விலுள்ள துணிக்கையினதிலும் வித்தியாசமானதாக இருக்கும். O விலிருந்து λ தூரத்திலுள்ள துணிக்கையொன்றின் அவத்தை வித்தியாசம் 2π எனின் x தூரத்திலுள்ள துணிக்கையின் அவத்தை வித்தியாசம் $\frac{x}{\lambda} \times 2\pi$ அல்லது $\frac{2\pi x}{\lambda}$ இனால் தரப்படும். எனவே x தூரத்திலிருக்கும் எந்தத்துணிக்கையினதும் பெயர்ச்சி ஆனது $y = a \sin \left(\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$ இனால் தரப்படும்.

ஆனால் $\omega = 2\pi n = \frac{2\pi}{T}$ ($\therefore n = \frac{1}{T}$) இங்கு n மிடிநனாகும்

$$\therefore y = a \text{ சைன்} \left(\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi x}{\lambda} \right)$$

$$\therefore y = a \text{ சன்} 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

மேற் சமன் பாடு ஒருதள விருத்தி அலையைக் குறிக்கின்றதாகும். எதிர்க்குறி (-) அலையானது இடமிருந்து வலமாலகச் செல்வதைக் குறிக்கின்றது. மேலும் அலை வலமிருந்து இடமாகச் செல்லின் P ஆனது 0 வுக்கு முன்னதாக அதிரும். ஆகவே எதிர்த்திசையில் செல்லும் அலையின் பெயர்ச்சிச் சமன்பாடு

$$y = a \text{ சைன்} 2\pi \left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right) \text{ இனால் தரப்படும்.}$$

உத்திக் கணக்குகள்

- ஒரு தள அலையின் சமன்பாடு $y = 2 \times 10^{-3}$ சைன் $2\pi (100t - 2x)$ இனால் தரப்பட்டுள்ளது. இங்கு y உம், x உம் மீற்றரிலும் t செக்கனிலும் உள்ளன. (i) வீச்சம் (ii) அலைநீளம் (iii) அலையின் வேகம் எனபவற்றைக் கணிக்க. இதற்கு எதிர்த்திசையில் செல்லும் அலைக்கு ஒரு சமன்பாட்டை எழுதுக.

$$y = 2 \times 10^{-3} \text{ சைன்} 2\pi (100t - 2x) \text{ இனை}$$

$$y = a \text{ சைன்} 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \text{ உடன் ஒப்பிடுக}$$

$$\text{அப்பொழுது } a = 2 \times 10^{-3} \text{ m} \quad \lambda = \frac{1}{2} \text{ m} = 0.5 \text{ m}$$

$$n = \frac{1}{T} = 100 \text{ Hz}$$

$$v = n \lambda = 100 \times 0.5 = 50 \text{ ms}^{-1}$$

எதிர்த்திசையில் செல்லும் அலையின் சமன்பாடானது

$$y = 2 \times 10^{-3} \text{ சைன்} 2\pi (100t + 2x) \text{ ஆகும்}$$

- ஒரு தள அலையின் பெயர்ச்சி Y ஆனது மீற்றரில்

$$y = 1 \times 10^{-5} \text{ சைன்} 2\pi (170t - 0.5x) \text{ இனால் தரப்பட்டுள்ளது.}$$

இங்கு x மீற்றரிலும் t செக்கனிலும் உள்ளன. (i) வீச்சம் (ii) மீடிநன் (iii) அலை நீளம் (iv) அலையின் வேகம் எனபவற்றைக்காண்க.

$$y = 1 \times 10^{-5} \text{ சைன்} 2\pi (170t - 0.5x) \text{ என்பதை}$$

$$y = 2 \times 10^{-3} \text{ சைன்} 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \text{ என்பதுடன் ஒப்பிடுக}$$

$$\text{அப்பொழுது } a = 1 \times 10^{-5} \text{ m} \text{ அதாவது வீச்சம்} = 10^{-5} \text{ m}$$

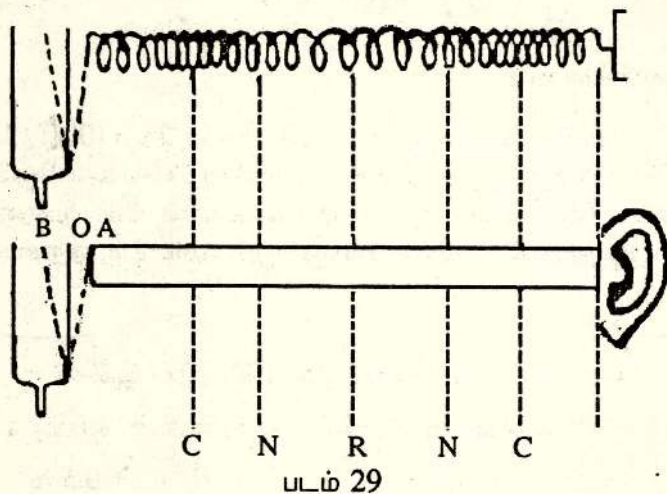
$$\text{மீட்டர்} \quad n = \frac{1}{T} = 170 \text{ Hz}$$

$$\text{அலை நீளம்} \quad \lambda = \frac{1}{0.5} = \frac{10}{5} = 2 \text{ m}$$

$$\text{வேகம்} = 170 \times 2 = 340 \text{ ms}^{-1}$$

ஒலி செலுத்துகை

ஓர் அதிரும் முதல் எவ்விதம் வளியில் நீள்பக்க அலைகளை எழுப்புகின்றன என்பதையும் அவை எவ்விதம் செலுத்தப்படுகின்றன என்பதையும் சற்று ஆராய்வோம்.



ஓர் அதிரும் இசைக்கவையைக் கருத்திற் கொள்க. இது அதிரும் பொழுது அதன் புயங்கள் உள்ளும் வெளியும் மாறி மாறி இயங்கும். ஒரு புயமானது B இலிருந்து Aக்கு வலமாக இயங்கும் பொழுது அது தனக்குமுன் இருக்கும் வளிப்படையை நெருக்கும். இதனால் நெருக்கப்பட்ட படையில் உள்ள வளியின் துணிக்கைகள் விகாரப்படுகின்றன. இவ் விகார நிலையிலிருந்து விடுவிக்கத் துணிக்கைகள் முயலுகையில் அவற்றிற்கு அடுத்துள்ள வளிப்படையை நெருக்கும். முன்போல் நெருக்கப்பட்ட இத்துணிக்கைகளும் அதற்கு அடுத்துள்ள படையை நெருக்கும். இவ்விதம் ஒரு நெருக்கல் வலமாக ஒரு படையிலிருந்து அடுத்த படைக்கு முன்னேறும். அப்புயமானது A ஐ அடையும் நேரத்தினில் நெருக்கலானது ஊடகத்தின் அடர்த்திக்கும் மீள்தன்மைக்கும் ஏற்ப ஒரு குறிக்க தாரத்துக்கூடாகச் சென்றுவிடும். புயம் இப்பொழுது பின்புறமாக Bக்கு இயங்கும்பொழுது ஒரு வெற்றிடம் அதற்குப் பின்னால் உண்டாகும். அப்பொழுது புயத்துடன் தொடுகையுள் வெற்றிடம் விடும்.

இந்த விரிந்த பிரதேசத்துக்குள் வளித்துணிக்கைகள் புகுதற்காக இடமாக இயங்கும். அப்பொழுது அதற்குப் பின்னாலும் அதாவது வலப்பக்கத்தில் வெற்றிடமொன்று உண்டாகும். இவ் வெற்றிடத்தை அதற்கு அடுத்துள்ள வளித்துணிக்கைகள் நிரப்பும். இவ்விதம் ஓர் ஐதாக்கல் வலமாக நெருக்கலுக்குப் பின் தொடரும். இசைக்கவை தொடர்ச்சியாக அதிர்கின்றதால் அதனைச் சூழ்ந்துள்ள ஊடகத்தில் மாறி மாறி நெருக்கலும் ஐதாக்கலும் சென்றுகொண்டிருக்கும். இவை செவிப்பறையில் மோதும்பொழுது நரம்புக்கணத்தாக்கல்கள் உண்டாகின்றன. இத்தாக்கல்கள் மூளைக்குக் காவப்பட்டு அங்கு ஒலி என்னும் உணர்வை எழுப்புகின்றன.

படம் 29 (b) இல் எவ்வாறு ஓர் ஐதாக்கல் நெருக்கலைப் பின்தொடர்கின்றது என்பதையும் அவை, அதிரும் இசைக்கவையொன்றுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ள சுருளில்லில் நெருக்கலுக்குப் பின் ஐதாக்கல் செல்வதைப் போல் செல்கின்றன வென்றும் அறியப்படுகிறது (படம் 29 (a).)

நெட்டாங்கு விருத்தி அலையின் இயல்புகள்

1. ஒவ்வொரு துணிக்கையும் இங்குமங்கும் ஒரே வீச்சத்துடனும் அலைவுகாலத்தடனும் அதிர்கின்றது.
2. அலையிலுள்ள துணிக்கைகள் ஒரே நேரத்தில் அதிர் வதில்லை. ஆனால் ஒரு துணிக்கையிலிருந்து அடுத்த துணிக்கைக்குப் போகும் பொழுது அவத்தையில் மாற்றம் விருத்தியடைந்து கொண்டு போகின்றது.
3. துணிக்கைகளின் இங்குமங்கும் இயக்கம் அலை செல்லும் வழியே நெருக்கலையும் ஐதாக்கலையும் உண்டாக்குகின்றது.
4. நெருக்கலில் துணிக்கைகள் அலை முன்னேறும் திசையில் அலைகின்றன. ஆனால் ஐதாக்கலில் அவை அலை செல்லும் திசைக்கெதிர்த்திசையில் அசைகின்றன.
5. ஒவ்வொரு துணிக்கையும் அதற்கு முன்னால் இருக்கும் ஒன்றில் விசை உகுற்றுகின்றதெனக் கொள் ளப்படுகின்றது. நெருக்கலில் துணிக்கைகளுக்கிடையேயுள்ள மீள்தன்மை அவற்றிற்கு முன்னாலுள்ள துணிக்கைகளைத் தள்ளுகின்றது. ஆனால் ஐதாக்கலில் முன்னாலுள்ள துணிக்கைகள் பின்னுக்கு இழுக்கப்படுகின்றன. எனவே துணிக்கைகள் இவ்விசையின் திசையின் வழியே இயங்குவதால் முன்னாலுள்ள துணிக்கையின் மீது வேலை செய்யப்படுகின்றது. அதாவது அலை செல்லும்

திசையில் எப்பொழுதும் சத்தி இடமாற்றப்படுகின்றது.
அலைகளின் இயல்புகள்

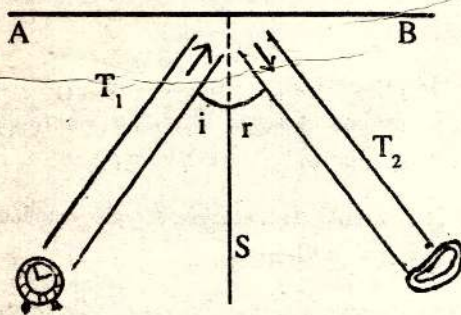
அலைகளின் பொது இயல்புகளாவன (1) தெறிப்பு (2) முறிவு (3) தலையீடு
(4) கோணல்.

இவற்றை குற்றலைத் தாங்கி, சிலிங்கி, ஒலி அலை முதல்கள் போன்றவற்றை உபயோகித்து உய்த்தறிந்து கொள்ளலாம். ஒலி முதல்களை உபயோகிப்பதன் மூலம் தெறிப்பு, முறிவு போன்றவற்றை வலியுறுத்திக்கொள்ளலாம்.

ஒலியின் தெறிப்பும் முறிவும்

ஒளியைப் போல் ஒலியும் தெறிப்பு முறிவு போன்ற இயல்புகளை உடையது. ஒலி தெறிப்படையும் பொழுது ஒளியின் தெறிப்பு விதிகளுக்கமையத் தெறிப்பறுகின்றது. ஒலித்தெறிப்பை வருமாறு காட்டலாம்.

(a) ஒரு தள மேற்பரப்பில் தெறிப்பு



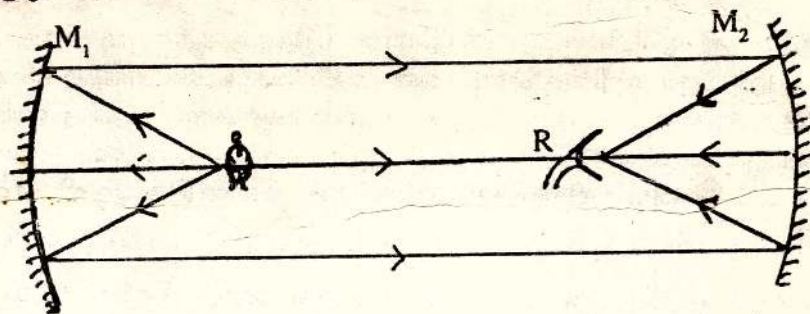
படம் 30

ஒலித் தெறிப்பை எடுத்துக் காட்டுவதற்கு முதல் ஒரு குறுகிய அலைநீள முள்ள ஒலி அலைகளை அனுப்பத்தக்க ஒலிமுதல் வேண்டும். இத்தகைய ஒலியை ஒரு சிறு கடிகாரத்திலிருந்து பெறமுடியும். AB என்பது ஒரு மரப்பலகை. இதற்குச் செங்குத்தான ஒரு தளத்தில் T_1, T_2 என்னும் குழாய்கள் வைக்கப் பட்டு T_1 இன் ஒரு முனையில் கைக்கடிகாரம் வைக்கப்படும்.

இரு குழாய்களின் முனைகளுக்கிடையே S என்னும் மரத்திரை வைக்கப்படும். T_2 என்னும் குழாயின் முனைக்கருகே செவியை அணைத்துக்கொண்டு அத்தளத்தில் குழாய் திருப்பப்படும். இவ்வாறு திருப்பப்படும்பொழுது ஒருகட்டத்தில் கடிகாரத்தின் 'ரிக்' ஒலி கேட்கும். மற்ற இடங்களில் கேட்கமாட்டாது. அப்பொழுது T_1, T_2 என்னும் குழாய்கள் படுபள்ளியிலுள்ள செவ்வனுடன் ஆக்கும் கோணங்கள் அளக்கப்படும். இவ்வாறு குழாய் T_1 இன்வெவ்வேறு சாய்வுக் கோணங்களுக்குப் பரிசோதனை செய்யப்பட்டு

படுகோணங்களும் தெறிகோணங்களும் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் ஒன்றுக்கொன்று சமனாக இருப்பதை அவதானிக்க முடிகிறது.

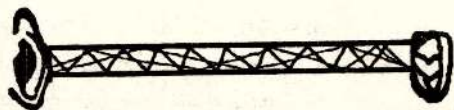
(b) குழிமேற்பரப்பில் தெறிப்பு



படம் 31

ஒரு குறித்த தூரத்துக்கப்பால் M_1 , M_2 என்னும் இரு குழிவாடிகள் நிறுத்தப்படுகின்றன. M_1 இன் குவியத்தில் ஒரு கடிகாரமும் M_2 இன் குவியத்தில் ஒரு கொம்புக்குழாயும் வைக்கப்படும். பின்பு கடிகாரத்தின் "ரிக்" ஒலி R என்னும் குழாயினூடு கேட்கப்படும். கொம்புக்குழாயின் அல்லது கடிகாரத்தின் இடம்மாற்றப்படி அவ்வொலி கேட்கப்படுவதில்லை. இங்கு M_1 இன் குவியத்திலிருந்து எழும் ஒலி ஆடியில் தெறிப்புற்று சமாந்தரமாகச்சென்று மற்ற ஆடியில் பட்டு அங்கும் தெறிப்புற்று அதன் குவியத்தில் குவிகின்றது. இவ்விரு பரிசோதனைகளும் ஒலி தெறிப்புறுகிறதென்பதை எடுத்துக் காட்டுகின்றன.

தெறிப்பின் செய்முறைப் பிரயோகம்



மிகவுந் தூரங்களுக்கூடாக ஒலிச்செறிவு இழக்கப்படாதவாறு ஒலியைச் செலுத்துவதற்கு பேசும் குழாய் உபயோகிக்கப்படும். குழாயின் வாயில் ஒலியொன்றை ஏற்படுத்தின் அது குழாய்க்குள்விரிய இயலாது. அடுத்தடத்து குழாயின் உட்கவர்களில் தெறிப்புறுகின்றது. ஒலி பரவமுடியாததனால் அதன் செறிவு நேர்மாறு வர்க்க விதிக்கமைய குறைவதில்லை. டாக்டர்கள்

படம் 32

உபயோகிக்கும் உடலொலி பெருக்கிக்காட்டி 'கிராமப்போன்' குழாய்கள் இத் தத்துவத்தையே ஆதாரமாகக் கொண்டு செயல்படுகின்றன.

எதிரொலிகள்

உற்பத்தி ஒலியிலிருந்து வித்தியாசப் படுத்தத் தக்கதாக கேட்கப்படும் தெறிப்புற்றுவரும் ஒலி எதிரொலி எனப்படும். இது உண்டாவதற்குத் தகுந்த தெறிகருவிகள் உதாரணமாக நீண்டசுவர் மலைச் சாரல் உகந்தவையாகும். ஒலியையும் அதன் எதிரொலியையும் கேட்பதற்குத் தெறிகருவி கணிசமான தூரத்தில் ஒலிமுதலிலிருந்து இருத்தல் வேண்டும். ஒலி என்னும் உணர்வு மூளையில் ஒலிகேட்டபின் $\frac{1}{10}$ செக்கனுக்கு நிலை நிற்கும். எனவே ஒலியையும் எதிரொலியையும் புறம்பாகக் கேட்பதற்கு இந்நேர இடையைத் தாண்டியபின்பே எதிரொலி செவியை அடைய வேண்டும். அறைவெப்ப நிலையில் ஒலியின் வேகம் 345 m/s ஆகும். ஆகவே $\frac{1}{10}$ செக்கனில் வளியில் ஒலி செல்லத்தக்க தூரம் 34.5 m. ஓர் ஒலியின் எதிரொலியைத் தெளிவாகக் கேட்பதற்கு ஒலிமுதலுக்கும் தெறிகருவிக்கு மிடையிலுள்ள குறைந்தளவு தூரம் 17.25 m ஆக இருத்தல் வேண்டும்.

பெரிய மண்டபங்களில் ஒலி உண்டாக்கப் பட்டு முடிவடைந்த பின் தொடர்ந்து ஒலி சிறிய நேரத்துக்குக் கேட்பதை அவதானிக்க முடிகிறது. இத்தோற்றப்பாடு தெறிப்பொலிகள் எனப்படும். இது சுவரில் ஏற்படும் பல தெறிப்புக்களால் ஏற்படுகின்றது. இதனைத் தவிர்ப்பதற்கு ஒலி உறிஞ்சும் கம்பளங்கள் சுவர்களில் பொருத்தப்படுகின்றன. மற்றும் யன்னல்களாலும் தெறிப்பொலிகள் குறைக்கப்படும்.

எதிரொலிகளின் உபயோகங்கள்

இரவு அல்லது பனிப்புுகார் மிக்கதான காலங்களில் கப்பல்கள் "ஆக்ரிக்" சமுத்திரங்களில் செல்லும் பொழுது பனிக்கட்டிப் பாறைகளைக் கண்டு பிடிப்பதற்கு எதிரொலியின் உபயோகம் இன்றியமையாததாக அமைகின்றது. கப்பலில் ஊது குழா யொன்றினால் எழுப்பப்படும் ஒலி பனிக்கட்டிப் பாறைகளில் மோதி தெறிப்புற்று மீண்டும் எதிரொலியாக கப்பலையடையும். இதனால் பனிக்கட்டிப் பாறையைக் கண்டு பிடிக்க முடிகின்றது. அதனால் கப்பல் அவ்விடத்தை விலகிச் செல்லத்தக்கதாக இருக்கின்றது.

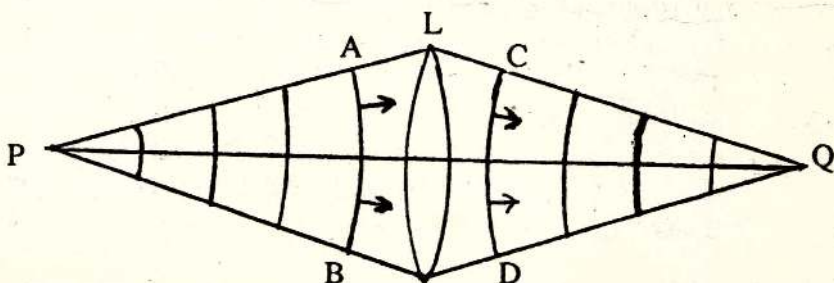
கடல்களின் ஆழங்களையும் அளக்கக் எதிரொலி கையாளப்படுகின்றது.

ஒலிமுறிவு

ஒரின ஊடகத்தில் ஒலி அலைகள் மாறா வேகத்துடன் நேர்கோடுகளில் செல்கின்றன. இவை இரண்டாம் ஊடகத்தைச் சந்திக்கும்பொழுது ஒரு பகுதி அலைகள் இவ்வூடகத்திற்குள் புகுந்து வித்தியாசமான வேகத்துடன் இயங்குகின்றன. பிரிக்கும் பரப் பின் மீது செங்குத்தாக ஒலி அலைகள் விழாதிருப்பின் அலைகளின் திசை இரண்டாம் ஊடகத்தில் திருப்பம் அடையும். இத்தோற்றப்பாடு முறிவு எனப்படும். இத்திசை திருப்பம் இரு ஊடகங்களிலும் உள்ள வேகங்களில் வித்தியாசம் ஏற்படுவதால் நிகழ்வதாகும். ஓர் ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகம் குறைவாக இருப்பின் ஒலிக்கதிர் செவ்வனை நோக்கி வளையும். இது அடர்ந்த ஊடகங்களிலே நிகழும். ஒளியைப்போல் இங்கும் 1-ம் ஊடகம் சார்பாக 2-ம் ஊடகத்தின் முறிவுச் சுட்டி வருமாறு தரப்படும்.

$$\text{அதாவது } n_2 = \frac{1\text{-ம் ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகம்}}{2\text{-ம் ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகம்}}$$

ஒலிமுறிவைக் காட்டல்



படம் 33

ஒலி முறிவைக் காட்டுவதற்கு வில்லை வடிவமான பாத்திரமொன்று இந்தியா இரப்பரில் தயாரிக்கப்படும். இதற்குள் காபனீரொட்சைட்டு (CO_2) நிரப்பப்படும். வளியிலும் பார்க்க CO_2 வில் ஒலி மெதுவாகச் செல்லும். ஆகவே இது வளியிலும் அடர்ந்த ஊடகமாகும். எனவே இது ஒரு குவிவில்லைபோல் தொழிற்குடும். படம் 32 இல் காட்டிய வாயு P என்னும் புள்ளியில் ஓர் ஊதுகுழாய் வைத்து ஊதப்படி வில்லையின் மறுபக்கத்தில் Q என்னும் புள்ளியில் வில்லையால் ஒலி அலைகள் குவிக்கப்படும். CO_2 க்குப் பதிலாகப் பாத்திரம் ஐதரசனால் நிரப்பப்படி அப்பொழுது அது ஒரு விரிவில்லைபோல் தொழிற்குடும்.

குறிப்பு

ஒலியியலில் ஒலியின் வேகம் குறைகின்ற ஊடகங்கள் ஒலியால் அடர்ந்த ஊடகங்கள் எனவும் ஒலியின் வேகம் அதிகரிக்கின்ற ஊடகங்கள் ஒலியால் ஐதான ஊடகங்கள் எனவும் கருதப்படும். இவ்வாறே ஒளியியலிலும் நிகழ்கின்றது. ஆனால் வளியும் நீரும் எடுக்கப்படின வளியில் ஒலியின் வேகம் நீரினதிலும் பார்க்க குறைவாக இருப்பதால் வளி ஒலியால் அடர்ந்த ஊடகம் எனப்படும். நீர் ஒலியால் ஐதான ஊடகம் எனப்படும். எனவே வளியிலிருந்து நீருக்கு ஒலி அலை செல்லின் அது நீரில் செவ்வணை விலகி முறியும். மற்றும் ஒளியைப் பொறுத்தளவில் வளியில் ஒளியின் வேகம் நீரிலும் கூடுதலாக இருப்பதனால் வளி நீரிலும் பார்க்க ஒளியால் ஐதான ஊடகம் எனப்படும். அதாவது நீர் ஆனது வளி சார் பாக ஒளியால் அடர்ந்த ஊடகம் எனப்படும். வளியையும் கண்ணாடியையும் கருத்திற் கொண்டால் வளியானது கண்ணாடி சார்பாக ஒலியால் அடர்ந்த ஊடகம் ஆனால் ஒளியால் ஐதான ஊடகம் ஆகும்.

மேலும் ஒலிமுறிவு, இரவில் ஒலிகள் பகலிலும் பார்க்க இலகுவாகக் கேட்பதற்கு விளக்கம் தருகின்றது. அதாவது பகல் வேளைகளில் வளியில் இருக்கும் மேல்வளிப்படைகள் பூமிக்கு அணித்திருக்கும் வளிப்படைகளிலும் பார்க்கக் குளிர்மையாக இருக்கின்றன. ஆனால், ஒலி வெப்ப நிலை உயர்வாக இருக்கும் பொழுது விரை வாகச் செல்லும் அதன் காரணமாக ஒலி அலைகள் பூமியிலிருந்து விலகிச் செல்லும் திசையில் முறியும். எனவே ஒலிச் செறிவு குன்றும். இரவு வேளைகளில் பூமிக்கு அண்மையிலிருக்கும் வளிப்படைகள் மேலிருக்கும் வளிப்படைகளிலும் பார்க்கக் குளிர்மையாக இருக்கின்றன. அதனால் இக்கட்டத்தில் பூமியை நோக்கி ஒலி அலைகள் முறிவடையும். ஆகவே ஒலிச் செறிவு உயர் வாக விருக்கும்.

உதாரணங்கள்

1. சமாந்தரமான இரு மலைகளுக்கிடையே நிற்கும் ஒரு மனிதன் துவக்கொன்றால் சுடுகின்றான். அப்பொழுது இரு எதிரொலிகளை ஒன்று $2\frac{1}{2}$ செக்கனுக்குப் பின்னும் மற்றது $3\frac{1}{2}$ செக்கனுக்குப் பின்னும் கேட்கின்றான். ஒலியின் வேகம் 330 m/s ஆயின் இரு மலைகளுக்கிடையே தூரத்தையும் எதிரோலிகேட்க எடுக்கும் நேரத்தையும் காண்க.

$$\text{முதலாம் எதிரொலி கேட்க எடுத்த நேரம்} = 2\frac{1}{2} \text{ s}$$

$$\therefore \text{ஒலி முதலிலிருந்து ஒலி மலைக்குச் செல்ல எடுத்த நேரம்} = 1\frac{1}{4} \text{ s}$$

$$\therefore \text{மனிதனுக்கும் மலைக்குமிடையிலுள்ள தூரம்} = 330 \text{ m/s} \times 1\frac{1}{4} \text{ s} = 412.5 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 & 2\text{-ம் எதிரொலி கேட்க எடுத்தநேரம்} & = 3 \frac{1}{2} \text{ s} \\
 \therefore & \text{ஒலிமுதலிலிருந்து ஒலி மற்ற மலைக்குச் செல்ல எடுத்தநேரம்} & = 1 \frac{3}{4} \text{ s} \\
 \therefore & \text{மணிதனுக்கும் மற்ற மலைக்கும் இடையிலுள்ள தூரம்} & = 330 \text{ m/s} \times 1 \frac{3}{4} \text{ s} \\
 & & = 577.5 \text{ m} \\
 \therefore & \text{இரு மலைகளுக்குமிடையிலுள்ள தூரம்} & = 412.5 \text{ m} + 577.5 \text{ m} \\
 & & = \underline{\underline{990 \text{ m}}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 1\text{-ம் எதிரொலி இரண்டாம் மலையில் பட்டு திரும்பி மணிதனுக்கு வரும்} \\
 & \text{பொழுது 3-ம் எதிரொலி கேட்கப்படும். இவ்வெதிரொலி தொடக்கத்திலிருந்து} \\
 & \text{சென்ற மொத்தத் தூரம்} & = 2 \times 990 \text{ m} \\
 & & = 1980 \text{ m} \\
 \therefore & \text{துவக்குச் சுட்ட பின் 3-ம் எதிரொலி கேட்ட நேரம்} & = \frac{1980 \text{ m}}{330 \text{ m/s}} \\
 & & = 6 \text{ s}
 \end{aligned}$$

2. ஒரு பையன் மேல் வீட்டுப் படிகளுக்கு முன்னால் நின்று கை தட்டுகின்றான். அதனால் ஓர் இசை எதிரொலியைக் கேட்கின்றான். ஒலியின் வேகம் 330 m/s ஆகவும் ஒவ்வொரு படியின் அகலமும் 25 cm ஆகவுமிருப்பின் கேட்கும் எதிரொலியின் மீடறன் என்ன?

அடுத்தடுத்த இரு படிகளில் பட்டுவரும் தெறிப்புக்களுக்கிடையிலுள்ள நேர இடையானது ஒரு படியின் இரு மடங்கு அகலத்தைச் செல்ல எடுக்கும் நேரமாகும். அதாவது படியின் அகலம் $d \text{ m}$ எனவும் வேகம் $v \text{ m/s}$ எனவுங் கொள்ளின் எடுக்கப்படும்.

$$\text{நேரம்} \quad \frac{2d \text{ m}}{v \text{ m/s}} = \frac{2d}{v} \text{ s}$$

$$\text{இங்கு } d = 25 \text{ cm} = \frac{1}{4} \text{ m}$$

$$v = 330 \text{ m/s}$$

$$\therefore \text{நேரஇடை} = \frac{2 \times 0.25 \text{ m}}{330 \text{ m/s}} = \frac{0.5 \text{ m}}{330 \text{ m/s}}$$

$$\text{அதாவது} = \frac{0.5}{330} \text{ s} = \frac{1}{660} \text{ s}$$

$$\therefore \text{மீடறன் (n)} = \frac{1}{T} = \frac{1}{1/660} = 660 \text{ Hz}$$

3. 34.5 cm அலை நீள முள்ள ஒலி அலைகள் வளியில் சென்று ஒரு Co_2 படையின் மேற்பரப்போடு 60° கோணத்தில் படுகின்றன. Co_2 வில் அலைகளின் முனிகோணத்தைக் கணிக்க. வளியிலும் Co_2 விலும் ஒலியின்

வேகங்கள் முறையே 330 m/s, 265 m/s ஆகும் . CO_2 வில் ஒலியின் அலைநீளம் என்ன?

$$a^n_{\text{CO}_2} = \frac{\text{வளியில் ஒலியின் வேகம்}}{\text{CO}_2 \text{ வில் ஒலியின் வேகம்}}$$

$$a^n_{\text{CO}_2} = \frac{\text{சைன் } i^0}{\text{சைன் } r^0} = \frac{\text{சைன் } 30^0}{\text{சைன் } r^0} = \frac{330 \text{ ms}^{-1}}{265 \text{ ms}^{-1}}$$

$$= \frac{330}{265} = \frac{66}{53}$$

$$\text{அதாவது } \frac{\text{சைன் } 30^0}{\text{சைன் } r^0} = \frac{66}{53}$$

$$\therefore \text{சைன் } r^0 = \frac{1}{2} \times \frac{53}{66} = \frac{53}{132} = 0.4015$$

$$\therefore r = 23^0 40'$$

$$V_{\text{CO}_2} = n\lambda$$

$$33000 = n \times 34.5$$

$$\therefore n = \frac{33000}{34.5} = 956 \text{ Hz}$$

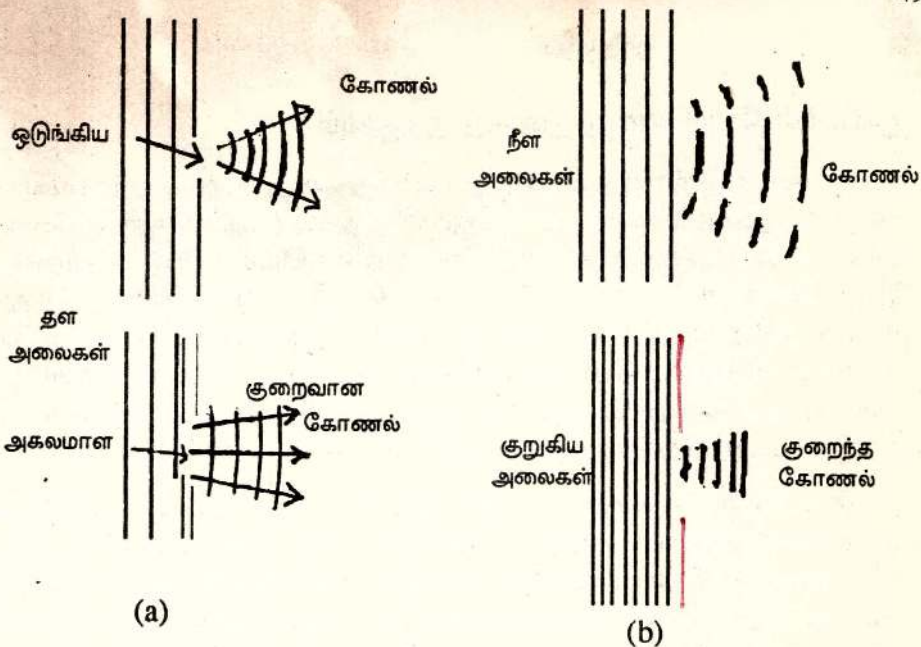
$$V_{\text{CO}_2} = n\lambda$$

$$26500 = 956 \times \lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{26500}{956} = 27.72 \text{ cm}$$

கோணல்

அலைகள் கோணல் அடையத் தக்கனவாக இருக்கின்றன. அதாவது துவாரங்களினூடு அல்லது தடைகளைச் சுற்றிச் செல்லும் பொழுது அலைகள் பரவல் அடைகின்றன. இது கோணல் எனப்படும். இத்தோற்றப் பாட்டை ஒரு குற்றலைத் தாங்கியில் நீரை உபயோகித்துக் காட்டலாம்.



அலைகளின் கோணல் (படம் 34)

படம் 34 (a) துவாரம் பெரிதாக்கப்படும் பொழுது கோணல் குறைவதையும் படம் 34 (b) துவாரம் ஒரே பருமனிலிருக்க அலை நீளம் குறைக்கப்படும் பொழுது கோணல் குறைவதையும் காட்டுகின்றது. இவை குற்றலைத் தாங்கியில் செய்த பரிசோதனைகளாகும்.

பொது வாக அலை நீளத்துடன் ஒப்பிடுகையில் துவாரத்தின் அகலம் சிறிதாயின் அலைகளின் பரவல் அல்லது கோணல் பெரிதாகும். மூலை களைச் சுற்றி கோணல் களைப் பார்க்க முடியாததற்கு இதுவே காரணம். எடுத்துக் காட்டாக ஒளி அலைகளின் அலை நீளம் ஏறத்தாழ 6×10^{-7} m ஆகும். இதுமிகச்சிறிதாகையால் சாதாரண பருமனுடைய தடைகளைச் சுற்றி கணிசமான கோணல் நிகழ்வதில்லை. ஆயினும் மிகச்சிறிய தடைகள் அல்லது ஒடுங்கிய துவாரங்களைச் சுற்றி ஒளியின் கோணல் கணிசமானதாக இருக்கும். மின காந்த அலைகளும் கோணல் அடையத் தக்கதாக இருக்கின்றன.

ஒலி அலைகள் அகன்ற வாயில் களைச் சுற்றி (உதாரணமாக கதவு வாயில்கள்) கோணல் அடைகின்றன, ஏனெனில் அவற்றின் அலைநீளம் வாயில்களின் அகலங்களுடன் ஒப்பிடத்தக்க அளவுக்கு இருப்பதனாலாகும். உதாரணமாக 680 Hz மீடறனுக்கு அலை நீளம் ஏறத்தாழ 0.5 m எனின் கதவு வாயிலின் அகலம் 0.8 m ஆக இருப்பின் கோணல் கணிசமாக நிகழ்கின்றதாகும்.

ஒலியின் மேற்பொருந்துகை

ஒலியின் மேற்பொருந்துகைத் தத்துவம்

ஓர் ஊடகத்தில் ஈர் அலைகள் ஒன்றன்மீது ஒன்று மேற்பொருந்தும்பொழுது ஊடகம் அதன் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் இரு அலைத்தொடர்களின் விளையுள் விளைவை அனுபவிக்கும். துணிக்கையொன்றின் விளையுள் இடப்பெயர்ச்சியைக் கணிப்பதற்கு மேற்பொருந்துகைத் தத்துவம் பிரயோகிக்கப்படும். மேற்பொருந்துகைத் தத்துவமாவது வருமாறு :-
 துணிக்கையின் இடப்பெயர்ச்சி சிறியதாயின், அவ்விடப்பெயர்ச்சி, துணிக்கை ஒவ்வொரு அலையும் செல்லும்பொழுது அனுபவிக்கும் இடப்பெயர்ச்சிகளின் காவிக் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமனாகும்.

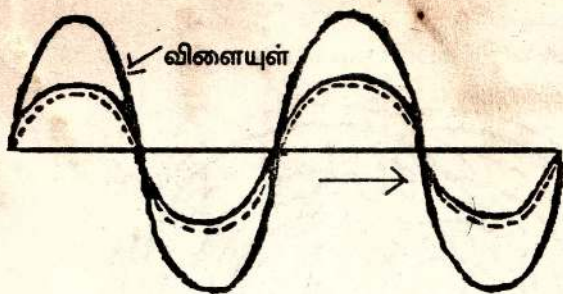
இத்தத்துவம் கண்டிப்பாக மிகச்சிறிய வீச்சமுள்ள அலைகளுக்குத்தான் உண்மையெனினும், மற்றும் சாதாரண அலைகளுக்கும் கிட்டத்தட்ட உண்மையெனக் கொள்ளப்படும். ஒலியில் பல முக்கிய தோற்றப்பாடுகள் ஒலி அலைகளின் மேற்பொருந்துகையால் ஆனவையாகும். அவையாவன :
 (i) தலையீடு (ii) அடிப்புக்கள் (iii) நிலையான அலைகள்

தலையீடு.

ஓர் ஊடகத்தினூடு ஈர் அலைத்தொடர்கள் ஒரே நேரத்தில் செல்லும்பொழுது ஊடகத்திலுள்ள ஒவ்வொரு துணிக்கையும் இவ்விரு அலைகளாலும் தாக்கப்படுகின்றன. இரு அலைகளும் ஒரே அவத்தையில் ஒரு புள்ளியில் சந்திப்பின் அதாவது இரு முடிகள் அல்லது இரு தாழிகள் மேற்பொருந்தின் விளையுள் வீச்சம் இரண்டினது வீச்சங்களின் கூட்டுத்தொகையாகும். அல்லது இரு அலைகளும் ஒரு புள்ளியில் எதிர் அவத்தையில் சந்திப்பின் அதாவது ஒன்றினது முடிமற்றதினது தாழியுடன் மேற்பொருந்தின் விளையுள் வீச்சம் இரண்டினது வீச்சங்களின் வித்தியாசமாகும். ஒரே அவத்தையில் சந்திக்கும் புள்ளிகளில் ஒலியின் செறிவு உயர்வாகவும் எதிர் அவத்தையில் சந்திக்கும் புள்ளிகளில் செறிவு தாழ்வாகவும் இருக்கும். இத்தோற்றப்பாடு தலையீடு எனப்படும்.

ஆக்கும் தலையீடு

ஒரே மீடறனும் வீச்சமும் உடைய இரு அலைத்தொடர்கள் ஒரே அவத்தையில் ஒரு திசையில் செல்லும்பொழுது இவ்வலைகள் ஒன்றையொன்று பெலப்படுத்துகின்றன. இவ்விரு அலைகளின் விளையுள் அலையின் வீச்சம் இரண்டினதும் கூட்டுத்தொகையாகும். இவற்றை வரைபுமூலம் வருமாறு காட்டலாம் (படம் 35).



படம் 35

தொடர்கோடு ஒரு அலையையும் கீறிட்ட கோடு மற்ற அலையையும் தடித்தகோடு விளையுள் அலையையும் காட்டுகின்றன. இது ஆக்கும் தலையீடு எனப்படும்.

அழிக்கும் தலையீடு

ஒரே மீடறனும் வீச்சமுமுடைய இரு அலைகள் எதிர் அவத்தையில் ஒரு திசையில் செல்லும்பொழுது ஒன்றினது முடி மற்றதினது தாழியில் பொருந்தும். இங்கு விளையுள் செறிவு பூச்சியமாகும்.



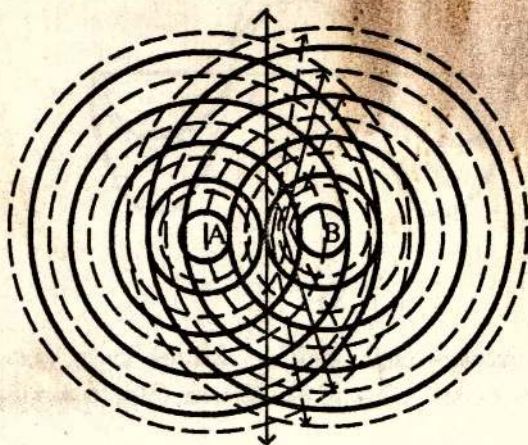
படம் 36

முன்போல் தடித்தகோடு விளையுள் அலையைக் குறிக்கும். இவ்வலையின் வீச்சம் பூச்சியமாகும். ஆகவே ஒலியின் செறிவு பூச்சியமாகும். (படம் 36).

கோள அலைகளின் மேற்பொருந்துகை

A உம் B உம் ஒரே மீடறன் வீச்சம் உடைய இரு அலைத்தொடர்களின் மையங்களாகும். இத்தகைய குழப்பங்களை உண்டாக்கும் மையங்களை வருமாறு பெறலாம்.

ஒரு மின்முறையால் இயங்கும் இசைக்கவையின் கவர்களிலும் செங்குத்தாக ஒவ்வொரு கம்பியைப் பொருத்துக. இக்கம்பிகளின் துணிகளை



படம் 37

இரசத்தின் அல்லது ஓர் அசையுந் திரவத்தின் மேற்பரப்புக்குச் சற்றுக்கீழ் அமிழ்ச்செய்க. இசைக்கவை அதிரும்பொழுது ஒவ்வொரு கம்பியும் ஒரு மையவட்ட அலைகளை அனுப்பும். இவ்வலைகள் முடிகளையும் தாழிகளையும் மாறிமாறிக் கொண்டிருக்கும். படம் 37 இல் தொடர்கோடுகள் முடிகளையும் கீறிட்ட கோடுகள் தாழிகளையும் குறிக்கும். சில புள்ளிகள் X என்னும் அடையாளத்தால் குறிக்கப்பட்டுள்ளன. அப்புள்ளிகள் ஒரு அலையின் முடியும் மற்ற அலையின் முடியும் பொருந்தும் இடங்களையும், ஒரு அலையின் தாழியும் மற்ற அலையின் தாழியும் பொருந்தும் இடங்களையும் காட்டுகின்றன. இப்புள்ளிகளில் இரு முதல்களினதும் அலைகள் ஒன்றையொன்று பெலப்படுத்துகின்றன. இப்புள்ளிகள் யாவும், அதிபரவளைவு வளையிகளில் அமையும். அதாவது aa', cc' போன்ற வளையிகளில் புள்ளிகள் இருக்கின்றன. ஒலி முதல்களிலிருந்து இத்தகைய ஒவ்வொரு புள்ளியினதும் தூரங்களின் வித்தியாசம் ஒன்றில் பூச்சியம் அல்லது அலைநீளத்தின் முழுவெண் மடங்காகவிருக்கும். இத்தூரங்களை A இலும் B இலும் இருந்து $d_A - d_B$ எனின், அலைகள் ஒன்றையொன்று பெலப்படுத்தும் போழுது சமன்பாடானது $d_A - d_B = n\lambda$ ஆகும். இங்கு $n\lambda$ முழுவெண் 0, 1, 2, 3 என்பவற்றைக் குறிக்கும்.

குற்றுக்களால் குறிக்கப்பட்ட புள்ளிகளில், ஒரு மையத்திலிருந்து வெளிவரும் அலையின் முடியும், மற்ற மையத்திலிருந்து வரும் அலையின் தாழியும் ஒரே கணத்தில் அடைகின்றன. இவ்வலைகளின் வீச்சங்கள் சமமாயின் அவை நோதுமற்படும். ஆகவே அப்புள்ளிகளில் விளையுள் இடப்பெயர்ச்சி பூச்சியமாகும். அத்தகைய புள்ளிகள் bb', dd' என்னும் கீறிட்ட கோடுகளால் படம் 37 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. இரு மையங்களிலிருந்து இடப்பெயர்ச்சிகள்

யாதாயினுமொன்றினது தூரங்களின் வித்தியாசம் அரை அலைநீளத்தின் ஒற்றைமடங்காகும். அதாவது d_A, d_B இரு மையங்களிலுமிருந்து ஒரு புள்ளியின் தூரமாயின் $d_A - d_B = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ என்பதேயாம். இங்கு $n = 1, 2, 3$ -மேலும் இப்புள்ளிகளை இணைக்கும் வளையியின் சமன்பாடு $d_A - d_B = (2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ ஆகும்.

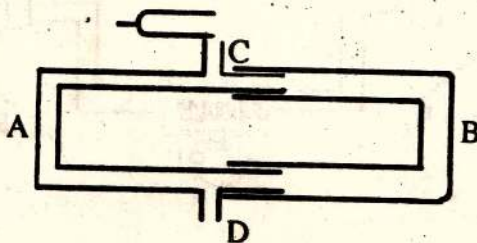
ஈர் அலைத் தொடர்களுக்கிடையே தலையீடு நிகழ்வதற்குப் பின்வரும் நிபந்தனைகள் நிறைவேற்றப்படல் வேண்டும்.

1. அலைத்தொடர்களின் மீடறன்கள் சமமாயிருத்தல் வேண்டும். அப்படி இல்லாவிடில் ஏதுமொரு குறித்த புள்ளியிலுள்ள எந்த அவத்தை வித்தியாசத்தையும் நிலைநாட்ட முடியாது.
2. வீச்சங்கள் சமமாயிருத்தல் வேண்டும். அவை வித்தியாசப்படி, $(2n + 1) \frac{\lambda}{2}$ என்னும் வழிவேற்றுமையைக் கொண்ட நிலைகள் பூச்சிய இடப்பெயர்ச்சியையுடைய நிலைகளாக இருக்கமாட்டாது.
3. இடப்பெயர்ச்சிகள் ஒரே கோட்டில் இருத்தல் வேண்டும்.

குறிப்பு: தலையீட்டின்போது வழிவேற்றுமை அரை அலை நீளத்தின் ஒற்றைமடங்காக இருப்பின் அமைதி நிகழும். முழு வெண்மடங்காயின் உரப்புள்ள சத்தம் ஏற்படும்.

ஒலியின் தலையீட்டை எடுத்துக் காட்டவும் (குவிங்கேயின் முறை) அதன் வேகத்தைத் துணிதலும்.

இப்பரிசோதனைக்குரிய உபகரணமானது இரு கிளைகளை உடைய ஒரு குழாயைக் கொண்டள்ளது. குழாயின் ஒரு கிளையின் நீளம் மாறா திருக்கும் அதே நேரத்தில் மற்றதன் நீளம் மாற்றத்தக்கதாக விருக்கும். குழாயில் B என்னும் பாகம் A என்னும் பாகத்தின்மீது படும் 38 இல் காட்டியவாறு வழக்கத்தக்கதாக அமையும். C என்னுந் துவாரத்தில் உயர் மீடறனுடைய



படம் 38

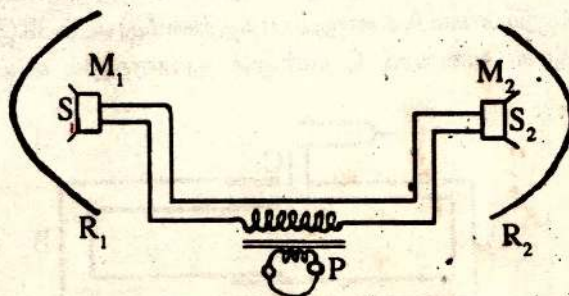
உதாரணமாக 1000 Hz உள்ள இசைக்கவை ஒலிக்கப்படும். இது எழும்பும் ஒலியை D என்னும் துவாரத்தினூடு இரப்பர்க்குழாய்மூலம் செவிக்குச் செலுத்தலாம். வழக்கும் குழாயின் நீளமானது, CAD என்னும் வழியையும் CBD என்னும் வழியையும் சமனாகும் வரை சரிசெய்யப்படும். அப்பொழுது இசைக்கவையிலிருந்து இவ்விரு வழிகளினூடு வரும் அலைகள் D ஐ அடையும் பொழுது ஒன்றையொன்று பெலப்படுத்துகின்றன. இதனால் ஓர் உரத்த ஒலியை D இல் கேட்கமுடியும். இப்பொழுது B ஆனது $\frac{\lambda}{2}$ என்னும் வழிவேற்றுமை ஆக்கத்தக்கவாறு வெளியே இழுக்கப்படும். இக் கட்டத்தில் கேட்கும் ஒலி மெலிவுற்றதாக இருக்கும். இங்கு ஒரு வழியால் வரும் நெருக்கலும், மற்ற வழியால் வரும் ஐதாக்கலும் D இல் ஒரே நேரத்தில் வந்து பொருந்துகின்றன. ஆகவே ஒன்றையொன்று நொதுமற்படுத்துகின்றதால் ஒலி மிகவும் தாழ்வாக விருக்கும். மேலும் CBD - CAD என்னும் வழிவேற்றுமை λ வின் முழுவெண்மடங்காகும் பொழுது கேட்கும் ஒலி உயர்வாகவும் $\frac{\lambda}{2}$ வின் ஒற்றை மடங்காகும்பொழுது ஒலி தாழ்வாகவும் இருக்கும். ஒலி தாழ்வாக கேட்கும் பொழுது B என்னும் குழாய் இழுக்கப்பட்ட தூரம் l எனின்

$$\frac{\lambda}{2} = l \text{ ஆகும்}$$

$$\therefore \lambda = 2l$$

இதிலிருந்து இசைக்கவையின் மீடறன் (n) தெரியப்படின ஒலியின் வேகமானது $V = n\lambda$ என்னுஞ் சமன்பாட்டினால் பெறப்படும். அத்துடன் தலையீடு என்னும் தோற்றப்பாடும் இங்கு எடுத்துக்காட்டப்படுகிறது.

ஒலியின் வேகத்தை எப்பின் முறையால் துணிதல்



எப்பு என்பவர் தலையீடு என்னும் தோற்றப்பாட்டைக் கையாண்டு சுயாதீன வளியில் ஒலியின் வேகத்தைத் திருத்தமாகக் காண்பதற்கு ஒரு முறையைக் கண்டார். அவர் இப்பரிசோதனையைக் காற்றின் விளைவை அகற்றுவதற்காக ஒரு பெரிய மண்டபத்தில் நிகழ்த்தினார். வளியின் வெப்பநிலை மண்டபத்தில் பல்வேறு இடங்களில் வைக்கப்பட்ட வெப்பமானிகளிலிருந்து அளக்கப்பட்டது. R_1 , R_2 என்னும் பரவளைவாடிகள் மண்டபத்தின் ஒவ்வொரு அந்தத்திலும் வைக்கப்பட்டு அவற்றின் குவியங்கள் S_1 , S_2 க்களில் M_1 , M_2 என்னும் நுணுக்குப்பன்னிகள் வைக்கப்பட்டன. இவை R_1 , R_2 க்களில் பட்டுத்தெறித்து வரும் ஒலிகளை வாங்கத்தக்கனவாகும். ஒரு மின்மாற்றியைக் கொண்டு நுணுக்குப் பன்னிகளிலுள்ள மின்னோட்டங்கள் தொலைபன்னிக் கேட்டற்றுண்டுக்குள் தூண்டப்படுகின்றன. ஆகவே M_1 , M_2 க்களினால் வாங்கப்படும் ஒலிஅலைகளின் விளையுள் விளைவு செவியால் கேட்கப்படும்.

ஒரு தெரிந்த மாறா மிடிநனுடைய ஒலிமுதல் குவியம் S_1 இல் வைக்கப்படுகின்றது. R_1 இல் தெறிப்படையும் ஒலி அலைகள் சமாந்தரத்திசையில் R_2 க்குச் சென்று அங்கு S_2 என்னும் குவியத்திற்குத் தெறிப்பறுகின்றன இவை M_2 வினால் வாங்கப்படும். M_1 என்னும் நுணுக்குப்பன்னி ஒலி அலைகளை ஒலிமுதலிலிருந்து நேரடியாக வாங்குகின்றது. ஆகவே தொலைபன்னிக் கேட்டற்றுண்டில் கேட்கப்படும் ஒலி இவ்விரண்டினதும் விளையுளாகும். ஒலிமுதலும் நுணுக்குப் பன்னியும் குவியம் S_1 இல் இருக்கத்தக்கதாக R_1 ஆனது ஒரு திசையில் அதன் அச்சின் வழியே நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது R_1 இன் நிலைகள் தாழ்வொலிகள் கேட்கும் பொழுது குறிக்கப்படும். அடுத்தடுத்த இரு தாழ்வொலிகள் கேட்கும் நிலைகளுக்கிடப்பட்ட தூரம் ஓர் அலைநீளத்தைக் (λ) குறிக்கும். ஒலிமுதலின் மீடறன் தெரியும், அலைநீளம் துணியப்படும். ஒலியின் வேகம் $v = n\lambda$ என்னுஞ் சமன் பாட்டில் பிரதியிடப்பட்டுப் பெறப்படும்.

இம்முறையில் காற்று, வெப்பநிலை, ஈரப்பதன், காண்போன்குற்றம் ஆகியவற்றால் ஏற்படத்தக்க வழக்கள் யாவும் நீக்கப்படுகின்றன. எனவே வளியில் ஒலியின் வேகத்தைத் துணிவதற்கு இது ஒருசிறந்த முறையெனக் கருதப்படும்.

அடிப்புக்கள்

ஏறத்தாழச் சமமான மீடறன் களையுடைய ஈர் ஒலி அலைத்தொடர்கள் ஒரே திசையிலும் ஒரே நேர்கோட்டிலும் செல்லும் பொழுது ஒரு புள்ளியில் ஏற்படும் விளையுள் இடப்பெயர்ச்சியின் வீச்சம் மாறிமாரி ஏறி இறங்கும். இது அவ்விரு அலைகளின் மீடறன்களின் வித்தியாசத்துக்கேற்ப நிகழும். எனவே கேட்கும் விளையுள் ஒலியின் செறிவு ஓர் ஆவர்த்தன ஏற்றத்தையும் இறக்கத்தையு முடையதாக இருக்கும். இத்தோற்றப்பாடு அடிப்புக்கள் எனப்படும்.

ஓர் அடிப்பு ஓர் உயர்வையும் அதன்பின் தொடர்ந்து வரும் ஒரு தாழ்வையும் கொண்டதாகும். எனவே ஒரு செக்கனுக்குக் கேட்கப்படும் உயர்வுகளின் எண்ணிக்கையைக் கொண்டு அடிப்புக்களின் எண்ணிக்கையைத் துணியலாம்.

மேற்சூறிய அலைகள் ஒரு திசையில் செல்லும்பொழுது எந்த ஒருகுறித்த புள்ளியிலுமுள்ள நிலைமைகள் தொடர்ச்சியாக மாற்றமடைகின்றன. இதனால் அப்புள்ளியில் நிகழும் இடப்பெயர்ச்சியானது வீச்சத்தில் ஏறி இறங்கும் தன்மையுடையதாகும். இது ஏனெனில் ஒழுங்கான நேர இடைகளில் அலைத்தொடர்கள் ஒரே படியிலும் ஒரே படியில் இல்லாமலும் செல்கின்றன. ஒரே படியில் என்னும் பொழுது ஒரே நிலைமை என்பதையே இங்கு குறிக்கப்படும். ஒரு குறித்த புள்ளியில் இரு அலைகளும் ஒரே அவத்தையில் இருப்பின் ஓர் அலையின் நெருக்கல் மற்ற அலையின் நெருக்கலுடன் பொருந்தும் அல்லது ஓர் அலையின் ஐதாக்கல் மற்றதனது ஐதாக்கலுடன் பொருந்தும் எனவே ஒரு புள்ளியில் இரு அலைகள் ஒத்த அவத்தையில் வரும்பொழுது அப்புள்ளியிலுள்ள விளையுள் இடப்பெயர்ச்சி அதிகூடியதாக இருக்கும். மேலும் ஓர் அலையினது அலைநீளம் மற்றதிலும் சிறிதாக இருப்பதால் அலைகள் படிப்படியாக ஒரே படியில் செல்லுந் தன்மையை இழக்கும். அதாவது குறைந்த அலைநீளமுள்ள அலை மற்றதற்குப் பின்தங்கும். இவ்வாறு செல்லும்பொழுது அவ்வலை மற்றதிலிருந்து ஓர் அரை அலைநீளத்தால் பின்தங்கும் கணத்தில் ஒன்றினது நெருக்கலும் மற்றதினது ஐதாக்கலும் செவியில் ஒரே நேரத்தில் படும். இதனால் ஓர் அதிகுறைந்த ஒலி கேட்கும். பின்பு சிறிது நேரத்தின்பின் குறுகிய அலை ஓர் அலைநீளத்தால் மற்றதிலிருந்து பின்தங்கும்பொழுது ஈர் அலைகளும் ஒரே அவத்தையில் சந்திக்கும். அப்பொழுது அவை ஒன்றையொன்று பெலப்படுத்துதும். இதனால் ஆரம்பத்திலுள்ளதுபோல் ஓர் உயர் ஒலி கேட்கும் எனவே செவியில் ஓர் ஏறி இறங்கும் செறிவுள்ள தனி ஒலி கேட்கும். உயர்வரப்புக்கும் தாழ்வரப்புக்கும் இடையே நிகழும் ஒலியின் இத்தகைய ஆவர்த்தன மாற்றத்தையே அடிப்புக்கள் எனப்படும்.

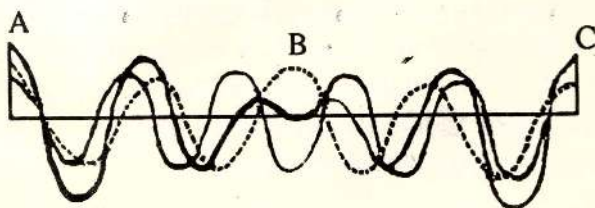
அடிப்புக்கள் என்னும் தோற்றப்பாட்டைக் காட்டல்

1. ஒரே மீடறனுடைய இசைக்கவைகள் இரண்டை ஒரே நேரத்தில் ஒலிக்கச் செய்யின், அவை ஒத்திசைக்கும். ஓர் இசைக்கவையின் கவரொன்றினது நுணியில் மெழுகு சூறிதளவைப் பொருத்தி மீண்டும் இசைக்கவைகள் இரண்டையும் ஒரே நேரத்தில் ஒலிக்கச் செய்க. இவை மேசையொன்றில் வைக்கப்படின அவற்றிலிருந்து எழும் ஒலிகள் உரப்புடையன வாகவிருக்கும். அப்பொழுது அடிப்புக்கள் தெளிவாகக் கேட்கும். இங்கு கவரின் ஒரு முனையில் மெழுகு பொருத்தினதால் அதன் மீடறன் சற்று குறைக்கப்பட்டுள்ளது.

2. ஒரு சுரமானியில் ஈர்க்கப்பட்ட தந்தியின் நீளத்தை இசைக்கவை யொன்றின் சுரத்துடன் ஒத்திசைக்கத்தக்கதாகப் பாலத்தை (முளை)ச் சரிசெய்க. பின்பு முளையின் நிலையை சற்று மாற்றுக. அப்பொழுது தந்தியின் மீடறனில் சற்று மாற்றம் நிகழும். இப்பொழுது தந்தியையும் இசைக்கவையையும் ஒரே நேரத்தில் ஒலிக்கச்செய்க. அடிப்புக்கள் இப்பொழுது கேட்கும்.

ஒரு நியம் இசைக்கவையுடன் அடிப்புக்களைக் கொடுக்கும் ஒரு சுரத்தின் மீடறன் இசைக்கவையின் மீடறனிலும் உயர்ந்ததா அல்லது தாழ்ந்ததா என்பதையும் வநுமாறு அறியலாடி. நியம் இசைக்கவையினது கவரொன்றின் நுனியில் சிறிதளவு மெழுகைப் பொருத்துக. பின் இரண்டையும் ஒன்றாக ஒலிக்கச்செய்க. இப்பொழுது கேட்கும் அடிப்புக்களின் எண்ணிக்கை ஆரம்பத்திலுள்ள இசைக்கவையினதும் சுரத்தினதும் அடிப்புக்களின் எண்ணிக்கையிலும் குறைந்திருப்பின் இசைக்கவையின் மீடறன் சுரத்தினதிலும் உயர்ந்ததாகும். அதிகரித்திருப்பின் தாழ்வாகும்.

அடிப்புக்களை வரைமுலம் விளக்கல்



படம் 40

மீடறன்கள் 5 : 4 என்னும் விகிதத்திலுள்ள ஈர் இசைக்கவைகளைக் சுருத்திற் கொள்க. அலைத் தொடரொன்றின் ஒவ்வொரு ஐந்து அலைகள் மற்றதனது நான்கு அலைகளுடன் மேற்பொருந்தும். இத்தகைய ஈர் அலைகளின் வடிவங்கள் படம் 40 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன. A இல் ஒரே நிலைமையில் அலைகள் இருக்கின்றன. ஆகவே அவை ஒன்றையொன்று பெலப்படுத்தும். B இல் இரு அலைகளும் அரை அலைநீள வித்தியாசத்தை யுடையனவாக இருப்பதால் ஒன்றையொன்று நொதுமற்படுத்தும். மீண்டும் C இல் ஒரே அவத்தையில் வந்து சேர்கின்றன. அதனால் அங்கும் அலைகள் ஒன்றையொன்று பெலப்படுத்தும். படம் 40 இல் விளையுள் அலைத்தொடர்த்தடித்த தொடர் கோட்டால் வீச்சத்தின் மாறலைக் காட்டுமுகமாகக் கீறப்பட்டுள்ளது இதிலிருந்து A க்கும் C க்கும் உள்ள நேரத்தில் ஓர் அலைத்தொடர் மற்றதிலும் பார்க்க ஓர் அதிர்வை

நயமடைந்ததாக இருக்கின்றது. ஆகவே ஓர் அடிப்பு உண்டாக்கப்படுகின்றது. அலைத்தொடர்களின் மீடறண்கள் முறையே n_1, n_2 ஆக இருப்பின் ஒன்றானது மற்றதிலும் பார்க்க $n_1 - n_2$ அதிர்வுகளை ஒரு செக்கனில் நயமடையத்தக்கதாக இருக்கும். ஒவ்வொரு தரமும் ஒரு அலையானது மற்றதிலும் ஓர் அதிர்வை நயம் பெறும்பொழுது இரு ஒலிகளும் ஒத்த அவத்தையில் இருக்கும். எனவே ஒன்றையொன்று பெலப்படுத்தும். இங்கு அப்படி $n_1 - n_2$ தரங்கள் பெலப்படுத்தல் நிகழ்வதால் ஒரு செக்கனுக்கு $n_1 - n_2$ உயர்வுகள் நிகழும். அதேபோல் $n_1 - n_2$ தாழ்வுகளும் நிகழும். அதாவது இரு சுரங்களுக்குமிடையேயுள்ள அடிப்புக்கள் மீடறண்களின் வித்தியாசமாகும்.

அடிப்பு மீடறனின் சூத்திரம்

1. n_1, n_2 மீடறன்களையுடையதும் சமவீச்ச அலை இயக்கங்களை ஆக்குகின்றதுமான உடன் ஒலிக்கும் ஈர் இசைக்கவைகளைக் கருத்திற்கொள்க இவற்றுள் n_1 ஆனது n_2 விலும் பெரிதாகும். ஆகவே அவற்றின் அலைவுகாலங்கள் T_1, T_2 எனின் $T_1 < T_2$ ஆகும். இவ்விரு அலை இயக்கங்களும் ஒரு நிலைத்த புள்ளிக்கூடாக ஒரே அவத்தையில் செல்லும் ஒரு கணத்தில் விளையுள் வீச்சம் ஏதாவதொன்றினது வீச்சத்தின் இரு மடங்காகும். அக்கணத்திலிருந்து t நேரத்திற்குப்பின் மீண்டும் அவ்வலை இயக்கங்கள் ஒரே அவத்தையில் வரின், n_1 மீடறனுள்ள இசைக்கவையானது n_2 மீடறனுள்ள இசைக்கவையிலும் பார்க்க ஓர் அதிர்வு கூடுதலாக அதிர்ந்துள்ளதாகும். இந்நேரம் t இனில் n_1 ஆனது $n_1 t$ அதிர்வுகளையும் n_2 ஆனது $n_2 t$ அதிர்வுகளையும் ஆக்கும்.

$$\begin{aligned} \text{ஆகவே, } n_1 t - n_2 t &= 1 \\ t(n_1 - n_2) &= 1 \end{aligned}$$

$$\therefore t = \frac{1}{n_1 - n_2}$$

அதாவது அடுத்தடுத்துக் கேட்கும் உயர்வொலிகளுக்கிடையிட்ட அல்லது அடுத்தடுத்த அடிப்புக்களுக்கிடையேயுள்ள நேரஇடை t ஆனது

$$t = \frac{1}{n_1 - n_2} \text{ ஆகும்.}$$

அதாவது t ஆனது $\frac{1}{n_1 - n_2}$ நேரத்தில் கேட்கும் அடிப்பு ஆகும்.

\therefore 1 அலகு நேரத்தில் கேட்கும் அடிப்புக்கள் $= \frac{1}{t} = n_1 - n_2$ ஆகும்.

அதாவது

$$\text{அடிப்பு மீடறன்} = n_1 - n_2$$

2. எந்த ஈர் அடிப்புக்களுக்கு மிடையேயுள்ள நேர இடையை t என்க. இந் நேர இடையின் ஆரம்பத்திலும் இறுதியிலும் இசைக்கவைகளின் அதிர்வுகள் ஒத்திருக்கும். அத்துடன் இந்நேர இடையில் ஓர் இசைக்கவை x_1 அதிர்வுகளையும் மற்ற இசைக்கவை x_2 அதிர்வுகளையும் ஆக்கின்,

$$x_1 = n_1 t$$

$$x_2 = n_2 t$$

(இங்கு n_1, n_2 இசைக்கவைகளின் மீடறன் களாகும்.)

$$\text{இதிலிருந்து } x_1 - x_2 = (n_1 - n_2) t$$

$$\therefore t = \frac{x_1 - x_2}{n_1 - n_2}$$

இச் சமன்பாட்டில் t இன் இழிவு பெறுமானம் அடுத்தடுத்த அடிப்புகளுக்கிடையேயுள்ள நேரத்தைத் தரும். x_1 உம் x_2 உம் முழுவெண்களாக இருப்பதால் $x_1 - x_2$ வின் இழிவு பெறுமானம் 1 ஆகும். ஆகவே t இன் இழிவுப்பெறுமானம் $\frac{1}{n_1 - n_2}$ ஆகும். அதாவது அடுத்தடுத்த அடிப்புக்களுக்கிடையேயுள்ள நேரம் $\frac{1}{n_1 - n_2}$ ஆகும்.

எனவே அடிப்புக்களின் மீடறன் $\frac{1}{t}$ இனால் தரப்படும்.

$$\text{அதாவது அடிப்புமீடறன்} = \frac{1}{\frac{1}{n_1 - n_2}} = n_1 - n_2$$

அடிப்புக்களின் உபயோகங்கள்

1. அடிப்புக்களின் தோற்றப்பாட்டைக் கொண்டு சுரமொன்றின் தெரியாத மீடறன் n_1 ஐத் துணியலாம். இதற்கு ஒரு தெரிந்த மீடறன் n_2 வுடைய சுரத்தை n_1 வுடன் ஒலிக்கச் செய்து ஒரு குறித்த நேரத்தில் ஆக்கப்படும் அடிப்புக்களை எண்ணல் வேண்டும். இதிலிருந்து அடிப்புமீடறன் n துணியப்படும். பின்பு $n_1 = n_2 + n$ அல்லது $n_1 = n_2 - n$ ஆகும். இங்கு n_1 இன் எப் பெறுமானம் சரியெனப் பார்ப்பதற்கு n_1 இசைக்கவையின்கவரினது நுனியில் சிறிதளவு மெழுகைப் பொருத்தி n_2 வுடன் ஒலிக்கச் செய்க. முதல் எடுத்த நேரத்துக்குரிய அடிப்புக்களை இப்பொழுது எண்ணும்பொழுது அவை குறையின், $n_1 = n_2 + n$ ஆகும். அவை அதிகரிப்பின் $n_1 = n_2 - n$ ஆகும்.
2. ஒரு தரப்பட்ட சுரத்துடன் ஓர் இசைக்கருவியை ஒத்திசைக்கச் செய்வதற்கு அடிப்புக்கள் பிரயோகிக்கப்படுகின்றன.

உதாரணங்கள்

(i) 512 மீடறனுடைய A என்னும் இசைக்கவையுடன் B என்னும் இசைக்கவை ஒத்திசைக்கத்தக்கதாகும். B இன் கவர்கள் சற்று ராவப்பட்டு A யோடு உடன் ஒலிக்கச் செய்யும் பொழுது செக்கனுக்கு 6 அடிப்புக்கள் கேட்டன. B இன் மீடறன், ராவப்பட்டபின் என்ன?

தொடக்கத்தில் A உம் B உம் ஒத்திசைத்தால்

B இன் மீடறன் 512 ஆகும்.

B ராவப்பட்டால் அதன் திணிவு குறையும்

இதனால் கவரின் சுருதி உயரும்

∴ B இன் மீடறன், ராவப்பட்டபின் = 512 + 6

= 518 அதிர்வுகள் செக்.

(ii) A, B என்னும் இசைக்கவைகள் 5 அடிப்புக்களை ஒரு செக்கனுக்குக் கொடுக்கின்றன. A சற்று பாரமேற்றப்படும் பொழுது 3 அடிப்புக்கள் 5 செக்கனில் கேட்டன. A இன் மீடறனை பாரமேற்ற முன்னும் பின்னும் காண்க. B இன் மீடறன் 256 ஆகும்.

பாரமேற்றமுன் A இன் மீடறன் = 256 ± 5

பாரமேற்றியபின் 1 செக்கனில் அடிப்புக்கள் = $\frac{3}{5}$

அத்துடன் பாரமேற்றுவதால் A இன் மீடறன் குன்றியது

∴ A இன் ஆரம்ப மீடறன் B இனதிலும் உயர்ந்ததாகும்

∴ A இன் ஆரம்ப மீடறன் = 256 + 5 = 261 அதிர்/செக்

A இன் மீடறன் சற்று பாரமேற்றப்பட்டபின்

= 256 + 0.6 = 256.6 அதிர்/செக்.

தொப்பிளர் விளைவு

ஓர் ஒலிக்கும் பொருள் n என்னும் மீடறனுடைய சுரத்தை எழுப்பும் பொழுது ஒரு குறித்த தூரத்தில் ஓய்விலிருக்கும் அவதானியொருவர் ஒவ்வொரு செக்கனும் n அலைகளைப் பெறுவார். ஆனால் ஒலிமுதலின் இயக்கத்தால் அல்லது அவதானியின் இயக்கத்தால் அல்லது இரண்டினதும் இயக்கத்தால் இவற்றிடையே ஒரு தொடர்பு இயக்கம் ஏற்படின், அவதானி பெறும் ஒரு செக்கனுக்கான அலைகள் அதாவது ஒலியின் தோற்ற மீடறன் தொடக்கத்திலுள்ளது போலிராது, மாறும் எனவே கேட்கும் சுரத்தின் சுருதி இருதரப்பும் ஒன்றையொன்று அணுகும் போது உயர்வதாகவும், ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகும் பொழுது குன்று வதாகவும் தோற்றும்.

ஒலி முதலுக்கும் அவதானிக்கு மிடையேயுள்ள இத்தொடர்பு

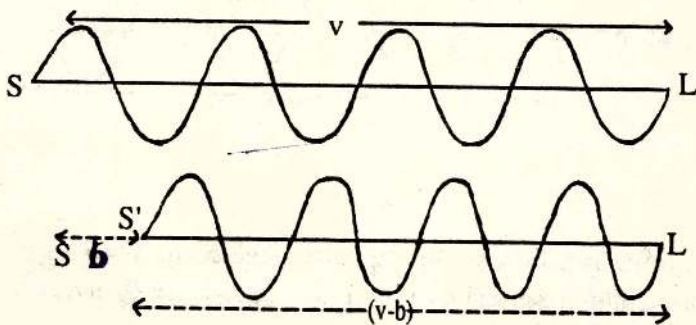
இயக்கத்தினால் மீடறனில் ஏற்படும் தோற்றமாற்றம் தொப்பிளர் விளைவு எனப்படும்.

எடுத்துக்காட்டுக்கள்

1. உயர்கதியுடன் இயங்கும் புகையிரதம் சீழ்க்கைக் குழலை ஊதிக் கொண்டு மேடையில் நிற்கும் அவதானியை அணுகும் பொழுது சீழ்க்கையின் சுருதி உயர்வதையும் கடந்து சென்று கொண்டு போகும் பொழுது குன்றுவதையும் அவதானிக்கலாம்.
2. ஒரு பரிவுப்பெட்டியில் பொருத்தப்பட்ட இசைக்கவையை ஒரு வட்டத்தில் கிடையாகச் சுழற்றும் பொழுது அதன் சுழல் தளத்தில் அவதானியொருவரின் செவியிருப்பின் செவியில் கேட்கும் சுரத்தின் சுருதி அணுகும்பொழுது உயர்வாகவும் விலகும் பொழுது தாழ்வாகவுமிருக்கும்.

மீடறன் மாற்றத்துக்குரிய கோவைகள்

1. அவதானி ஓய்விலும் ஒலிமுதல் இயங்கும் பொழுதும்



படம் 40

ஒலிமுதலால் உண்டாக்கப்படும் சுரத்தின் மீடறன் n எனவும் ஒலியின் வேகத்தை v எனவும் கொள்ளின் ஒலிமுதல் ஒரு செக்கனுக்கு n அலைகளை அனுப்பும், அவ்வளவு அலைகளும் S என்னும் ஒலிமுதல் நிலையாக இருப்பின் v என்னும் நீளத்தைப் பிடிக்கும். ஒலி செல்லும் திசையின் வழியே ஒலிமுதலானது b என்னும் வேகத்துடன் இயங்கின் S ஆனது ஒரு செக்கனுக்குப்பின் S' இரண்டாவரும். அப்பொழுது, உண்டாக்கப்பட்ட n அலைகளும் $S'L$ என்னும்

தாரத்திற்குள் அடக்கப்பட்டு $v - b$ என்னும் நீளத்தைப் பிடிக்கும்.

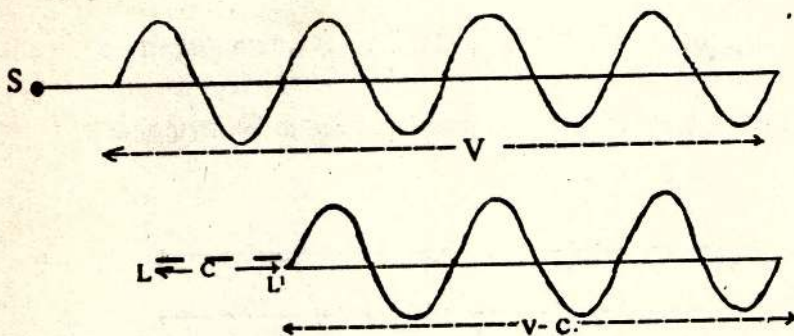
$$\therefore \text{நெருக்கப்பட்டதால் ஏற்பட்ட புதிய அலைநீளம்} = \frac{v - b}{n}$$

$$\therefore \text{ஒலியின் தோற்ற மீடறன் } n' = \frac{\text{வேகம்}}{\text{அலைநீளம்}} = \frac{v}{\frac{v - b}{n}} = \frac{v}{v - b} n \quad \text{--- (1)}$$

எனவே ஒலிமுதலின் இயக்கத்தால் அலைநீளம் மட்டும் மாற்றமடையும். அலை செல்லும் திசைக்கு எதிர்த்திசையில் அவதானியிலிருந்து ஒலிமுதல் விலகிச் செல்லின் b இன் குறி அதிராகும்.

$$\therefore n' = \frac{v}{v + b} n \quad \text{--- (2)}$$

2. ஒலிமுதல் ஓய்விலும் அவதானி இயங்கும்பொழுதும்.



படம் 41

அவதானி முதலில் ஓய்விலிருப்பின் அவரை ஒவ்வொரு செக்கனும் கடந்து செல்லும் அலைகளின் எண்ணிக்கை n ஆகும். அத்துடன் இவ் n அலைகளின் அலைநீளம் v ஆகும்.
ஆகவே அவையின் அலை நீளம் $\lambda = \frac{v}{n}$

ஆனால் அவதானி ஒலிமுதலை விலகி c என்னும் வேகத்துடன் இயங்கின் அவர் ஒரு செக்கனுக்குப்பின் L' இல் இருப்பார். அப்பொழுது இவரைக்கடந்து சென்ற அலைகளின் நீளம் $v - c$ ஆகும்.

$$\therefore \text{தோற்ற மீடறன்} = \frac{v - c}{v/n} = \frac{v - c}{v} n$$

மேலும் அவதானி ஒலிமுதலை நோக்கிச் செல்லின் அவரைக் கடந்த அலைகளின் நீளம் $v + c$ ஆகும்.

$$\therefore \text{அப்பொழுது தோற்ற மீடறன்} = \frac{v+c}{v/n} = \frac{v+c}{v} n$$

அவதானியின் இயக்கம் அவர் ஒரு செக்கனுக்கு கேட்கும் அலைகளின் எண்ணிக்கையில் மாற்றத்தை ஏற்படுத்து கின்றது.

3. ஒலிமுதலும் அவதானியும் இயங்கும் பொழுது

ஒலிமுதலும் அவதானியும் இயங்கின் ஒலிமுதலின் இயக்கம் அலை நீளத்தில் மாற்றத்தையும் அவதானியின் இயக்கம் அவர் பெறும் அலைகளின் எண்ணிக்கையிலும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும்.

இருதர்ப்பும் ஒரே திசையில் இயங்கின்.

ஒலிமுதலின் இயக்கத்தால் ஏற்படும் குறைக்கப்பட்ட புதிய

$$\text{அலைநீளம்} = \frac{v-b}{n} \quad (\text{இங்கு } b \text{ ஆனது ஒலிமுதலின் வேகம்})$$

அவதானியின் இயக்கத்தால் அவரைக்கடந்த அலைத்தொடரின்

$$\text{நீளம்} = v - c \quad (\text{இங்கு } c \text{ ஆனது அவதானியின் வேகம்})$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{தோற்ற மீடறன் } n'' &= \frac{\text{அலைத்தொடரின் நீளம்}}{\text{குறைக்கப்பட்ட அலை நீளம்}} \\ &= \frac{v-c}{\frac{v-b}{n}} \\ &= \frac{v-c}{v-b} n \end{aligned}$$

4. ஊடகத்தினது இயக்கத்தின் விளைவு

ஊடகம் இயங்கும் பொழுது அதாவது காற்று S இலிருந்து L இற்கு w என்னும் வேகத்துடன் வீசும்பொழுது ஒலியின் வேகம் v இலிருந்து $v + w$ இற்கு அதிகரிக்கும். அப்பொழுது தோற்ற மீடறனுக்குரிய கோவை வருமாறு அமையும்

$$\text{அதாவது } n'' = \frac{v+w-c}{v+w-b} n$$

காற்று அதே வேகத்துடன் எதிர்த் திசையில் வீசின் (L இலிருந்து S இற்கு) w எதிராகும்.

$$\therefore n'' = \frac{(v-w)-c}{(v-w)-b} n$$

ஒலிமுதல் அல்லது அவதானி ஒரே வேகத்தில் அணுகின்
தோற்றும் மீடறன்களில் ஏற்படும் மாற்றம்

அவதானியை ஒலிமுதல் b என்னும் வேகத்துடன் அணுகின்

$$\text{தோற்ற மீடறன் } n' = \frac{v}{v-b} n$$

ஒலிமுதலை அவதானி அதேவேகத்துடன் அணுகின்

$$\text{தோற்ற மீடறன் } n'' = \frac{v+b}{v} n$$

$$\therefore n' - n'' = \left(\frac{v}{v-b} - \frac{v+b}{v} \right) n$$

$$= n \left\{ \frac{b^2}{v(v-b)} \right\}$$

$$= \text{நேர் கணியம்} \quad (+ve)$$

$$\therefore n' > n''$$

அதாவது அவதானி ஓய்விலிருக்கும் பொழுது ஒலிமுதல் அணுகும்பொழுது கேட்கும் சுரத்தின் மீடறன் ஒலிமுதல் ஓய்விலிருக்க அவதானி அதே வேகத்துடன் அணுகும்பொழுது கேட்கும் சுரத்தின் மீடறனிலும் உயர்வாகவிருக்கும்.

குறிப்பு : கோவைகள் (1), (2), (3) வளிஅசையாதிருக்கும் பொழுது தோற்ற மீடறன்களுக்கான கோவைகளாகும். ஆனால் வளி w வேகத்துடன் வீசின் அதன் திசைக்கேற்ப v ஆனது $v + w$ அல்லது $v - w$ க்கு மாறும். இப்பெறுமானத்தை மேற்கோவைகளில் v க்குப் பதிலாக இட்டு தோற்ற மீடறன் களைத் துணியலாம்.

தொப்பிளர் விளைவின் பிரயோகங்கள்

- (1) பொலிஸ் ராடரினால் இயங்கும் வாகனமொன்றின் கதியைக் காண்பதற்கு
- (2) இரத்தக் உலத்தின் கதியைத் துணிவதற்கு (3) கற்பத்திலுள்ள சிசுவின் இதயத்தின் துடிப்பை துணிவதற்கு (4) ஒரு விமானத்தின் அல்லது கப்பல்களின் கதியைத் துணிவதற்கு (5) வானியல் பொருள்களின் நிறங்களை அவதானிப்பதன் மூலம் அவற்றின் சுழல்கதி பெயர்கதிகளைக் காண்பதற்கு பயன்படுகின்றன.

உத்திக்கணக்குகள்

1. 1000 Hz மீறனுடைய தூரத்திலிருக்கும் ஓர் ஒலிமுதலை நோக்கி ஓர் அவதானி 30ms^{-1} மாறா வேகத்தில் போகின்றார். (a) அவதானியால் கேட்கப்படும் தோற்ற மீறனைக் கணிக்க (b) அவதானி ஒலிமுதலைக் கடந்தபின் அவர் கேட்கும் மீறனையுங்கணிக்க. (ஒலியின் வேகம் = 330ms^{-1})

- (a) அவதானி ஒலிமுதலை நோக்கிச் செல்லும் பொழுது அவர் கேட்கும்

$$\begin{aligned} \text{தோற்ற மீறன்} &= \frac{v + c}{v} n \\ &= \frac{330 + 30}{330} \times 1000 \text{ Hz} \\ &= \frac{360}{330} \times 1000 \text{ Hz} \\ &= \frac{12000}{11} = \underline{\underline{1091}} \text{ Hz} \end{aligned}$$

- (b) ஒலிமுதலைக் கடந்தபின் அவர் கேட்கும்

$$\begin{aligned} \text{தோற்ற மீறன்} &= \frac{v - c}{v} n \\ &= \frac{330 - 30}{330} \times 1000 \text{ Hz} \\ &= \frac{300}{330} \times 1000 \text{ Hz} \\ &= \frac{10000}{11} = \underline{\underline{909}} \text{ Hz} \end{aligned}$$

2. 20ms^{-1} கதியில் செல்லும் ஒரு கார் 600 Hz மீறனுடைய தனது ஊதுகுழலை ஒலிக்கின்றது. தூரத்தில் நிற்கும் ஒரு நிலையான அவதானியை கார் நோக்கிச் செல்லும் பொழுது அவர் கேட்கும் தோற்ற மீறனையும், கார் அவரைக்கடந்து சென்றபின் அவர் கேட்கும் தோற்ற மீறனையும் காண்க. (ஒலியின் வேகம் = 340ms^{-1})

- (a) கார் அவதானியை நோக்கிச் செல்லும் பொழுது கேட்கும்

$$\begin{aligned} \text{தோற்ற மீறன்} &= \frac{v}{v - b} n \\ &= \frac{340}{340 - 20} \times 600 \text{ Hz} \\ &= \underline{\underline{638}} \text{ Hz} \end{aligned}$$

(b) கார் கடந்து சென்றபின் அவதானி கேட்கும்

$$\begin{aligned} \text{தோற்ற மீடறன்} &= \frac{v}{v+b} n = \frac{340}{360} \times 600 \text{ Hz} \\ &= \underline{\underline{567 \text{ Hz}}} \end{aligned}$$

3. 400 Hz மீடறனுடைய ஓர் இசைக்கவை ஒரு சுவரை நோக்கி 5 ms^{-1} கதியில் செல்கின்றது. சுவரில் தெறித்து வரும் ஒலிக்கும் நேரடியாகக் கேட்கும் ஒலிக்கும் இடையேயுள்ள அடிப்புகள் என்ன? (ஒலியின் வேகம் = 300 ms^{-1})

அவதானி சுவரின் ஒரு பக்கத்தில் இசைக்கவைக்கப்பால் இருக்கிறார் எனக் கொள்க.

இசைக்கவை சுவரை அணுகும் பொழுது அவதானியை விலகிச் செல்கிறதெனக் கொள்க.

நேரடியாகக் கேட்கும் தோற்ற மீடறன் வருமாறு கணிக்கப்படும். ஒலிமுதல் அவதானியை விலகிச் செல்லும் போது b என்பது ஒலிமுதலின் வேகம் எனின் அலைத்தொடரின் புதிய அலைநீளம் = $\frac{v+b}{n}$ ஆகும். இங்கு n உண்மையான மீடறனாகும்.

$$\begin{aligned} \therefore \text{தோற்ற மீடறன் } n^1 &= \frac{v}{v+b} n \\ &= \frac{300}{300+5} \times 400 \\ &= \frac{300}{305} \times 400 = 393.4 \text{ Hz} \\ &= 394 \text{ Hz அண்ணளவாக} \end{aligned}$$

தெறித்து வரும் ஒலியின் தோற்றமீடறன் வருமாறு கணிக்கப்படும்

இங்கு தெறித்த ஒலி அவதானியை அணுகுகின்றது.

$$\begin{aligned} \therefore \text{புதிய அலை நீளம்} &= \frac{v-b}{n} \\ \therefore \text{தோற்ற மீடறன்} &= \frac{v}{v-b} n \\ &= \frac{300}{300-5} \times 400 \text{ Hz} \\ &= \frac{300}{295} \times 400 \text{ Hz} \\ &= 407 \text{ Hz அண்ணளவாக} \\ \therefore \text{அடிப்புகள்} &= 407 - 394 \\ &= 13/s \end{aligned}$$

4. ஓர் இசைக்கவை இழையின் நுனியில் கட்டப்பட்டு, 0.12 m ஆரையுடைய ஒரு வட்டத்தில் சுழற்றப் படுகின்றது. இது செக்கனுக்கு 7 சுழற்சிகளை ஆக்குகின்றது. இசைக்கவை சுழலும் தளத்தில் நிற்கும் அவதானிக்கு கேட்கும் உயர் சுருதியினதும் தாழ் சுருதியினதும் மீடறன்களின் விகிதத்தைக்கணிக்க.

(ஓலியின் வேகம் வளியில் 330 m/s)

இசைக்கவையின் நேர்கோட்டு வேகம் $v = r\omega = 0.12 \times 2\pi \times 7$

$$= 0.24 \times \pi \times 7 = 0.24 \times \frac{22}{7} \times 7$$

$$= 0.24 \times 22$$

$$= 5.28 \text{ m/s}$$

இசைக்கவை ஒரு வட்டத்தில் இயங்கும்பொழுது கேட்கும் சுரத்தின் சுருதி அவதானியை அணுகும்பொழுது உயரும் விலகும் பொழுது தாமும்.

இசைக்கவை அணுகும்பொழுது, தோற்ற மீடறன் $n' = \frac{v}{v-b} n = \frac{330}{330-5.28} \times n$

இசைக்கவை விலகும்பொழுது, தோற்றமீடறன் $n'' = \frac{v}{v+b} n = \frac{330}{330+5.28} \times n$

$$\frac{n'}{n''} = \frac{330 + 5.28}{330 - 5.28} = \frac{335.28}{324.72}$$

$$= 1.034$$

5. இரு விமானங்கள் 85 உம் 140 உம் m/s கதிகளில் ஒன்றையொன்று நோக்கி அணுகுகின்றன. முதலாவதிலிருந்து வரும் சுரத்தின் மீடறன் இரண்டாவதில் இருக்கும் பயணிகளுக்கு 1000 ஆகக் காணப் பட்டது. முதலாவதில் இருக்கும் பயணிகளுக்கு கேட்கும் உண்மை மீடறன் என்ன? (வளியில் ஓலியின் வேகம் 310 m/s)

$$\text{ஓலியின் வேகம்} = 310 \text{ m/s} - v \text{ m/s}$$

$$\text{முதலாவதன் வேகம்} = 85 \text{ m/s} - b \text{ m/s}$$

$$\text{இரண்டாவதன் வேகம்} = 140 \text{ m/s} - a \text{ m/s}$$

இரண்டாவது விமானம் (அவதானி) ஓய்விலிருக்க, முதலாவது (ஓலிமுதல்) இயங்கின் புதிய அலை நீளம் காணப்படல் வேண்டும்.

$$\text{உண்மை மீடறன்} = n \text{ எனின்}$$

$$\text{புதிய அலை நீளம்} = \frac{v-b}{n} = \frac{310-85}{n}$$

இனி ஓலிமுதல் ஓய்விலிருக்க அவதானி இயங்குகிற தெனக் கொள்க. அப்பொழுது கடந்த அலைகளின் நீளம் (நோக்கி இயங்குவதால்)

$$= v+a = (310+140) \text{ m}$$

இதற்குள் அடங்கிய புதிய அலை நீளத்தையுடைய அலைகளின் எண்ணிக்கை

$$\begin{aligned} &= \frac{v+a}{v-b} n \\ \text{அதாவது தோற்ற மீடறன் } n' &= \frac{310+140}{310-85} \times n \\ \therefore 1000 &= \frac{450}{225} \times n \\ \therefore n &= \frac{225 \times 1000}{450} \\ &= \underline{\underline{500 \text{ Hz}}} \end{aligned}$$

அலகு 3.2 வினாக்கள்

1. தெறிப்பு, முறிவு என்னுந் தோற்றப்பாடுகளை விளக்கப் பரிசோதனைகள் தருக. இவற்றின் விதிகளையுங் கூறுக.
2. எதிரொலி என்றால் என்ன?
ஓர் ஆகாய விமானி 200 m/s வேகத்தில் கிடையாகச் செல்லும் விமானத்திலிருந்து ஒரு துவக்கைச் சுடுகின்றான். அப்பொழுது நிலத்தில் பட்டுவரும் எதிரொலி 8 செக்கனுக்குப் பின் கேட்கின்றது. ஒலியின் வேகம் 340 m/s எனின் விமானத்தின் உயரத்தைக் காண்க.
[விடை : 1004 m]
3. ஒரு பையன் மேல்வீட்டுப் படிகளுக்கு முன்னால் தனது கையைக் கொட்டுகிறான். அப்பொழுது ஓர் இசையொலியைக் கேட்கின்றான். இதனை விளக்குக.
ஒலியின் வேகம் 330 m/s ஆயின் ஒவ்வொரு படயினதும் அகலம் 20 cm ஆக இருக்கும் பொழுது கேட்கும் ஒலியின் மீடறன் என்ன?
[விடை: 560 Hz]
4. ஒரு மலையை அணுகும் எஞ்சினொன்று 792 m தூரத்தில் வரும்பொழுது ஊதியை ஊதுகின்றது. எதிரொலி $4\frac{1}{2}$ s இற்குப் பின் கேட்கின்றது. எஞ்சின் 22 m/s வேகத்தில் செல்லின் வளியில் ஒலியின் வேகத்தைக் காண்க.
[விடை: [330 m/s]
5. 792 m க்கப்பால் நிற்கும் இரு மனிதர்கள் ஒரு நிலைக்குத்தான மலையிலிருந்து ஒரேயளவு தூரத்தில் நிற்கின்றார்கள். ஒருவர் துவக்கைச் சுடும் பொழுது மற்றவர் நேரடியாகக் கேட்கும் ஒலிக்கு 3 s பின் எதிரொலி கேட்கின்றார். ஒலியின் வேகம் 330 m/s ஆயின் மலையிலிருந்து மனிதர்கள் தூரம் என்ன?
[விடை: 798 m]

6. ஒரு புகையிரதம் மலைச் சாரலினால் மூடப்பட்ட சுரங்கமொன்றை அணுகுகின்றது. புகையிரதம் 1600 m க்கப்பால் வரும்பொழுது சாரதி 'விசில்' ஊதுகிறார். எதிரொலி அவரை 9 s க்குப்பின் அடைகின்றது. புகையிரதத்தின் வேகத்தைக் கணிக்க. ஒலியின் வேகத்தை 330 m/s எனக் கொள்க.

[விடை: 25.6 m/s]

7. ரேடியோ அலைகள் வளிக்கூடாக 3.0×10^8 m/s வேகத்தில் செல்கின்றன.

(a) 105 MHz மீடறனுடைய ரேடியோ அலைகளின் வளியிலுள்ள அலை நீளத்தைக் கணிக்க. [விடை: 2.85 m]

(b) 1500 m அலை நீளமுள்ள ரேடியோ அலைகளின் மீடறனைக் கணிக்க. [விடை: 200 KHz]

8. ஒரு 'லேசர்', வளியில் 640 nm அலை நீளமுள்ள ஒளியை உண்டாக்குகின்றது. வளியில் ஒளியின் வேகம் 3.0×10^8 m/s.

(a) லேசர் ஒளியின் மீடறன் (b) 1.5 முறடிவுச்சுட்டியுடைய கண்ணாடியில் லேசர் ஒளியின் அலைநீளம் ஆகிய வற்றைக் கணிக்க.

[விடை: (a) 4.7×10^{14} Hz (b) 427 nm, 2×10^8 m/s]

அடிப்புக்கள்

9. அடிப்புக்கள் என்றால் என்ன? இதனை விளக்குக.

ஈர் இசைக்கவைகள் உடன் ஒலிக்கும்பொழுது 10 அடிப்புக்களை 3 செக்கனில் ஆக்குகின்றன. முதலாவது இசைக்கவை செக்கனுக்கு 384 அதிர்வுகளை ஆக்கின் அத்துடன் மற்றதன் நுனி ராவப்படும் பொழுது அடிப்புக்கள் மறையின் இரண்டாவது இசைக்கவையின் மீடறன் என்ன?

[விடை: $380 \frac{2}{3}$]

10. A, B என்னும் ஈர் இசைக்கவைகளிலிருந்து ஒரு செக்கனுக்கு 4 அடிப்புக்கள் கேட்கின்றன. A க்குச் சற்று பாரம் ஏற்றும் பொழுது 5 செக்கனில் 3 அடிப்புக்கள் கேட்கின்றன. B இன் மீடறன் 256 ஆயின் பாரமேற்ற முன்பும் பின்பும் A இன் மீடறன் என்ன?

[விடை: 260, 256.6]

தோற்றப்படாடை

11. அடிப்பு என்னும் ஓர் இசைக்கவையின் மீடறனைத் துணிதற்கு எவ்வாறு உபயோகிக்கலாம் என்பதை விளக்குக.

A, B என்னும் ஈர் இசைக்கவைகள் உடன் ஒலிக்கும்பொழுது செக்கனுக்கு 4 அடிப்புக்கள் கேட்கின்றன. A இன் மீடறன் 512 ஆகும் B இன் புயத்தில் சிறு மெழுகு பூசிய போது அடிப்புக்கள் நின்றன. B இன் ஆரம்பத்திலுள்ள

மீடறன் என்ன?

[விடை : 516]

12. தலையீடு, அடிப்புக்கள் என் பவற்றை வேறு படுத்துக. ஒலி அலைகளின் தலையீட்டைக் காட்டப் பரிசோதனை ஒன்று தருக.
ஒரு மனிதன், இரு சர்வசமனான ஒலிமுதல்களை இணைக்கும் நேர்கோட்டில் செல்கின்றான், ஒவ்வொன்றினதின் மீடறன் 100 ஆகும். அவை ஒரே அவத்தையில் அதிர்கின்றன. ஒன்றிலிருந்து மற்றதை நோக்கி என்ன வேகத்தில் செல்லின் செக்கனுக்கு 10 அடிப்புக்கள் கேட்கும். ஒலியின் வேகம் 330 m/s. [விடை : 16.5 m/s]
13. இரு வெவ்வேறு ஒலிபெருக்கிகளால் அடிப்புக்கள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. ஒன்று 450 Hz இலும் மற்றது 550 Hz இலும் தொழிற்படுகின்றன. ஓர் அலைவகாட்டிக்கு தொடுக்கப்பட்ட நுணுக்குபன்னி விளையுள் அலை வடிவத்தைக்காட்ட பயன்படுத்தப்படுகிறது.
(a) அடிப்புமீடறனையும், அடுத்தடுத்த அடிப்புக்களுக்கிடையேயுள் நேரத்தையும் கணிக்க.
(b) விளையுள் அலைவடிவத்தின் மீடறனைக் கணிக்க.
[விடை : (a) 100 Hz, 10 ms (b) 500 Hz]
14. A, B என்னும் இரு இசைக்கவைகள் ஒன்றாக ஒலிக்கும் பொழுது 8 Hz இல் அடிப்புக்களை உண்டாக்குகின்றன. A இனது மீடறன் 512 Hz. B ஆனது மெழுகினால் சுமையேற்றப்பட்டு இரண்டும் ஒன்றாக ஒலிக்கும்பொழுது அடிப்புக்கள் 2 Hz இல்கேட்டன. சுமையேற்றப்படாத நிலையில் B இன் மீடறனைக் கணிக்க.
[விடை : 520 Hz]

தொப்பிளர் விளைவு

15. தொப்பிளர் விளைவு என்றால் என்ன?
ஓர் எஞ்சினது சீட்சைக்குழலின் மீடறன் 550 Hz ஆகும். புகையிரத மேடையில் நிற்கும் அவதானி கேட்கும் தோற்ற மீடறனை (a) எஞ்சின் 27 m/s வேகத்தில் அணுகும்பொழுதும் (b) அதேவேகத்தில் கடந்து செல்லும் பொழுதும் காண்க. வேகம் 330 m/s ஆகும்.
[விடை : (a) 599 (b) 508]
16. தொப்பிளர் விளைவை விவரிக்க.
ஒரு புகையிரத எஞ்சின் குகைப்பாதையொன்றை அணுகும் பொழுது சீட்சைக்குழலை ஊதுகின்றது. அப்பொழுது இவ்வொலி குகைப்பாதை முகப்பில் பட்டுத்தெறித்து வருகின்றது. புகையிரதம் 20 m/s வேகத்தில் செல்லின் எஞ்சினோட்டியால் கேட்கப்படும். தெறித்துவரும் ஒலியினதும் நேரடியாக வரும் ஒலியினதும் சார்பு மீடறன்கள் என்ன ? ஒலியின் வேகம் 330 m/s ஆகும்.
[விடை : 35 : 31]

17. இரு சீட்கைக்குழல்கள் செக்கனுக்கு 548 உம் 552 மீடறன்களுடன் ஒலிக்கின்றன. அவ்விரு குழல்களின் நேர்கோட்டில் ஒரு மனிதன் குறைந்த சுருதியுள்ள குழலை நோக்கி 1.5 m/s வேகத்தில் செல்கின்றான். ஒலியின் வேகம் 336 m/s ஆயின் அவன் கேட்கும் அடிப்பு மீடறன் என்ன?
[விடை : 1 Hz]
18. ஓர் அவதானி இரு சர்வசமனான ஒலிமுதல்களுக்கிடையே அவற்றை இணைக்கும் நேர்கோட்டின் வழியே இயங்கும் பொழுது செக்கனுக்கு 4 அடிப்புக்கள் வீதம் கேட்கின்றார். ஒவ்வொரு ஒலிமுதலினதும் மீடறன் 500 Hz ஆகவும் ஒலியின் வேகம் 340 m/s ஆகவு மிருப்பின் அவதானி என்ன வேகத்தில் இயங்குகின்றார்.
[விடை : 1.36 m/s]
19. 30 m/s கதியில் செங்குத்தாக ஒரு மலைச் சாரலை நோக்கி இயங்கும் ஒரு கார் 100 Hz மீடறனுடைய தனது ஊது குழலை ஒலிக்கின்றது. கார்ச் சாரதியினால் கேட்கும் எதிரொலியின் தோற்ற மீடறனைக் காண்க. (வளியில் ஒலியின் வேகம் = 330 m/s)
[விடை : 120 Hz]
20. n என்னும் ஒரு குறித்த மீடறனுடைய சுரத்தை எழுப்பும் ஓர் ஒலிமுதல் நிலையாக $\frac{1}{10}$ நிற்கும், அவதானியொருவரை நோக்கிவளியில் ஒலியின் கதியின் மடங்கு மாறாக் கதியில் அனுகுகின்றது. பின்பு ஒலிமுதல் நிலையாக இருக்க அவதானி அதே மாறாக்கதியில் ஒலிமுதலை நோக்கி இயங்குகின்றார். முதற் தத்துவத்திலிருந்து ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் அவதானி கேட்கும் மீடறனைக் காண்க. [விடை : $\frac{10}{9} n$; $\frac{11}{10} n$]
21. n மீடறனுடைய ஒலியை எழுப்பும் ஓர் ஒலிமுதல் ஒரு நிலையான அவதானியை நோக்கி u என்னும் கதியில் செல்கின்றது. அவதானி கேட்கும் சுரத்தின் மீடறன் $\frac{nv}{v-u}$ எனக்காட்டுக. v ஆனது ஒலியின் வேகமாகும். ஒரு மாதிரி உரு விமானம் 10 m ஆரையுடைய கிடையான வட்டத்தில் 3 செக்கனுக்கு 1 சுழற்சியை ஏற்படுத்தும் வகையில் செல்கின்றது. அது 300 Hz மீடறனுடைய ஓர் சுரத்தை எழுப்புகின்றது. வட்டத்தின் மையத்திலிருந்து அதே தளத்தில் 20 m தூரத்திலிருக்கும் புள்ளியில் கேட்கப்படும் அதிஉயர், அதிதாழ் சுரங்களின் மீடறன்களைக் கணிக்க. அத்துடன் அடுத்து வரும் அதிஉயர், அதிதாழ் சுரங்கள் கேட்கும் நேரஇடையைக் காண்க. (வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 m/s).
[விடை : 320 Hz; 282 Hz; 1.0 s]

22. X, Y என்னும் இரு நிலையான அவதானிகளுக்கிடையேயுள்ள ஒருநேரான தெருவின் வழியே 15 m/s மாறாக் கதியில் செல்லும் ஒரு கார் தனது ஊதுகுழலை ஒலிக்கின்றது. X இலுள்ள அவதானி 538 Hz மீடறனுடைய ஒலியைக்கேட்கும் அதே வேளையில் Y இலுள்ள அவதானி ஒரு தாழ் மீடறனுடைய ஒலியைக்கேட்கின்றார். (a) கார் ஆனது X ஐ நோக்கியா அல்லது Y ஐ நோக்கியா செல்கின்றது? (b) கார் நின்று கொண்டு ஊதுகுழலை ஒலிக்குமாயின், X அல்லது Y கேட்கும் காரிலிருந்து வரும் ஒலியின் மீடறன் என்ன? (c) X ஆனது 538 Hz ஐக் கேட்கும் பொழுது Y என்ன மீடறனைக் கேட்கும்? (வளியில் ஒலியின் வேகம் 340 m/s).

[விடை : (a) X ஐ நோக்கி; (b) 514 Hz (c) 493 Hz]

23. ஒரு புகயிரத நிலையத்தில் நிற்கும் ஒரு புகையிரதம் வெளிக்கிடுவதற்குமுன் ஊதுகுழலை ஒலிக்கின்றது. மேடையில் நிற்கும் ஓர் அவதானிக்கு அதன் மீடறன் 1200 Hz ஆகக் காணப்பட்டது. பின்பு புகையிரதம் ஆரம்பித்து 25 m/s கதியை அடையும்வரை உறுதியாக முடுக்குகின்றது. வெளிக்கிட்ட 50 செக்கன்களுக்குப் பின் எஞ்சின் சாரதிமீண்டும் ஊது குழலை ஒலிக்கின்றார். அப்பொழுது மேடையில் நிற்பவருக்கு மீடறன் 1140 Hz எனக்காணப்பட்டது. வெளிக்கிட்ட 50 செக்கனுக்குப்பின் புகையிரதத்தின் கதியைக் கணிக்க. அப்பொழுது புகையிரதம் நிலையத்திலிருந்து என்ன தூரத்தில் உள்ளது? (வளியில் ஒலியின் வேகம் = 340 m/s).

[விடை : 17.9 m/s, 448 m]

24. P, Q என்னும் இரு கார்கள் ஒரு மோட்டர்ப்பாதையில் ஒரே திசையில் செல்கின்றன. முதற் செல்லும் கார் P உறுதியான 12 m/s கதி இல் செல்கின்றது. அடுத்த கார் Q உறுதியான கதி 20 m/s செல்லும் பொழுது சாரதி ஊது குழலினால் உறுதியான சுரத்தை ஒலிக்கின்றார். இது P என்னுங்காரின் சாரதிக்கு 830 Hz மீடறனுடையதாகக் கேட்கின்றது. Q என்னும் காரின் சாரதிக்குதான் கேட்கும் மீடறன் என்ன ? (வளியில் ஒலியின் வேகம் 340 m/s).

[விடை : 810 Hz]

பல் தேர் வினாக்கள்

1. ஒரு மனிதன் 2 km இடைத்தூரம் உள்ள இரு மலைகளுக்கிடையில் நின்று ஊது குழாயொன்றை ஊதுகின்றான். ஒரு மலைக்குக் கிட்ட $\frac{1}{2}$ km தூரத்தில் நிற்பானாயின் ஒலியின் வேகம் வளியில் 330 m/s ஆயின் 2-ம் எதிரொலி கேட்க எடுக்கும் நேரம் செக்கனில்

(i) $\frac{3}{2} \times \frac{1000}{330}$ (ii) $\frac{2}{3} \times \frac{1000}{330}$ (iii) $2 \times \frac{3}{2} \times \frac{1000}{330}$

$$(iv) 2 \times \frac{2}{3} \times \frac{1000}{330} \quad (v) \frac{2 \times 1000}{330}$$

2. இரு அலைத் தொடர்களுக்கிடையே தலையீடு நிகழ்வதற்கான முக்கிய நிபந்தனைகள்

- (a) அலைத்தொடர்களின் மீடறன்கள் சமனாக இருத்தல் வேண்டும்.
 (b) எதிர்த் திசைகளில் செல்பவையாக இருத்தல் வேண்டும்.
 (c) ஒரே கோட்டில் பெயர்ச்சிகள் இருத்தல் வேண்டும்.
 (d) அலைகளின் வீச்சங்கள் சமனாக இருத்தல் வேண்டும்.

- (1) a உம் b உம் (ii) a உம் c உம் (iii) a உம் c உம் d உம் (iv) c உம் d உம்
 (v) a மட்டும் .

3. ஒலியின் மேற்பொருந்துகை செயற்படும் தோற்றப்பாடுகள்.

- (a) தலையீடு (b) எதிரொலி (c) அடிப்புக்கள் (d) நிலையான அலைகள்
 (i) a, b, c (ii) a, c, d (iii) b, c, d (iv) a, b (c) b, c.

4. A, B என்னும் ஒரே அலைநீளமும், வீச்சமுமுடைய அலைகளை அனுப்பும் ஒலிமுதல் களிலிருந்து ஒரு புள்ளி ஆனது X, Y தூரங்களிலிருக்கும் பொழுது $x - y = 3\lambda$ என்னுஞ் சமன்பாட்டைத் தரின் அப்புள்ளியில்

- (a) ஓர் ஐதாக்கலும் ஒரு நெருக்கலும் சந்திக்கும்
 (b) இரு ஐதாக்கல்கள் ஒன்றோடொன்று பொருந்தும்
 (c) இரு நெருக்கல்கள் ஒன்றோடொன்று பொருந்தும்
 (d) ஓர் உரப்புள்ள ஒலி கேட்கும்
 (e) ஓர் அமைதி நிகழும்

- (i) a, e (ii) b, d (iii) c, d (iv) b, e (v) b, c, d

5. A உம் B உம் ஈர் ஒத்திசைக்கும் இசைக்கவைகளாகும். A இனது மீடறன் n ஆகும். B இன் புயமொன்றில் சிறிதளவு மெழுகு பொருத்தப்பட்டு A உடன் ஒலிக்கச் செய்தபொழுது 4 அடிப்புக்கள் கேட்டன. B இன் தொடக்கத்திலுள்ள மீடறன் Hz இல்

- (i) n (ii) n + 4 (iii) n - 4 (iv) 2n - 4 (v) 4 - n

6. X, Y என்பன ஒரு செக்கனுக்கு 3 அடிப்புக்களை ஆக்கும் இசைக்கவைகளாகும். X ஆனது அரத்தால் தேய்க்கப்பட்டு Y உடன் ஒலிக்கச் செய்தபொழுது அடிப்புக்கள் நின்றுவிட்டன. X இன் ஆரம் மீடறன் Y இனது 256 Hz ஆயின், Hz இல்

- (i) 253 (ii) 250 (iii) 259 (iv) $83\frac{1}{3}$ (v) 768

7. ஒரு குழாய்க்குள்ளிருக்கும் வளி இன்னொரு அதிரும் பொருளால் அருட்டப்பட்ட பொழுது ஓர் உரப்பான சுரம் கேட்டது. அப்பொழுது

- (i) எதிரொலி கேட்டது (ii) ஒலி முறிவடைந்து ஒரிடத்தில் குவிந்தது

(iii) பரிவு நிகழ்ந்தது (iv) தெறிப்பொலி கேட்டது (v) வலிந்த அதிர்வு நிகழ்ந்தது

8. ஒரு சுவருக்குக் கிட்ட 180 Hz மீடறனுடைய ஓர் ஒலிமுதல் வைக்கப் பட்டுள்ளது. ஒலிமுதலிலிருந்து சுவரை நோக்கிச் செல்லும் ஒரு மணிதனுக்கு ஒலிச்செறிவில் ஓர் ஆவர்த்தன ஏற்ற இறக்கத்தைக் காணமுடிகிறது. ஒலியின் வேகம் 360 m/s ஆயின், இரு அடுத்தடுத்துள்ள தாழ்ந்த செறிவுள்ள ஒலி கேட்கும் இடங்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம் m இல் என்ன?

(i) $\frac{3}{2}$ (ii) 4 (iii) 1 (iv) 2 (v) $\frac{1}{2}$

9. ஒரு 510 Hz மீடறனுடைய ஒலிமுதல் ஓர் அவதானியை நோக்கி 50 m/s வேகத்தில் இயங்குகின்றது. ஒலியின் வேகம் 350 m/s ஆகும். சுரத்தின் மீடறன் Hz இல்

(i) 595 (ii) 437 (iii) 206 (iv) 510 (v) 400

10. ஒரு 600 Hz மீடறனுடைய ஒலிமுதல் ஓர் அவதானியை விலகி 70 m/s வேகத்தில் இயங்குகின், கேட்கும் சுரத்தின் மீடறன் Hz இல் என்ன? ஒலியின் வேகம் 350 m/s ஆகும்.

(i) 720 (ii) 520 (iii) 550 (iv) 500 (v) 600

11. ஒலியின் வேகம் v எனவும் ஒலிமுதலின் வேகம் $\frac{v}{2}$ எனவுங் கொண்டு ஒலிமுதல் நிலையான அவதானியை நோக்கிச் செல்லும்பொழுது அவன் கேட்கும் சுருதிக்கும் விலகிச் செல்லும் பொழுதும் அவதானி கேட்கும் சுருதிக்கும் உள்ள விகிதம்

(i) $\frac{4}{3}$ (ii) $\frac{3}{4}$ (iii) 4 (iv) 3 (v) $\frac{3}{2}$

12. ஒலியின் வேகம் 340 m/s, ஒலிமுதலின் வேகம் 40 m/s, அவதானியின் வேகம் 60 m/s, ஒலிமுதலின் மீடறன் 450 Hz, ஒன்றையொன்று அணுகும் பொழுது தோற்ற மீடறன்

(i) 500 (ii) 600 (iii) 550 (iv) 450 (v) 400

13. ஒலியின் வேகம் 340 m/s, ஒலிமுதலின் வேகம் 60 m/s அவதானியின் வேகம் 40 m/s ஒலி முதலின் மீடறன் 600 Hz, ஒலிமுதலும் அவதானியும் விலகிச்செல்லும் பொழுது தோற்ற மீடறன்.

(i) 300 (ii) 400 (iii) 360 (iv) 800 (v) 450

14. P இலிருக்கும் ஒரு சிறிய ஒலிபெருக்கி 660 Hz மீடறனுடைய ஒலி அலையை பிறப்பிக்கின்றது. வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 m/s. ஆயின், 0.5 m வித்தியாசத்தையுடைய புள்ளிகள் Q, R, இலுள்ள வளி அதிர்வுகளின்

அவத்தை வித்தியாசம்

(i) பூச்சியம் (ii) 0.25 rad (iii) $\pi/2$ rad (iv) π rad (v) தூரம் PQவில் தங்கியுள்ளது.

15. இரு அலைத் தொகுதி களுக்கிடையே தலையீடு நிகழவேண்டி பின்வரும் கூற்றுக்களுள் எந்ந ஒரு கூற்று சரியானதல்ல?

(i) ஒவ்வொரு தொகுதியும் மாறா அலை நீளத்தைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும்

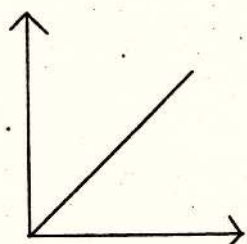
(ii) இரு தொகுதிகளும் சம அலை நீளங்களைக் கொண்டிருத்தல் வேண்டும்

(iii) இரு தொகுதி களும் முனைவாக்கப்படாதிருத்தல் வெண்டும் அல்லது ஒத்த முனைவாக்கங்களையுடையன வாக இருத்தல் வேண்டும்.

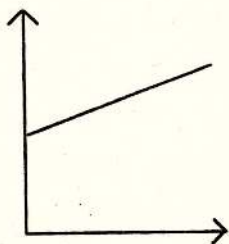
(iv) அலைகள் குறுக்கலைகளாக இருத்தல் வேண்டும்

(v) அலைகள் சர்வசமனான வீச்சங்களை யுடையனவாக இருத்தல் வேண்டும்

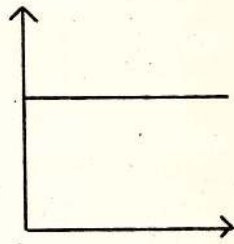
16. கீழ்க்காட்டப்பட்ட வரைபுகளில் எது சுதிமாறாதிருக்கையில் அலைகளின் மீடறன்களுக்கும் அலைநீளங்களுக்கும் உள்ள மாறலைத்திறம் படக்காட்டுகின்றது?



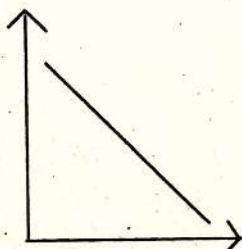
(i)



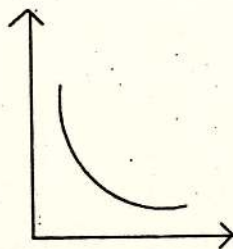
(ii)



(iii)



(iv)



(v)

படம் 42

நிலையான (நின்று) அலைகள்

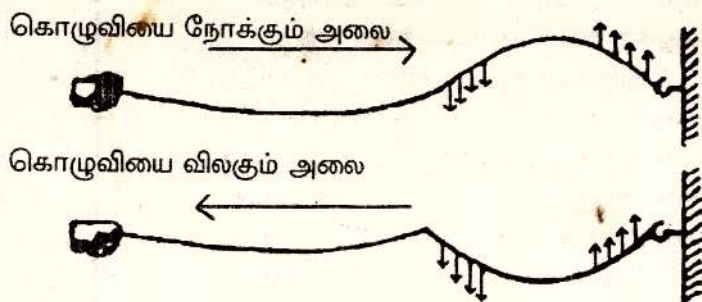
இரு விருத்தி அலைகள் ஒரு திசையில் செல்லும்பொழுது நிகழும் தோற்றப்பாட்டைப் பற்றி இதுகாறும் படித்தோம். இனி ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் செல்லும் இரு சர்வசமனான அலைகள் ஒன்றன்மீது ஒன்று மேற்பொருந்துவதால் ஏற்படும் தோற்றப்பாட்டைப் பற்றி ஆராய்வோம். விருத்தி அலைகளைப்போல் நிலையான அலைகளும் இருவகைகளுண்டு. அவையாவன (i) நிலையான குறுக்கலை (ii) நிலையான நெட்டாங்கு அலை. முதலாவது வகையை ஒரு முனை நிலையாகப் பொருத்தப்பட்ட இழை அல்லது கயிறொன்றின் வழியே துடிப்பு ஒன்றை அனுப்புவதன் மூலம் பெறலாம். இரண்டாவது வகையைச் சுரமண்டலக்குழாயில் அதிரும் வளி நிரலில் ஏற்படுத்தலாம். இவ்விரு வகைகளும் எதிர்த்திசைகளில் செல்லும் சர்வசமனான அலைகள் மேற்பொருந்தும் பொழுது ஏற்படுவதால் ஒரு விருத்தி அலைக்குச் சமனான எதிர்த்திசையில் செல்லும் அலையை தெறிப்பினால் ஏற்படுத்தலாம். முன்னேறும் விருத்தி அலையுடன் இத்தெறிப்பலை மேற்பொருந்தும் பொழுது நிலையான அலை ஏற்படும். நிலையான அலைகள் இரு முனைகளினால் எல்லைப்படுத்தப்பட்ட ஊடகத்தில் ஏற்படுத்தப்படும். அத்துடன் அலைத்தெறிப்பின் தன்மை முனைகளின் நிபந்தனைகளில் தங்கியுள்ளது. முனை விறைப்பாகப்பொருத்தப்படின அதனில் ஓர் அலையின் முடி படின அது ஒரு தாழியாகவும் முனை சுயாதீனமாயின் அலையின் முடியொன்று முடியாகவும் தெறிக்கும். இவற்றைவருமாறு காட்டலாம்.

இழைகளில் அலைகளின் தெறிப்பு

(a) பொருத்தப்பட்ட முனையில்

ஒரு முனை கையால் பிடிக்கப்பட்டதும் மறுமுனை ஒரு கொழுவிடில் சுவருடன் பொருத்தப்பட்டதுமான இழையொன்றின் வழியே செலுத்தப்படும் ஒரு முடியை சுருத்திற் கொள்க. கையினால் இழையை உதறி ஒரு முடியை அப்பெரிசின் முடியின் முன்பு பிடியிலுள்ள சுணிக்கைகள் சுமக்க முன்னாலுள்ள

துணிக்கைகளை இழுத்து முடியை முன்னேறச் செய்யும். கொழுவியை முடி அணுகியதும் அதன் முற்பகுதியிலுள்ள துணிக்கைகள் மேல் எழும்பொழுது



படம் 43

கொழுவியை மேல்நோக்கி இழுக்கின்றன. அப்பொழுது கொழுவியை நியூற்றனின் 3 - ம் விதிக்கிணங்க இடையில் ஒரு கீழ்முக விசையை உஞற்றும். இதன்காரணமாக ஒரு தாழி இழையின் நுனியில் ஏற்பட்டு கொழுவியை விலகி இயங்கும். இதேபோல் ஒருதாழி செலுத்தப்படின் அது ஒரு முடியாக முனையில் தெறித்து வரும். எனவே ஓர் அலை விரைப்பான முனையிலிருந்து தெறிக்கும்பொழுது முடி தாழியாகவும், தாழி முடியாகவும் தெறிக்கும். அதாவது இங்கு அவத்தை முற்றாக நேர்மாறாக்கப்படும். உதாரணமாக.

ஒரு படும் அலையின் சமன்பாடு $y = a$ சைன் $\frac{2\pi}{\lambda} (vt - x)$ எனின், தெறிப்பலையின் சமன்பாடு,

$$y = a \text{ சைன் } \left[\frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) + \pi \right] = -a \text{ சைன் } \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x)$$

இனால் தரப்படும். a இன் எதிர்க்குறி வீச்சம் நேர்மாறாக்கப்படுவதையும் ஆகவே முடி தாழியாக மாற்றப்படுகிறதையும் குறிக்கும். x இன் குறிமாற்றம் தெரி அலை படும் அலையின் எதிர்த்திசையில் செல்கின்றதையும் குறிக்கும்.

(b) சுயாதீன முறையில்

தெறிப்பு நிகழும் இழையின் முனை சுயாதீனமாக இருப்பின் மேற்கூறிய அவத்தை மாற்றம் தெறிப்பின் போது ஏற்படுவதில்லை. ஆகவே ஒரு முடி முடியாகவும், தாழியானது தாழியாகவும் தெறிப்பும். கையில் ஒரு முனை பிடிக்கப்பட்டதும் நிலையாகத் தொங்குகின்றதுமான இழையில் கீழ்முகமாக ஒரு முடியை அணுப்புக (படம் 44). B என்னும் முனை சுயாதீனமானதாகவும் A என்பது பிடிக்கப்பட்டதாகவும் இருக்கும். இழையின் வலமாக ஒரு முடியை அணுப்புவதற்கென இழை உதற்படின B என்னும் முனையை அணுக்கும் முடி அதனை வலமாக இழுக்கும். அப்பொழுது B ஒரு வேகத்தை வலப்பக்கமாக பெறுவதால் ஒரு முடியைத் திருப்பியும் வலமாக இழையில் அணுப்பும். இங்கு தெறி அலையின் சமன்பாடு

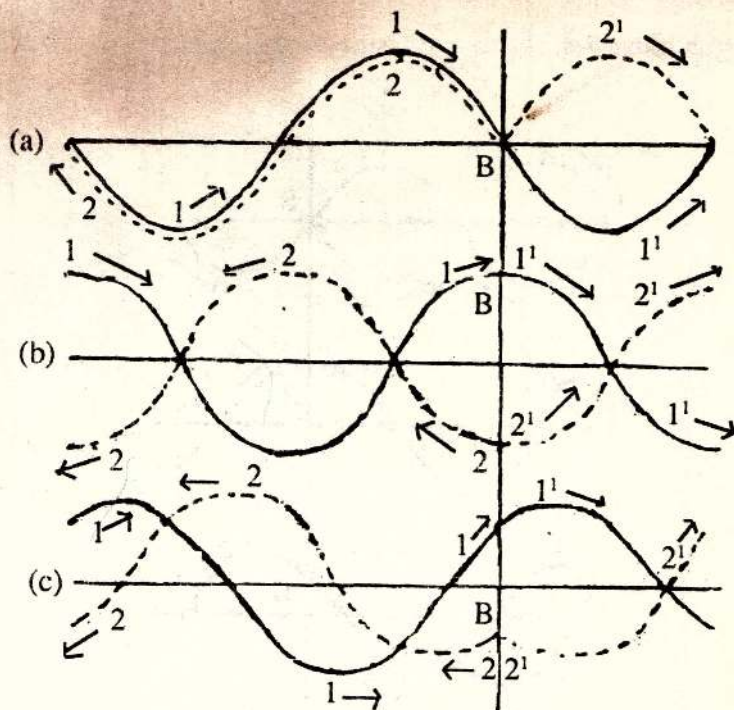


படம் 44

$$y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \text{ இனால் தரப்படும்.}$$

தெறி அலையை உண்டாக்கும் முறை (பொருத்தப்பட்ட முனையில்)

B என்னும் முனையில் பொருத்தப்பட்ட இழையைக் கருத்திற் கொள்க. இதன் வழியே ஓர் அலை இடப்பக்கத்திலிருந்து செலுத்தப்படுகின்றது. இவ்வலையானது B என்னும் நிலையான முனையை யடைந்து தெறிப்பும். தெறிக்கும் அலையைக் காண்பதற்கு ஒரு முறை வருமாறு கையாளப்படுகிறது. படம் 45 (a) (b) (c) என்பன வெவ்வேறு கணங்களில் படும் அலையொன்றின் நிலைகளையும் அவ்வேளைகளில் அவற்றிற்குரிய தெறி அலைகளையும் காட்டுகின்றன. 1 ஆல் குறிக்கப்படும் அலை படும் அலையையும் 2 ஆல் குறிக்கப்படும் அலை அதற்குரிய தெறி அலையையும் விளக்குகின்றன. உதாரணமாகப் படம் 45 (a) இல் காட்டப்படும் 1 ஆல் குறிக்கப்படும் அலையை நினைவுகொள்க. இம் முன்னேறும் அலையானது B இல்லாவிடில் மேலும் தொடருமாகும். அவ்வாறு தொடரும் அலை 1' ஆல் குறிக்கப்படும். ஆனால் B ஆனது விறைப்பாகப் பொருத்தப்பட்டிருப்பதால் B க்கப்பால் (வலப்பக்கத்தில்) அலைதோற்றம்



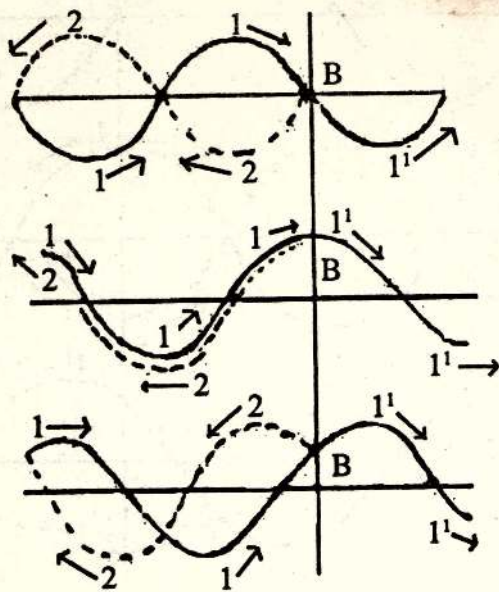
படம் 45

படுவதில்லை. எனவே $1'$ ஆல் குறிக்கப்படும் தொடரும் அலையை நொதுமற்படுத்துமுகமாக $2'$ ஆல் குறிக்கப்படும் குற்றிட்ட அலையொன்று B இல் தோற்றியுள்ளதாகக் கொள்ளப்படும். இக் கட்டத்தில் இவ்வலைசெல்லும் அச்சுக்குச் செங்குத்தாக B இல் ஒரு தளவாடியை நிலைக்குத்தாக வைப்பின் அதன் விம்பம் B க்கு இடப்பக்கத்தில் காணப்படும். அது 2 ஆல் குறிக்கப்படும். இதுவே 1 ஆல் குறிக்கப்படும், படும் அலைக்குரிய தெறி அலையாகும். இவ்வாறு b, c இல் காட்டப்படும் படும் அலைகளுக்கும் தெறி அலைகள் காணப்படும்.

சுயாதீன முனையில

இங்கு B என்னும் முனை சுயாதீனமாக இருப்பதால் இடப்பெயர்ச்சியில் அவத்தை மாற்றம் நிகழ்வதில்லை. ஆனால் தெறி அலையின் திசை

அலைசெல்லும் திசைக்கு நேர்மாறாக்கப்படும். இங்கு படம் 46, a,b,c, இல்



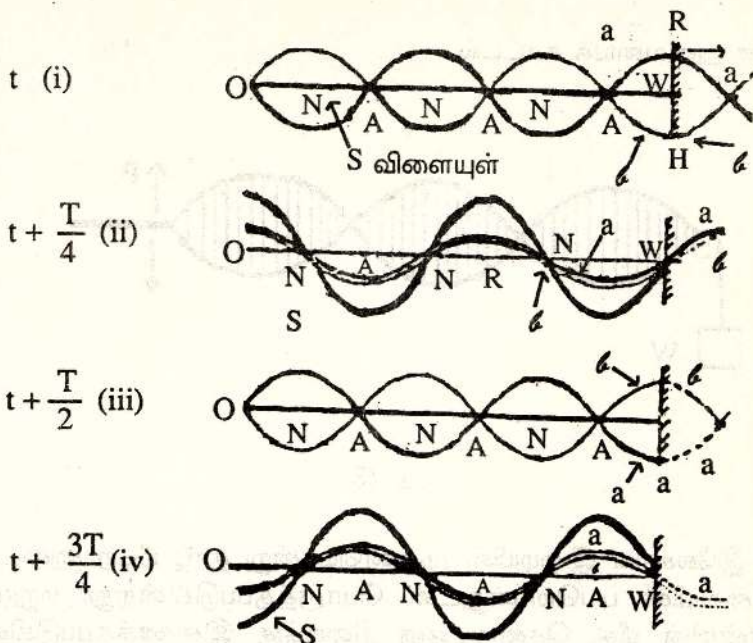
படம் 46

வெவ்வேறு கணங்களில் படும் அலையொன்றின் நிலைகள் 1 ஆலும் அவற்றின் தெறி அலைகள் 2 ஆலும் குறிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இவற்றைப் பெறுவதும் மேற்கூறியவாறேயாகும்.

நிலையான (நின்ற) அலைகள்

வளியில் OW வழியே செல்லும் a என்னும் ஒருதள விருத்தி அலையைக் கருத்திற்கொள்க (படம் 47 i) இது சுவரில் W என்னும் இடத்தில் படும்பொழுது b என்னும் தெறி அலை உண்டாகின்றது. a என்னும் படும் அலையும் b என்னும் தெறி அலையும் எதிர்த்திசைகளில் செல்கின்றனவால் அவை ஒன்றன்மீது ஒன்று மேற் பொருந்துகின்றன. இதனால் O க்கும் W க்கும் இடையே ஒரு

விளையுள் அலை தோற்றுக்கின்றது. W என்பது விறைப்பான புள்ளியாதலினால் அங்கு படும் a என்னும் அலை 180° அவத்தை வித்தியாசத்துடன் தெறிப்பும். அத்தெறிப்பும் அலை b ஆகும்.

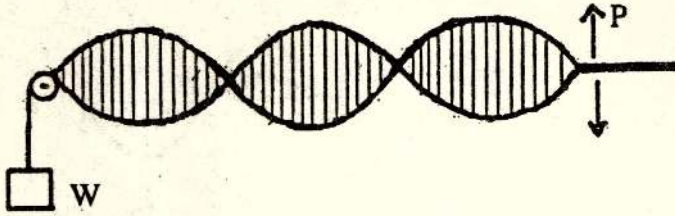


படம் 47

a இனதும் b இனதும் விளையுள் S என்னும் நேர்கோட்டினால் காட்டப்படும். இதுவே அக்கணத்தில் (t) விளையுளின் தோற்றப்பாடு. இங்கு விளையுள் வீச்சம் பூச்சியமாகும். இக்கணத்திலிருந்து $\frac{T}{4}$ நேரத்தின் பின் இரு அலைகளும் இரு திசைகளிலும் முன்னேறியிருக்கும் பொழுது அவற்றின் தோற்றங்கள் (ii) இல் காட்டப்படுகின்றன. இங்கு a என்பது $\frac{1}{4}$ மடங்கு அலைநீளத்தால் வலமாகவும். b என்பது அதே தூரத்தில் இடமாகவும் முன்னேறியுள்ளன. இப்பொழுது விளையுள் அலை S இன் வீச்சம் இரண்டினதும் கூட்டுத்தொகையாகும் $t + \frac{T}{2}$ என்னும் கணத்தில் இவ்வலைகள் மேலும் $\frac{1}{4}$ அலை நீளத்தால் முன்னேறியுள்ளன. அப்பொழுது அவ்வலைகளினதும் விளையுளினதும் தோற்றங்கள் (iii) இல் காட்டப்படுகின்றன. இங்கு விளையுள் S இன் வீச்சம்

பூச்சியமாகும். மேலும் $\frac{T}{4}$ நேரத்தின்பின் முன்னேறிய அலைககள் a, b இனது நிலைகளும் அதன் விளையுள் அலையும் (iv) இல் காட்டப்படுகின்றன. இரு எல்லைகளுக்கிடையே எதிர்த்திசைகளில் முன்னேறும் அலைகளின் விளையுள் ஒரு நிலையாக நிற்பதை படம் 47 இலிருந்து அறியமுடிகிறது. வளியில் இவ்வலையின் தோற்றப்பாடு நிலையான அலை எனப்படும்.

நிலையான அலையைக் காட்டல்



படம் 48

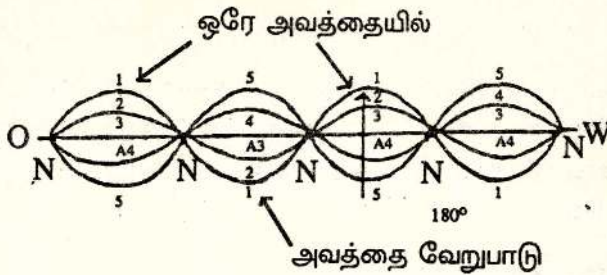
ஓர் இலேசான இழையின் முனையொன்று தாழ் மீடற னுடைய ஓர் இசைக்கவையின் புயமொன்றுடன் பொருத்தப்படுகின்றது. மறுமுனை கம்பியொன்றின் மீது சென்று ஒரு நிறைக்கு இணைக்கப்படுகின்றது. இசைக்கவையின் புயம் இழைக்குச் செங்குத்தாக அதிரும்பொழுது இழையின் வழியே ஓர் எண்ணிக்கை யுள்ள நிலையான தடங்கள் உண்டாவதை அவதானிக்க முடிகின்றது. நிறையை மாற்றினால் வேறு எண்ணிக்கையுடைய தடங்களும் பெறப்படும் (படம் 48).

எதிர்த்திசையில் செல்லும் இரு சர்வசமனான அலை இயக்கங்கள் ஒன்றன்மீது ஒன்று மேற்பொருந்தும் பொழுது உண்டாகும் தோற்றப்பாடு நிலையான அலை எனப்படும்.

கணுக்கள் முரண்கணுக்கள்

படம் 47 இல் OW வழியேயுள்ள வழிப்படைகளில் உண்டாக்கிய நிலையான அலையின் வெவ்வேறு இடங்களில் நிலைகள் வெவ்வேறாக இருக்கின்றன. S என்னும் விளையுள் இடப்பெயர்ச்சியைக் குறிக்கும் வளையிகளில் N எனக் குறிக்கப்பட்ட இடங்களிலுள்ள படைகள் நிரந்தரமாக ஓய்வில் இருக்கின்றன. இத்தகைய இடங்கள் கணுக்கள் எனப் பெயர் பெறும் A எனக் குறிக்கப்பட்ட

இடங்களில் படைகள் பெரிய வீச்சத்துடன் அதிர்கின்றன படம் 47 (ii), (iv) இவ்விடங்கள் முரண் கணுக்கள் எனப்படும், இரு கணுக்களுக்கிடையேயான படைகள் (துணிக்கைகள்) ஒன்றுக் கொன்று ஒரே அவத்தையில் அதிர்கின்றன. எனினும் அவற்றின் வீச்சங்கள் கணுவில் பூச்சியமாகவும் முரண்கணு வில் அதி உயர் வாகவும் இருக்கும்.



படம் 49

படம் 49 இல் 1, 2, 3, 4, 5, என்னும் ஐந்து வித்தியாசமானகணங்களில் OW வழியேயுள்ள படைகளின் இடப்பெயர்ச்சிகள் காட்டப்படுகின்றன.

இரு அடுத்தடுத்த கணுக்களுக்கிடையேயான தூரம் $NN = \frac{\lambda}{2}$ அத்துடன்

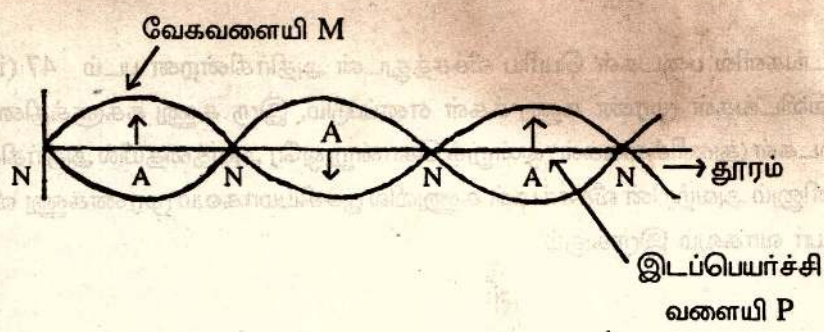
இரு அடுத்தடுத்த முரண்கணுக்களுக்கிடையேயான தூரம் $AA = \frac{\lambda}{2}$

ஒரு கணுக்கும் அடுத்த முரண்கணுக்கும் இடைப்பட்டதூரம் $= \frac{\lambda}{4}$

என்பவற்றையும் அறியமுடிகிறது, மேலும் ஒரு கணு வின் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள படைகள் அல்லது துணிக்கைகள் எதிர் அவத்தைகளில் அதிரும் (180° அவத்தை வித்தியாசத்தில்).

துணிக்கை வேகம்

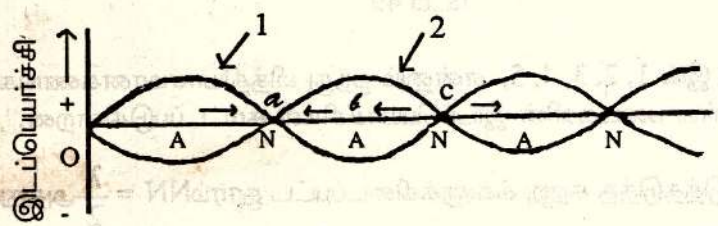
ஒரு நிலையான அலையில் துணிக்கை வேகமானது நேரம், தொடர்பாக இடப்பெயர்ச்சியின் மாற்ற வீதமாகும். கணுக்களில் துணிக்கைகள் ஒய்வில் இருப்பதால் அங்கு அவற்றின் வேகங்கள் பூச்சியமாகும். முரண் கணுக்களில் வேகமானது பூச்சியத்திலிருந்து அதிவுயர்வுக்கு அதிகரிக்கும்.



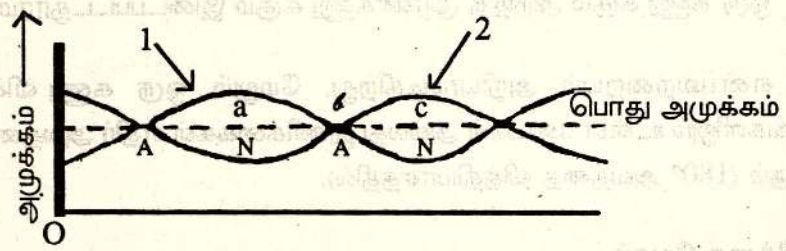
படம் 50

அதாவது அதிர்வின் எல்லையில் வேகம் பூச்சியமாகவும் பின் படிப்படியாகக் கூடி சராசரி நிலைக்கூடாகச் செல்லும்பொழுது அதிவுயர்வையும் பெறும் என்பதேயாம் படம் 50 இல் இடப்பெயர்ச்சி வளையியும் வேக வளையியும் காட்டப்பட்டுள்ளன.

நிலையான அலையில் அமுக்கமாறல்



படம் 51 (i)



படம் 51 (ii)

நிலையான அலையில் வளியின் அமுக்கமாறல் எவ்வாறு இருக்கு மென்பதை படம் 51 (i) இலு. (i), இலுமிருந்து நோக்கின் கணுக்களில் அமுக்க

மாறல் அதிவுயர்வாகவும் முரண்கணுக்களில் பூச்சியமாகவும் இருக்கும். படம் 51 (i) இல் 1 ஆல் குறிக்கப்படும் வளையி முரண்கணுக்களிலும் மற்றும் புள்ளிகளிலும் இடப்பெயர்ச்சி உயர்வாக இருக்குமொரு கணத்திலுள்ள இடப்பெயர்ச்சி வளையியாகும். a இலுள்ள கணுவுக்கு இடமாக இருக்கும் வளிப்படையின் இடப்பெயர்ச்சி நேர் (+ve) ஆக இருப்பதால் a ஐ நோக்கியும் வலமாக இருக்கும் வளிப்படையின் இடப்பெயர்ச்சி எதிர் (-ve) ஆகவும் இருப்பதால் a ஐ நோக்கியும் இடம்பெயர்க்கப்படும். எனவே a இலுள்ள வளி நெருக்கப்படும். அதனால் அதன் அமுக்கம் பொது அமுக்கத்திலும் உயர்வாகவிருக்கும். இது படம் 51(ii) இலுள்ள வளையி 1 ஆல் காட்டப்படுகின்றது. முரண்கணு b க்கு இரு பக்கங்களிலும் உள்ள வளிப்படை ஒவ்வொன்றினதும் இடப்பெயர்ச்சி அதிஉயர்வாக இடப்பக்கத்திற்கு இருக்கும். ஆகவே அப்புள்ளியிலுள்ள அமுக்கம் பொது அமுக்கமாக விருக்கும். மேலும் கணு C க்கு இடமாகவுள்ள வளியானது C ஐ விலத்தியும் வலமாகவுள்ள வளியும் C ஐ விலத்தியும் இடம்பெயர்க்கப்படுவதால் அப்புள்ளியில் ஐதாக்கல் ஏற்படுகின்றது. எனவே அப்புள்ளியிலுள்ள அமுக்கம் பொது அமுக்கத்திலும் குறைந்திருக்கும். இவ்வாறு வளியிலுள்ள மற்றப்புள்ளிகளிலும் அதே முறையைக்கையாண்டு அமுக்கங்களை அறியின், அமுக்கமாறல் வளையி படம் 51 (ii) இல் 1 ஆல் விளக்கப்படும், படம் 51 (i) இல் 2 ஆல் குறிக்கப்படும் ஒரு கணத்திற்கான இடப்பெயர்ச்சி வளையிக்குரிய அமுக்கமாறல், படம் (ii) இல் 2 ஆல் குறிக்கப்பட்ட வளையியினால் காட்டப்படுகின்றது. ஆனால் ஒரு விருத்தி அலை செல்லும்பொழுது ஊடகத்தின் எல்லாப்புள்ளியிலும் அமுக்கமாறல் ஒரேமாதிரியாகவிருக்கும்.

நிலையான அலைகளின் இயல்புகள்

1. அதிர்வின் வீச்சம் இடத்துக்கிடம் ஊடகத்தில் மாறும். A எனக் குறிக்கப்பட்ட புள்ளிகளில் வீச்சம் அதிவுயர்வாக விருக்கும். அப்புள்ளிகள் முரண்கணுக்கள் எனப்படும்.
2. சில புள்ளிகளில் ஊடகம் ஒருவித இடப்பெயர்ச்சிக்கு உள்ளாக்கப்படுவதில்லை. N எனக் குறிக்கப்பட்ட அப்புள்ளிகள் கணுக்கள் எனப்படும்.
3. அடுத்தடுத்த கணுக்கள் அல்லது அடுத்தடுத்த முரண்கணுக்களுக்கிடப்பட்ட தூரம் அரை அலைநீளத்துக்குச் சமனாகும்.

4. அலை செல்லும் பொதுக் கோட்டில் கணுக்களும் முரண்கணுக்களும் ஒன்றன்பின் ஒன்றாக அடுத்தடுத்து வரும்.
5. இரு அடுத்ததுள்ளகணுக்களுக்கிடையில் இருக்கும் எல்லாத்துணிக்கைகளும் ஒரே நேரத்தில் ஒரே திசையில் செல்லும். அவை ஒரே நேரத்தில்தத்தம் அதிவயர் இடப்பெயர்ச்சியையும் அல்லது பூச்சிய இடப்பெயர்ச்சியையும் அடையும். ஆகவே ஒரே அவத்தையுடையனவாகின்றன. வீச்சம் கணுவில் பூச்சியத்திலிருந்து அதிகரித்து முரண்கணுவில் அதிவயர்வை யடையும். இரு கணுக்களுக்கிடையிலுள்ள ஊடகத்தின் பகுதி தடம் எனப்படும்.
6. அடுத்தடுத்த தடங்களில் உள்ள துணிக்கைகள் எதிர் அவத்தையில் அதிரும்.
7. ஊடகத்தின் ஒரு துணிக்கை யானது, ஓர் அலைக்கூறு ஓர் அலைநீளத்துக்கூடாக முன்னேறும்பொழுது, ஓர் அதிர்வை பூர்த்தியாக்கும்; எனவே துணிக்கையின் மீடறன் அவ்வலைக்கூறின் மீடறனாகும்.

நிலையான அலைகளின் கணிதப் பகுத்தறிதல்

ஓர் ஊடகத்தில் எதிர்த்திசைகளில் செல்லும் இரு சர்வ சமனான அலைத் தொடர்களைக் கருத்திற்கொள்க. X அச்சின் நேர்த்திசையில் v என்னும் வேகத்துடன் செல்லும் அலையின் இடப்பெயர்ச்சி t என்னும் நேரத்திலும் உற்பத்தித் தானத்திலிருந்து x என்னும் தூரத்திலும்,

$$y_1 = a \text{ சைன் } \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \text{ ஆகும் } \text{————— (i)}$$

இங்கு λ அலைநீளமாகும்

எதிர்த்திசையில் செல்லும் சர்வசமனான அலையின் இடப்பெயர்ச்சி அதே நேரத்தில்

$$y_2 = a \text{ சைன் } \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \text{ ஆகும். } \text{————— (ii)}$$

விளையுளின் இடப்பெர்ச்சி $y = y_1 + y_2$

$$\begin{aligned} \therefore y &= a \text{ சைன் } \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) + a \text{ சைன் } \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \\ &= 2a \text{ சைன் } \frac{2\pi}{\lambda} vt \text{ கோசைன் } \frac{2\pi}{\lambda} x \text{ ————— (iii)} \end{aligned}$$

$$\text{அதாவது } y = A \text{ சைன் } \frac{2\pi}{\lambda} vt \text{ ————— (iv)}$$

$$\text{இங்கு } A = 2a \text{ கோசைன் } \frac{2\pi}{\lambda} x$$

சமன்பாடு (iv) ஓர் எளிய இசை இயக்கச் சமன்பாடாகும்.

$$y = a \text{ சைன் } \frac{2\pi}{\lambda} vt \text{ கோசைன் } \frac{2\pi}{\lambda} x \text{ அதிவுயர்வாகவிருப்பின்}$$

$$\text{கோசைன் } \frac{2\pi}{\lambda} x = 1$$

$$\text{அதாவது } x = 0, \frac{\lambda}{2}, \lambda, \dots \frac{m\lambda}{2} \text{ என்னும் புள்ளிகளில் வீச்சம்}$$

அதிவுயர்வாகும். எனவே அப்புள்ளிகளில் முரண்கணுக்கள் இருக்கும்.

$$\text{கோசைன் } \frac{2\pi}{\lambda} x = 0 \text{ என்னும் புள்ளிகளில் இடப்பெயர்ச்சி அதிகுறையும்.}$$

$$\text{அதாவது } x = \frac{\lambda}{4}, \frac{3\lambda}{4}, \dots (2m+1) \frac{\lambda}{4}$$

என்னும் புள்ளிகளில் கணுக்கள் இருக்கும்.

உத்திக்கணக்கு : ஒரு தள அலையில் அதன் இடப்பெயர்ச்சி ஆனது மீற்றரில் $v = 1 \times 10^{-5}$ சைன் $2\pi (170t - 0.5x)$ இனால் தரப்பட்டுள்ளது. இங்கு x மீற்றரிலும் t செக்கனிலும் உள (i) வீச்சம் (ii) மீடறன் (iii) அலைநீளம் (iv) அலையின் வேகம் என்ப வற்றைக் காண்க. மேலும் $y = 2 \times 10^{-5}$ கோசை πx சைன் $340\pi t$ என்னுஞ் சமன்பாடு எதனைக் குறிக்கும்

செய்முறை

$$y = 2 \times 10^{-5} \text{ சைன் } 2\pi (170t - 0.5x) \text{ என்பதை}$$

$$y = a \text{ சைன் } 2\pi \left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right) \text{ என்பதுடன் ஒப்பிடுக.}$$

$$\text{அப்பொழுது } a = 2 \times 10^{-5} \text{ m}$$

$$\text{அதாவது வீச்சம்} = 10^{-5} \text{ m}$$

$$\text{மீடறன் } \frac{1}{T} = n = 170 \text{ Hz}$$

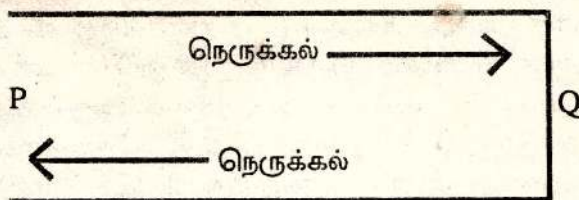
$$\text{அலைநீளம் } \lambda = \frac{1}{0.5} = \frac{10}{5} = 2 \text{ m}$$

$$\text{வேகம்} = 170 \times 2 = 340 \text{ m/s}$$

அடுத்தது தரப்பட்ட சமன்பாடு நிலையான அலையின் சமன்பாடாகும்

விருத்தி அலை	நிலையான அலை
<p>1. விருத்தி அலைகள் ஓர் ஊடகத்தின் பகுதி யொன்றின் தொடர்ச்சியான ஆவர்த்தன இயக்கத்தால் உண்டாகின்றன.</p>	<p>நிலையான அலைகள் ஊடகத்தினூடு ஒரே கோட்டில் எதிர்த்திசைகளில் செல்லும் சர்வசமனான இரு அலைகள் மேற் பொருந்தும் பொழுது உண்டாகின்றன.</p>
<p>2. துணிக்கை யொன்றின் நிலைமை (அவத்தை) அடுத்த துணிக்கைக்கு அலை செல்லும் கோட்டின் வழியே செலுத்தப்படுவதால் அலையின் வேகம் ஊடகத்தின் மீள்தன்மை இயல்புகளினால் துணியப்படும்.</p>	<p>ஊடகத்தினூடு அலைவடிவம் முன்னேறுவதில்லை. அது எதிர்த்திசைகளில் செல்லும் அலைகள் மேற்பொருந்தும் பகுதியினில் தோற்றும்.</p>
<p>3. ஊடகத்தின் ஒவ்வொரு துணிக்கையும் அதன் சமநிலைபற்றி ஒரே மீடறனுடன் அதிரும்.</p>	<p>துணிக்கைகளின் வீச்சம் எல்லா இடங்களிலும் ஒரேமாதிரி இல்லை. கணுக்களில் பூச்சியமும் முரண்கணுக்களில் அதிஉயர்வுமாகும். அவை எல்லாம் ஒரே மீடறனுடன் அதிரும்.</p>
<p>4. செலுத்தற் கோட்டின் வழியே துணிக்கைகளின் அதிர்வுகளுக்கிடையே அவத்தை வித்தியாசம் துணிக்கைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்திற்கு சமமாகும்</p>	<p>இரு கணுக்களுக்கிடையிலுள்ள துணிக்கை ஒரே அவத்தையில் அதிர்கின்றன. ஆனால் ஒரு கணுவின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள துணிக்கைகள் எதிர் அவத்தைகளில் அதிர்கின்றன.</p>
<p>5. அலை விருத்தியடையும் பொழுது ஊடகத்தின் புள்ளி ஒரே அளவான அமுக்க, அடர்த்தி மாற்றங்களை அனுபவிக்கின்றது.</p>	<p>அமுக்கமாற்றமும் அடர்த்திமாற்றமும் ஊடகத்தின் ஒவ்வொரு புள்ளியிலும் ஒரே அளவாகவில்லை. கணுக்களில் அதிவுயர்வும் முரண்கணுக்களில் அதிதாழ்வுமாகும்.</p>

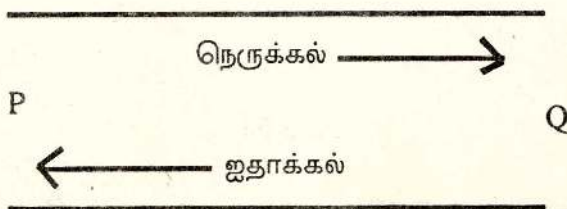
மூடிய குழாயில் தெறிப்பு



படம் 52

P Q என்பது Q வில் மூடப்பட்ட ஒரு குழாயாகும். மூடிய முனையில் அலைத்தொடர் கொண்டு செங்குத்தாகப் படுகிறதெனக் கொள்க. அம்முனை விறைப்புள்ள தொன்றாக இருப்பதால் அதனில் படும் சத்தியானது முன்னே செலுத்தப்பட முடியாததாக இருக்கின்றது. ஆகவே அம்முனையுடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் வளி நிரந்தரமாக ஓய்வில் இருக்கும். அது முனையைச் சற்று விலகி இயங்கின் ஒரு வெற்றிடம் வலப்பக்கத்திலும் மறுபக்கத்தில் பொது வளிமண்டல அழுக்கமும் இருக்கும். எனவே மூடியமுனையில் ஒரு நெருக்கல் அடையின் அதனால் வளி விகாரப் படும். இதிலிருந்து வளி விடுவித்துக் கொள்வதற்கு ஒரேயொரு வளியுண்டெனின் அதுதான் ஒரு நெருக்கல் அலையை இடப்பக்கமாக அனுப்புவதாகும். இதேபோல் தாக்கித்து மூடிய முனையை அடையும் ஐதாக்கல் அலையும் ஐதாக்கலாகவே திரும்புமென்பதையும் அறியலாம். சுருங்கச் சொல்லின் மூடிய முனையொன்றில் படும் நெருக்கலானது நெருக்கலாகவும், ஐதாக்கலானது ஐதாக்கலாகவும் தெறிக்கும், (படம் 52).

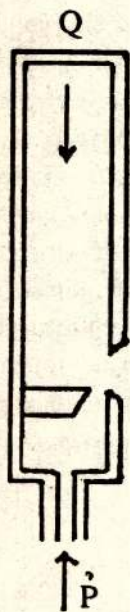
திறந்த குழாயில் தெறிப்பு



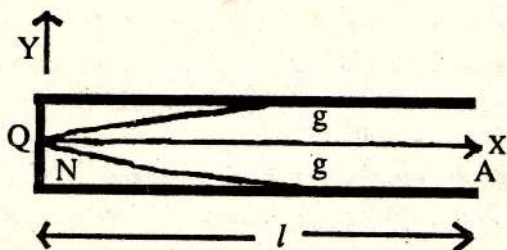
படம் 53

ஒரு திறந்த குழாயில் துடிப்பொன்று செலுத்தப் படி சத்தியும், துடிப்புடன் Q வரை செலுத்தற் திசையின் வழியே செல்லும். அங்கு அம்முனை திறந்ததாக இருப்பதாலும் பக்கம் நோக்கித் துடிப்பு விரிவடையத்தக்கதாக இருப்பதாலும் நெருக்கல் துடிப்பு சற்று விரிவடைந்து விகாரப்பட்ட நிலையிலிருந்து விடிவித்துக்கொள்ளும். அப்பொழுது அது தன் பொது வீச்சத்துக்கப்பாலும் பார்க்க கூடுதலாக இயங்கும். இதனால் பின்னுள்ள வளி ஐதாக்கப்படும். எனவே ஓர் ஐதாக்கல் அலைகுழாயில் திருப்பி அனுப்பப்படும். அதாவது நெருக்கலின் அவத்தை நேர்மாறாக்கப்படும். இவ்விதம் தர்க்கிப்பதன் மூலம் ஐதாக்கலொன்றானது நெருக்கலாகத்திருப்பி அனுப்பப்படுமென்பதையும் அறியலாம். சுருங்கச் சொல்லின் ஒரு குழாயின் திறந்த முனையையடையும் நெருக்கல் ஐதாக்கலாகவும், ஐதாக்கல் நெருக்கலாகவும் தெறிக்கும் (படம் 53)

மூடிய சுரமண்டலக் குழாய்



(i)



(ii)

படம் 54

ஒரு மூடிய சுரமண்டலக் குழாய் பிரதானமாக ஓர் உலோகக் குழாயைக் கொண்டுள்ளது. அதன் ஒருமுனை (Q) மூடப்பட்டதுமாகவும் இருக்கும். அகன் திறந்தமுனை P க்கூடாக வளிணதப்படும் (படம் 54 i). அப்பொழுது Q

வை நோக்கி மேல்முகமாக அலைசெல்லும். இவ்வலை Q வில் தெறிப்புற்றுத்திரும்பும் பொழுது வரும் அலையுடன் மேற்பொருந்தி ஒரு நிலையான அலையை உண்டாக்கும். Q வுடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் வளிப்படை நிரந்தரமாக ஓய்வில் இருப்பதால் அம் முனையில் ஒரு கணு N தோன்றும். A என்னும் திறந்த முனையில்வளி இயங்கச் சுதந்திரமுடையதாக இருப்பதால் அம்முனையில் ஒரு முரண்கணு A தோன்றும். நிலையான அலையின் ஓர் எளியவடிவம் படம் 54 (ii) இல் g இனால் காட்டப்படும். குழாய் கிடையாக இருப்பதால், Q விலிருந்து x தூரங்களில் உண்டாகும் வளிப்படைகளின் கிடை இடப்பெயர்ச்சிகள் Y அச்சில் குறித்துக் காட்டப்படும். இங்கு Qx ஆனது நிலையான அலையின் அச்சாகும்.

குழாயின் நீளம் l எனின், N க்கும் அடுத்துள்ள A க்கும் இடைப்பட்ட

தூரம் $\frac{\lambda}{4}$ ஆகும்.

$$\text{ஆகவே } \frac{\lambda}{4} = l$$

$$\therefore \lambda = 4l$$

ஆனால் மீடறன் n எனின் $n = \frac{v}{\lambda}$ என்பதற்கிணங்க

$$n = \frac{v}{4l} \text{ ஆகும்}$$

\therefore இங்கு v வளியில் ஒலியின் வேகமாகும்.

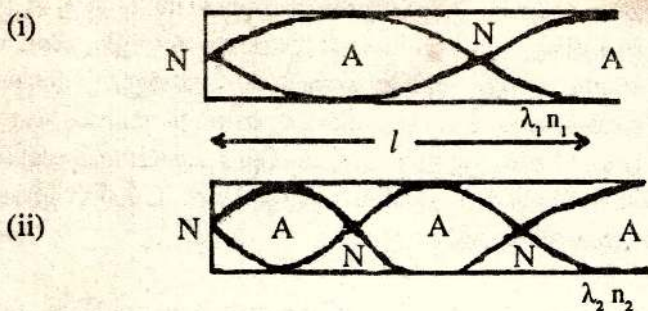
இதுவே குழாயிலிருந்து பெறத்தக்க அதிகுறைந்த மீடறனாகும். இது அடிப்படை மீடறன் எனப்படும். ஆகவே அடிப்படை n_0 எனக் குறிப்பின்,

$$n_0 = \frac{v}{4l}$$

மூடிய குழாயில் மேற்றொனிகள்

குழாய்களினூடு வலிவுள்ள காற்று வளி ஊதப்படின உயர் மீடறனுடைய சுரங்கள் பெறப்படும். இம்மீடறன்கள் அடிப்படை மீடறன் இன் எளிய மடங்குகளாகும்படம் 55 இல்

இசைச்சுரம்



படம் 55

நிலையான அலைகளின் இரு வடிவங்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன. ஒவ்வொன்றிற்கும் மூடிய முனையில் கணு வும் திறந்த முனையில் முரண் கணு வும் தோற்றும். படம் 55 (i) இல் அலைநீளம் λ_1 இற்கும் குழாயின் நீளம் l இற்கும் இடையேயுள்ள தொடர்பு.

$$l = \frac{3}{4} \lambda_1 \text{ ஆகும்}$$

$$\therefore \lambda_1 = \frac{3}{4} l$$

$$\text{மீடறன் } n_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{3v}{4l}$$

$$\text{ஆனால் } n_1 = \frac{v}{4l}$$

$$\therefore n_1 = 3 n_0$$

n_1 ஆனது n_0 இன் மூன்றுமடங்காகும். ஆகவே இது 3-ம் இசைச்சுரமாகும். அத்துடன் இது முதலாம் மேற்றொனியுமாகும்.

\therefore இங்கு முதலாம் மேற்றொனி மூன்றாம் இசைச்சுரம்

இசைச்சுரம்

அடிப்படை மீடறனின் முழுவெண் மடங்குள்ள மீடறன்கள் உள்ள சுரங்கள் இசைச்சுரங்கள் எனப்படும்.

படம் 55 (ii) இல் குழாயில் அதிரும் வளியின் மீடறன் n_2 ஆயின், அதன் அலைநீளம் λ_2 வக்கும் l இற்குமுள்ள தொடர்பு

$$l = \frac{5}{4} \lambda_2 \text{ ஆகும்}$$

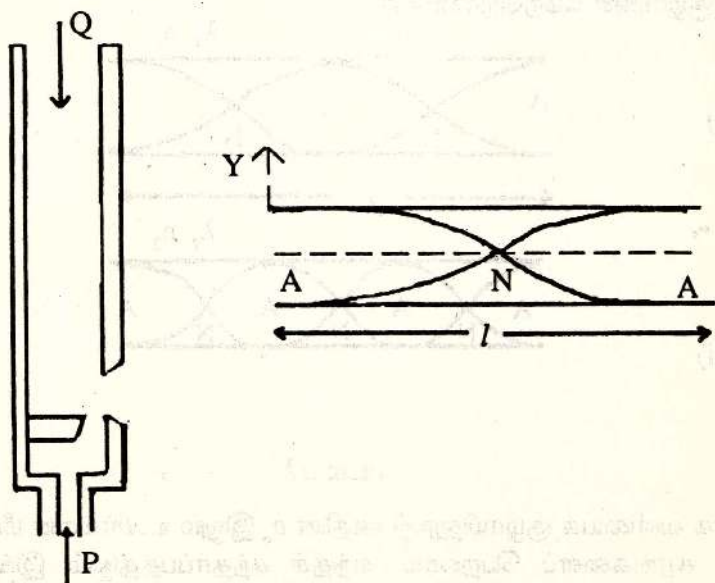
$$\therefore \lambda_2 = \frac{5}{4} l$$

$$\therefore n_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{4v}{5l}$$

$$\therefore n_2 = 5 n_0$$

இது ஐந்தாம் இசைச்சுரம் அல்லது இரண்டாம் மேற்றொனியாகும். இவ்வாறு வேறு வடிவங்களையுடைய நிலையான அலைகளையும் பெறலாம். அவற்றின் மீடறன்கள் $7n_0, 9n_0$ எனப்போகும். ஒரு மூடிய குழாயில் பெறத்தக்க மீடறன்களாவன $n_0, 3n_0, 5n_0, 7n_0$ போன்றன. இவை எல்லாம் ஒற்றை இசைச்சுரங்களாகும். ஆனால் $3n_0, 5n_0$ என்பன எல்லாம் மேற்றொனிகளுமாகும்.

திறந்த குழாய்



(i)

படம் 56

(ii)

குழாயொன்றின் இரு முனைகளும் திறந்திருப்பின் அது திறந்தகுழாய் எனப்படும். P இலிருந்து குழாய்க்குள் வளி ஊதப்படின் ஓர் அலைசென்று Q வில் சுயாதீன வளியில் பட்டுத் தெறிப்படையும். இத்தெறிகதிர் படுகதிருடன் மேற்பொருந்தி ஒரு நிலையான அலையைக்குழாயில் உண்டாக்கும். இரு முனைகளிலும் முரண்கணுக்கள் தோன்றும். படம் 56 (ii) இல் உண்டாகக் கத்தக்க நிலையான அலையின் எளிய தோற்றம் காட்டப்பட்டுள்ளது. இரு முரண்கணுக்களுக்கும் நடுவில் கணு காணப்படும். குழாயின் நீளம் l எனின் அலையின் அலைநீளம் λ ஆனது

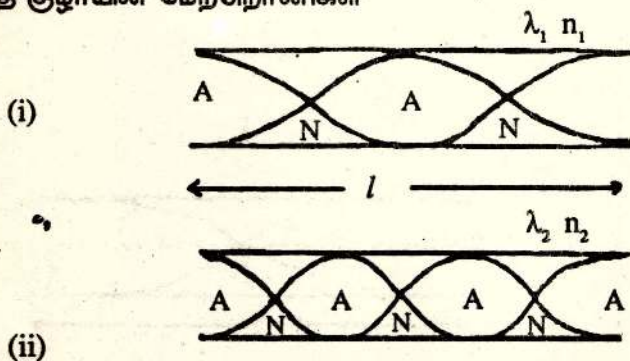
$$\frac{\lambda}{2} = l \text{ ஆகும்}$$

$$\therefore \lambda = 2l$$

$$\therefore \text{அடிப்படை மீடறன் } n_1 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$$

இதுவே அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறனாகும்.

திறந்த குழாயின் மேற்றொனிகள்



படம் 57

பெலமாக வளியைக் குழாயினூடு ஊதின் n_0 இலும் உயர்வான மீடறன்களை யுடைய சுரங்களைப் பெறலாம். எந்தச் சந்தர்ப்பத்திலும் இங்கு திறந்த முனைகளில் முரண்கணுக்களே(A) உண்டாகும் படம் 57 (i) n_1 மீடறனுடைய சுரத்திற்குரிய நிலையான அலையைக் காட்டுகின்றது. குழாயின் நீளம் l

$$\lambda_1 = \frac{l}{2} \text{ ஆகும்}$$

$$\therefore n_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{\frac{l}{2}}$$

ஆனால் $n_0 = \frac{v}{2l}$

$$\therefore n_1 = 2 n_0$$

இங்கு இது இரண்டாம் இசைச் சுரத்தையும் முதலாம் மேற்றொனியையும் குறிக்கின்றது,

படம் (ii) இல் λ_2

$$\frac{\lambda_2}{2} = \frac{2l}{3}$$

$$\therefore \lambda_2 = \frac{4l}{3} = \frac{3v}{\frac{3v}{\lambda_2}} = \frac{3v}{2l}$$

$$\therefore n_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{3v}{\frac{4l}{3}} = \frac{9v}{4l}$$

$$\therefore n_2 = 3 n_0$$

இது மூன்றாம் இசைச்சுரமும் இரண்டாம் மேற்றொனியுமாகும்

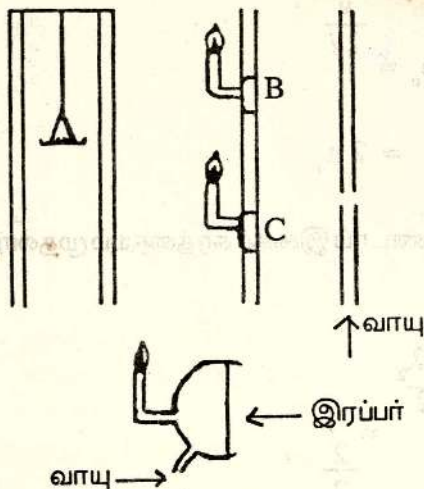
திறந்த குழாயில் மேற்றொனிகளின் மீடறன்கள் $2n_0, 3n_0, 4n_0$ போன்றனவாதலால் எல்லா இசைச்சுரங்களும் பெறப்படும்.

குழாய்களில் கணுக்களை, முரண்கணுக்களை அமுக்கமாறல்களைக் கண்டு பிடித்தல்

ஒலிக்கும் குழாயில் கணுக்கள் முரணுக்கள் என்பன அதனுள் மெல்லிய கடதாசித்துண்டில் இலைக்கப் போடியம் பொடி அல்லது மென்மையான மணல் துணிக்கைகளைத்தொங்கவிட்டு காணப்படும் (படம் 58 i) முரண்கணுக்களில் துணிக்கைகள் துள்ளும், கணுக்களில் அசைவற்றிருக்கும்.

மேலும் அமுக்கமாறலானது ஒலிக்கும் குழாயில் இரேலிபிரபுவினால் அமைக்கப்பட்ட உணர் சுவாலையின் உதவிகொண்டு காணப்படும். சுவாலையின்

நீளம் வழங்கப்படும் வாயுவின் அழுக்கத்தினால் பாதிக்கப்படும். அதனால் அழுக்க மாற்றங்கள் அதன் நீளத்தைப் பாதிக்கும்.



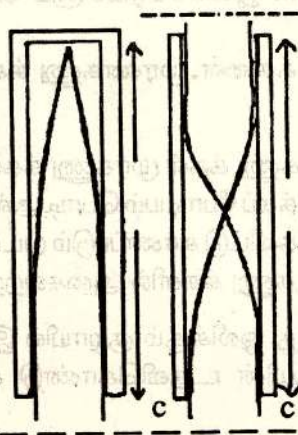
(i)

படம் 58

(ii)

குழாயின் வெவ்வேறு பாகங்களில் படம் 58 (ii) இல் காட்டியவாறு சுவாலைகள் வைக்கப்படும். அதிவுயர் அழுக்கமாறல் உள்ள இடமொன்றில் அதாவது கணு வில்சுவாலையின் நீளம் அழுக்கத்திற்கேற்ப மாறும். பொது அழுக்கம் உள்ள இடத்தில் அதாவது முரண்கணு வில்சுவாலையின் நீளம் மாறாதிருக்கும்.

குழாய்களில் முனைத் திருத்தங்கள்



(i)

படம் 59

(ii)

குழாயின் திறந்த முனைகளில் வளியானது சுயாதீனமாக இயங்கும். ஆகவே ஒலிக்கும் குழாயொன்றின் இம்முனையில் அதிர்வானது குழாய்க் குச்சற்று வெளியேயுள்ள வளிக்குள்ளும் நீளம். இதனால் சுரமொன்றிற்குரிய முரண்கணு திறந்த முனையிலிருந்து வெளியே சற்று தூரம் c இலிருக்கும். இத்தூரம் குழாயின் முனைத்திருத்தம் எனப்படும். இதிலிருந்து ஒரு மூடிய குழாயில் அலைநீளம் λ ஆனது $\lambda/4 = l + c$ ஆகும். இங்கு l மூடிய குழாயின் நீளமாகும் (படம் 59) திறந்த குழாயில் அடிப்படை மீடறன் எழுப்பப்படும்பொழுது அலைநீளம் λ

$$\text{ஆனது, } \frac{\lambda}{2} = l + c + c = l + 2c \text{ ஆகும்}$$

$$\therefore \lambda = 2(l + 2c)$$

கணிப்பின்படி இப்பெறுமானம் $c = 0.6r$ க்குச் சமனெனக் கொள்ளப்படும். இங்கு குழாயின் ஆரையைக் கருதுவதால் குழாய் அகலமாயின் முனைத்திருத்தம் பெரிதாகும்; மேலும் முனைத்திருத்தம் சுரத்தின் அலைநீளத்திலும் தங்கியுள்ள தெனக்காட்டப்பட்டுள்ளது. குறுகிய அலைநீளங்களுக்கு முனைத்திருத்தங்கள் மறையும்;

குழாய்களின் சுருதியில் வெப்பநிலை, முனைத்திருத்த விளைவு

l நீளமும் c முனைதிருத்தமுமுடைய மூடிய குழாயின் அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறன் ஆனது

$$n_0 = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{4(l+c)} \quad \text{--- (i) இனால் தரப்படும்.}$$

$$\text{இங்கு } \lambda = 4(l+c)$$

அத்துடன் $t^\circ\text{C}$ இலுள்ள ஒலியின் வேகம் v_t க்கும் 0°C இலுள்ள ஒலியின் வேகம் v_0 இற்குமுள்ள தொடர்பு

$$\frac{v}{v_0} = \sqrt{\frac{273+t}{273}} = \sqrt{1 + \frac{t}{273}} \quad \text{--- (ii) இனால் தரப்படும்.}$$

இச் சமன்பாட்டில் பெறும் v இன் பெறுமானம் சமன்பாடு (i) இல் பிரதியிடப்படும்பொழுது

$$n_0 = \frac{v_0}{4(l+c)} \sqrt{1 + \frac{t}{273}} \quad \text{--- (iii) பெறப்படும்.}$$

சமன்பாடு (iii) இலிருந்து ஒரு தரப்பட்ட குழாய்க்கு அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறன் வெப்பநிலையுடன் அதிகரிக்குமென்றும் அத்துடன் ஒருதரப்பட்ட வெப்பநிலைக்கும், குழாயின் நீளத்துக்கும் மீடறனானது அதிகரிக்கும்பொழுது குன்றுமென்பதும் தெரிகின்றது, $c = 0.6 r$ ஆக இருப்பதால் (r குழாயின் ஆரையாகும்) ஒரு தரப்பட்ட நீளமான குழாயினது சுரத்தின் மீடறன் குழாய் அகலமாகும் பொழுது குன்றுகின்றது. இதேபோன்ற முடிவேதிறந்தகுழாய்க்கும் பெறப்படும்.

குழாயில் பரிவு



படம் 60

ஒரு முனை மூடப்பட்ட குழாயின் வழியே ஒரு மணிதன் ஊதும்பொழுது வளி சுயா தீனமாக அதிரும். அதனால் ஓர் சுரம் ஏற் படும். இது அதன் அடிப்படைச் சுரமாகும். மேலும் குழாயில் நிலையான அலையொன்று முன்பு விளக்கியதுபோல் ஏற் பட்டுள்ளது. மூடிய முனையில் ஒரு கணு வும் திறந்த முனையில் ஒரு முரண்கணு வும் தோற்றும் இதேபோல் ஓர் அதிரும் இசைக்கவை படம் 60 இல் காட்டியது போல்குழாயின் திறந்த முனைக் குமேல் பிடிக்கப்படின அதனு ள்ளிருக்கும் வளி அதிரும்

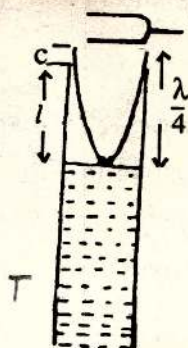
இது ஆரம்பத்தில் தன் சொந்த மீடறனுடன் வலிந்த அதிர்வுகளை ஆக்கும். அப்பொழுது கேட்கும் ஒலி மெலிவுள்ளதாக இருக்கும் ஆனால் குழாயில் எழும் அடிப்படைச் சுரத்திற்குச் சமனான மீடறனுள்ள ஓர் இசைக்கவை குழாயின் திறந்த முனையில் பிடிக்கப்படின அதனுள்ளுள்ளவளி பெரிய வீச்சத்துடன் அதிரும். அப்பொழுது எழும் சுரத்தின் மீடறனும் இசைக்கவையின் மீடறனும் ஒத்திருக்கும், கேட்கும் ஒலியும் உரப்பாகவிருக்கும். இத் தோற்றப்பாடு பரிவு எனப்படும். இதேபோல் திறந்த குழாயிலும் பரிவை ஏற்படுத்தலாம். அங்கு முரண்கணு க்கள் திறந்த முனைகளில் தோற்றும்.

பரிவுக்குழாய்ப் பரிசோதனை

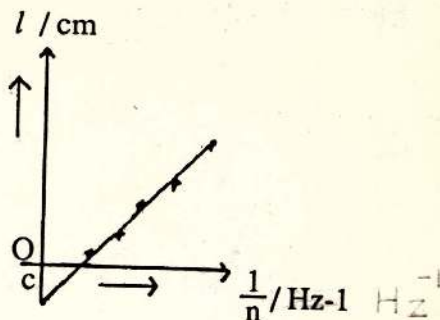
ஒலியின் வேகத்தையும், குழாயின் முனைத்திருத்தத்தையும் துணிதல்

ஓர் ஒலிக்கும் இசைக்கவை நீரால் நிரப்பப்பட்ட T என்னும் குழாயின் திறந்த முனைக்குமேல் பிடிக்கப்படின, நீரின் மட்டம் தாழ்த்தப்படும் பொழுது ஒரு

நிலையில் பரிவு பெறப்படும் (படம் 61 i) அப்பொழுது ஏற்படும் நிலையான அலையின்



(i) படம் 61



(ii)

தோற்றம்படம் 61 (i) இலையே காட்டப்படுகின்றது. குழாயின் முனைத்திருத்தம் c எனவும் நீரின் மட்டத்துக்கும் குழாயின் திறந்த முனைக்குமிடையிலுள் தூரம் l எனவும் கொள்ளப்படின.

$$\frac{\lambda}{4} = l + c \quad \text{————— (i)}$$

$$\text{ஆனால் } \lambda = \frac{v}{n}$$

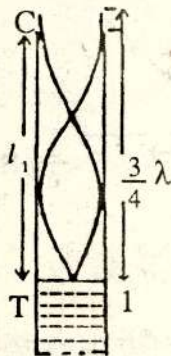
இங்கு v ஒலியின் வேகத்தையும் n இசைக்கவையின் மீடறனையும் குறிக்கும்

$$\therefore l + c = \frac{v}{4n} \quad \text{————— (ii)}$$

தெரிந்த மீடறனுடைய வெவ்வேறு இசைக்கவைகளுக்கு இப்பரிசோ தணையைச் செய்து பரிவுநிகழும்பொழுதுள்ள நீளங்கள் l ஐக் காண்க பின்பு $\frac{1}{n}$ ஐ அச்சிலும் l ஐ அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க. அது படம் 61 (ii) இல் காட்டிய வாறு அமையும். வரைபின் சாய்வீதம் $\frac{v}{4}$ ஐத் தரும். இதிலிருந்து வேகம் v துணியப்பும். அதாவது சாய்வீதம் n ஆயின்

$$v = 4 \text{ m ஆகும்}$$

அத்துடன் அச்சிலுள்ள எதிர்வெட்டுத்துண்டு முனைத்திருத்தம் c இன் பருமனைத் தரும்.



படம் 62

இப்பசோதனைக்கு ஒரேயொரு இசைக்கவை தரப்படின. அப்பொழுது உபயோகிக்க வேண்டிய குழாய் மிக்க நீளமுடையதாக இருத்தல் வேண்டும். குழாயின் நீர்மட்டம் இரண்டாம் பரிவுநிலை ஏற்படும்வரை தாழ்த்தப்படும் (படம் 62) முதலாம் பரிவுநிலை மேற்பரிசோதனையில் பெறப்பட்டுள்ளது. இரண்டாம் பரிவுநிலையில் நீர்மட்டத்திற்கும் குழாயின் திறந்த முனைக்கு மிடையேயுள்ள தூரம் l_1 எனின்.

$$l_1 + c = \frac{3\lambda}{4} \quad \text{--- (iii) ஆகும்}$$

$$\text{ஆனால் (i) இலிருந்து } l_1 + c = \frac{\lambda}{4} \quad \text{--- (iv)}$$

(iii) - (iv) இலிருந்து

$$l_1 + l = \frac{\lambda}{4}$$

$$\therefore \lambda = 2(l_1 - l)$$

$$\therefore v = n\lambda = 2n(l_1 - l)$$

v ஐக் காணும் இம்முறையில் முனைத்திருத்தம் தவிர்க்கப்படுகின்றது. c யின் பெறுமானம் சமன்பாடு (iii) இலும் (iv) இலுமிருந்து பெறப்படும்.

அதாவது (iv) இலிருந்து 3 ஆல் பெருக்கும்பொழுது

$$3l + 3c = \frac{3\lambda}{4}$$

ஆனால் (iii) இலிருந்து $l_1 + c = \frac{3\lambda}{4}$

$$\therefore 3l + 3c = l_1 + c$$

$$2c = l_1 - 3l$$

$$c = \frac{l_1 - 3l}{2}$$

l_1 உம் l உம் தெரியின் c துணியப்படும்.

தாரணங்கள்

1. 440 Hz மீடறனுடைய ஓர் இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கும் ஒரு மூடியகுழாயின் அதிகுறைந்த நீளத்தைக் காண்க. முனைத்திருத்தங்களைப் புறக்கணிக்க. வளியில் ஒலியின் வேகம் 350 ms^{-1}

ஒத்திசைக்கும் பொழுது குழாயின் வளியினது மீடறனும் 440 Hz ஆகும்

$$V = n\lambda$$

$$350 = 440 \times \lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{350}{440} = 0.8 \text{ m}$$

$$= 80 \text{ cm}$$

$$\text{ஆனால் } l = \frac{\lambda}{4} = \frac{80 \text{ cm}}{4} = 20 \text{ cm}$$

\therefore குழாயின் அதிகுறைந்தநீளம் = 20 cm.

2. முனை விளைவுகளைப் புறக்கணித்து 256 Hz மீடறனைக் கொண்ட அடிப்படைச் சுரத்தை எழுப்பும் (a) ஒரு திறந்த குழாயினதும் (b) ஒரு மூடிய குழாயினதும் நீளங்களைக் காண்க. ஒலியின் வேகம் 330 ms⁻¹

$$(a) \text{ திறந்த குழாய்க்கு இங்கு } n_0 = \frac{v}{2l}$$

l குழாயின் நீளம்.

$$256 = \frac{330}{2l}$$

$$\therefore l = \frac{330}{256 \times 2}$$

$$= \frac{165}{256} \text{ m}$$

$$= 0.645 \text{ m.}$$

$$(b) \text{ மூடிய குழாய்க்கு } n_0 = \frac{v}{4l}$$

$$256 = \frac{330}{4l}$$

$$\therefore l = \frac{330}{256 \times 4}$$

$$= 0.322 \text{ m}$$

3. 60 cm நீளமுள்ள ஒரு சீரான குழாய்நிலைக்குத்தாக அதன் கீழ் முனைநீரில் குத்தியிருக்க நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. நீரின்மேலுள்ள குழாயின் நீளம் 14.8 cm ஆகவும் மீண்டும் அது 48 cm ஆகவும் இருக்கும் பொழுதும் குழாயிலுள்ள வளியானது 512 Hz மீடறனுடைய இசைக் கவையுடன் ஒத்திசைத்தது. இக்குழாயின் இரு முனைகளும் திறந்திருப்பின் ஒத்திசைக்கும் பொழுது அதன் அதிகுறைந்த நீளத்தைக் காண்க.

இங்கு குழாயின் முனைத்திருத்தத்தை c என்க.

$$\therefore \frac{\lambda}{4} = 14.8 + c \quad \text{————— (1)}$$

$$\frac{3\lambda}{4} = 48 + c \quad \text{————— (2)}$$

$$(1) \times 3 = \frac{3\lambda}{4} = 44.4 + 3c \quad \text{————— (3)}$$

(2) = (3) ஆதலினால்

$$44.4 + 3c = 48 + c$$

$$2c = 3.6$$

$$c = 1.8 \text{ cm}$$

$$\therefore \lambda = 4(14.8 + 1.8)$$

$$= 4 \times 16.6$$

$$= 66.4 \text{ cm}$$

$$v = n\lambda = 512 \times 66.4 \text{ cm s}^{-1}$$

$$= 339 \text{ ms}^{-1}$$

குழாய் திறந்த திருப்பின் அதிகுறைந்த மீடறனுடன் ஒலிக்கும் பொழுது

$$\frac{\lambda}{2} = l + 2c \quad \text{இங்கு } l = 60 \text{ cm}$$

$$\frac{\lambda}{2} = 60 + 2c$$

$$= 60 + 2 \times 1.8 = 60 + 3.6$$

$$= 63.6$$

$$\therefore \lambda = 2 \times 63.6 = 127.2 \text{ cm}$$

$$n = \frac{v}{\lambda} = \frac{512 \times 66.4}{127.2}$$

$$= 267 \text{ Hz}$$

4. ஒரு மூடிய குழாயின் நீளம் 20 cm அதன் முனைத்திருத்தம் 0.7 cm ஒலியின் வேகம் 340 ms^{-1} ஆயின் குழாயின் முதலாம் மேற்றொனியின் மீடறனைக்காண்க.

இக்குழாயின் அடிப்படை மீடறன் n_0 எனின் முதலாம் மேற்றொனியின் மீடறன் = $3 n_0$ அடிப்படை மீடறனில் அலைநீளம் λ என்க

$$\text{அப்பொழுது} \quad \frac{\lambda}{4} = l + c = 20 + 0.7 = 20.7$$

$$\therefore \lambda = 20.7 \times 4 = 82.8 \text{ cm}$$

$$\therefore n_0 = \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.828}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{முதலாம் மேற்றொனியின் மீடறன்} &= 3 n_0 \\ &= 3 \times \frac{340}{0.828} \\ &= 1231 \text{ Hz} \end{aligned}$$

5. பரிவுக்குழாய் பரிசோதனை யொன்றில் முதல் இரு பரிவு நிலைகளிலும் வளிநிரலின் நீளம் 15 cm உம் 48 cm உமாகும். வளியில் ஒலியின் வேகம் 340 ms^{-1} ஆயின் உபயோகிக்கப்பட்ட ஒலி முதலின் மீடறனையும் குழாயின் முனைத்திருத்தத்தையுங் காண்க.

முழாயின் முனைத்திருத்தத்தை என்க.

$$48 + c = \frac{3\lambda}{4} \quad \text{————— (1)}$$

$$\text{அத்துடன்} \quad 15 + c = \frac{\lambda}{4} \quad \text{————— (2)}$$

$$(1) - (2) \quad 33 = \frac{\lambda}{4}$$

$$\begin{aligned} \lambda &= 2 \times 33 = 66 \text{ cm} \\ &= 0.66 \text{ m.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{மீடறன்} \quad n &= \frac{v}{\lambda} = \frac{340}{0.66} = \frac{34000}{66} \\ &= 515 \text{ Hz (அண்ணளவாக)} \end{aligned}$$

மேலும் சமன்பாடு (2) இல் $\lambda = 66 \text{ cm}$ ஐப் பிரதியிடுக

$$\text{அப்பொழுது } 15 + c = \frac{66}{4} = 16.5$$

$$\therefore c = 16.5 - 15$$

$$= 1.5 \text{ cm}$$

$$= 0.015 \text{ m}$$

6. ஒரேவிட்ட முடைய 32 cm நீளமுள்ள திறந்த குழாயும் 25 cm நீளமுள்ள மூடிய குழாயும் முதலாம் மேற்றொனியில் ஒலிக்கும் பொழுது ஒத்திசைக்கின்றன. குழாய்களின் முனைத்திருத்தம் என்ன?

குழாய்களின் முனைத்திருத்தத்தை c என்க திறந்தகுழாயை கருத்திற்கொள்க. அது முதலாம் மேற்றொனியில் அதிரும் பொழுது அலைநீளம் λ எனின்

$$\frac{v}{n} = \lambda = 32 + 2c \text{ ————— (i)}$$

இங்கு குழாய் திறந்திருப்பதால் இரு முனைத்திருத்தங்கள் சேர்க்கப்பட வேண்டும்

மூடிய குழாய் முதலாம் மேற்றொனியில் அதிரும் பொழுது அதன் மீடறன் திறந்த குழாயின் மீடறனுக்குச் சமனாகும். ஏனெனில் ஒத்திசைக்கின்றன. எனவே இங்கும் அலைநீளம் λ ஆகும்.

$$\frac{3\lambda}{4} = 25 + c \text{ (ii)}$$

$$3\lambda = 100 + 4c \text{ (iii)}$$

$$(i) \times 3 \text{ — } 3\lambda = 96 + 6c \text{ (iv)}$$

$$(iv) - (iii) \quad 0 = 2c - 4$$

$$2c = 4$$

$$c = 2 \text{ cm}$$

$$= 0.02 \text{ m}$$

7. 50 cm, 51 cm. நீள முள்ள இரு திறந்த சுரமண்டலக் குழாய்கள் அடிப்படையில் ஒலிக்கும் பொழுது 2 செக்கனில் 13 அடிப்புக்களைக் கொடுக்கின்றன. ஒலியின் வேகத்தையும் அடிப்படைகளின் மீடறன்களையுங்காண்க.

திறந்தகுழாய்கள் அடிப்படையில் அதிர்வதால் குழாயின் நீளம் $\lambda/2$ விற்குச் சமனாகும்

$$\therefore \lambda = 2 \times 50 = 100 \text{ cm.}$$

$$\text{மற்றதன் அலைநீளம் } \lambda = 2 \times 51 = 102 \text{ cm.}$$

n_1, n_2 முதலாவதினதும் இரண்டாவதினதும் மீடறன்களாயின்

$$n_1 = \frac{v}{100}, n_2 = \frac{v}{102} \quad (v \text{ ஆனது ஒலியின் வேகம்})$$

$$\therefore \frac{v}{100} - \frac{v}{102} = \frac{13}{2}$$

$$2v = \frac{13}{2} \times 100 \times 102$$

$$v = \frac{13 \times 100 \times 102}{4}$$

$$= 33150 \text{ cm/s}$$

$$= 331.5 \text{ m/s}$$

இழைகளின் அதிர்வுகள்

ஒரு முனை பொருத்தப்பட்ட கிடையான இழையொன்றின் மறுமுனையை மேலும் கீழும் அசைக்கும்பொழுது இழையின் வழியே ஓர் அலை செல்லும். அப்பொழுது இழையின் துணிக்கைகள் நிலைக்குத்தாக அதிர்கின்றன. அவை கிடையாகச் செல்வதால் இது ஒரு குறுக்கலைக்கு உதாரணமாகும். இத்தகைய குறுக்கலைகள் இழைகள் பிடுங்கப்படும்பொழுது உண்டாகும் இழையில் தோற்றும் குறுக்கலையின் வேகம் வருமாறு துணியப்படும்.

ஈர்க்கப்பட்ட இழையின் வழியே தோற்றும் குறுக்கலைகளின் வேகம்

l என்னும் நீளமும் s என்னும் திணிவும் T என்னும் மாறா இழுவையின் கீழுள்ளதுமான ஓர் இழையின் வழியே செல்லும் குறுக்கலை யொன்றைக் கருத்திற் கொள்க. இழை முற்றான வளையுந் தன்மையுடையதாயின் குறுக்கலையின் வேகம் v ஆனது T, s, l ஆகியவற்றின் பெறுமானங்களில் தங்கியுள்ளது

இவ்வேகம்,

$$v = \sqrt{\frac{T}{s/l}} \quad \text{இனால் தரப்படும்.}$$

$$\text{அல்லது} \quad v = \sqrt{\frac{T}{m}}$$

இங்கு $m = \frac{S}{l}$ அதாவது ஓர் அலகு இழையின் திணிவாகும் T நியூற்றன்களிலும் mkg/m இலும் இருப்பின் v ஆனது m/s இல் இருக்கும்

$$\text{பரிமாண முறையால்} \quad v = \sqrt{\frac{T}{m}} \quad \text{ஐப் பெறுதல்}$$

வேகம் v ஆனது T, s, l ஆகியவற்றுடன் கொள்ளும் தொடர்பை வருமாறு எழுதுவோம்.

$$\text{அதாவது} \quad v = k T^x s^y l^z \quad \text{————— (i)}$$

இங்கு m, x, y, z என்பன எண்களாகும்

$$v \text{ இன் பரிமாணம்} = LT^{-1}$$

$$T \text{ இன் பரிமாணம்} = MLT^{-2}$$

$$s \text{ இன் பரிமாணம்} = M$$

$$l \text{ இன் பரிமாணம்} = L$$

சமன்பாடு ① இல் இரு பக்கங்களிலும் உள்ள பரிமாணங்கள் சமமாக இருக்கவேண்டுமாதலால்.

$$LT^{-1} = (MLT^{-2})^x M^y L^z$$

$$LT^{-1} = M^{x+y} L^{x+z} T^{-2x}$$

இரு பக்கங்களிலுமுள்ள சுட்டி களைச் சமன்படுத்தும்பொழுது

$$M \text{ இற்கு } x + y = 0$$

$$L \text{ இற்கு } x + z = 1$$

$$T \text{ இற்கு } 2x = 1$$

$$\therefore x = \frac{1}{2} \quad z = \frac{1}{2}, \quad y = -\frac{1}{2}$$

எனவே (i) இல் இப்பெறுமானங்களை பிரதியிடின்

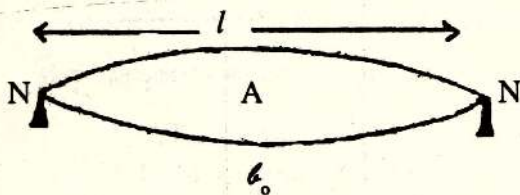
$$x = k \quad T \frac{1}{2} \quad s \frac{1}{2} \quad l \frac{1}{2}$$

$$v = k \sqrt{\frac{Tl}{s}} = k \sqrt{\frac{T}{s/l}}$$

கணிதக் கணிப்பின்படி $k = 1$

$$\therefore v = \sqrt{\frac{T}{m}} \quad (\because s/l = m)$$

ஈர்க்கப்பட்ட இழையினது அதிர்வின் விதங்கள்



படம் 63

NN என்னும் இரு புள்ளிகளுக்கிடையே ஈர்க்கப்பட்ட இழையொன்றை நடுவில் இழுக்கும்பொழுது குறுக்கலை இழையின் வழியே சென்று பொருத்தப்பட்ட முனைகளில் பட்டுத் தெறிப்படைந்து ஒரு நிலையான அலையை இழையில் தோற்றச் செய்யும். இந் நிலைகளில் அலையின் எளிய அதிர்வின் விதம் பொருத்தப்பட்ட முனைகளில் கணுக்களையும் நடுவில் முரண்கணு வையும்

கொண்டதாக இருக்கும். அலைநீளம் λ எனின் இரு கணுக்களுக்கிடையேயான தூரம் $\lambda/2$ ஆகும்.

$$\therefore \frac{\lambda}{2} = l \quad (\text{இழையின் நீளம் } l)$$

$$\therefore \lambda = 2l$$

$$\text{அப்பொழுது மீறன் } n = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2l}$$

இங்கு v குறுக்கவையின் வேகமாகும்

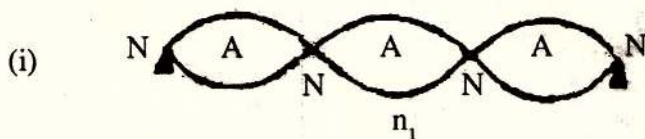
$$\text{ஆனால் } v = \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\therefore n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

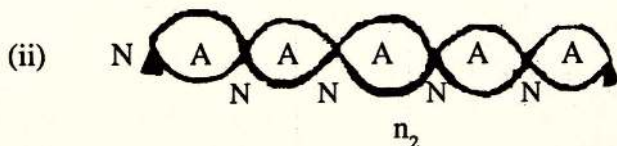
இதுவே இழையில் உண்டாகும் அடிப்படைச் சுரத்தின் மீறனாகும், இம்மீறனை n_0 எனக் குறிப்பின்

$$n_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \quad \text{ஆகும்}$$

இழைகளில் மேற்றொனிகள்



(படம் 64).



ஈர்க்கப்பட்ட ஓர் இழை நடுவில் பிடுங்கப்படின் அதனில் உண்டாகும் முதலாம் மேற்றொனிக்கும் இரண்டாம்மேற்றொனிக்கும் உரிய நிலையான அலையின்

வடிவங்கள் படம் 64 (i) இலும் (ii) இலும் காட்டப்பட்டுள்ளன. முதலாம் மேற்றொனியை எழுப்பும் அதிர்வின் மீடறன் n_1 எனவும் அலைநீளம் λ_1 எனவும் கொள்ளப்படின,

$$l = \frac{3\lambda_1}{2} \quad (l \text{ இழையின் நீளமாகும்})$$

$$\therefore \lambda_1 = \frac{2l}{3}$$

$$\therefore n_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{3v}{2l} = \frac{3}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \quad \text{--- (i)}$$

ஆனால் அடிப்படை மீடறன்

$$n_1 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\therefore n_1 = 3 n_0$$

எனவே இங்கு முதலாம் மேற்றொனி மூன்றாம் இசைச்சுரத்திற்குச் சமானமாகும்.

எனவே பிடுங்கப்படும் இழையின் இரண்டாம் மேற்றொனியின் மீடறன் n_2 எனவும் அலைநீளம் λ_2 எனவும் கொள்ளப்படின

$$l = \frac{5\lambda_2}{2}$$

$$\therefore \lambda_2 = \frac{2l}{5}$$

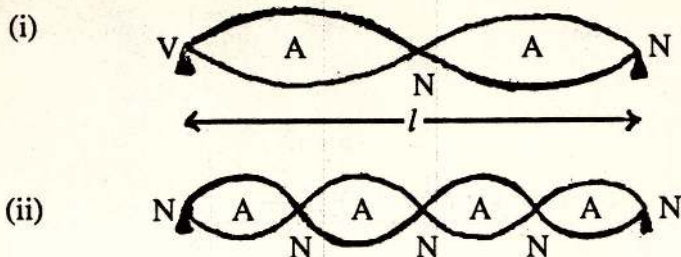
$$n_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{5v}{2l} = \frac{5}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\text{ஆனால் } n_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\therefore n_2 = 5 n_0$$

எனவே இரண்டாம் மேற்றொனி ஐந்தாம் இசைச்சுரமாகும். மேலும் இங்கு மேற்றொனிகள் $3n_0$, $5n_0$, $7n_0$, எனப்போகும்.

வேறும் மேற்றொனிகள்



படம் 65

ஈர்க்கப்பட்ட இழையை நடுவில் பற்றிக்கொண்டு அதன் ஒரு முனையிலிருந்து கால்மடங்கு தூரத்தில் பிடுங்கும்பொழுது ஒரு நிலையான அலை படம் 65 (i) இல் காட்டியவாறு பெறப்படும் நடுவிலும் முனைகளிலும் கணுக்கள் தோற்றும். அப்பொழுது இழையின் நீளம் l எனவும் அலைநீளம் λ எனவும் மீடறன் n எனவும் கொள்ளப்படின்

$$l = \lambda$$

$$\therefore n = \frac{v}{\lambda} = \frac{1}{l} \sqrt{\frac{T}{m}} = \frac{2}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\therefore n = 2n_0$$

மேலும், இழை நடுவில் பற்றப்பட்டு ஒரு முனையிலிருந்து எட்டிலொரு மடங்கு தூரத்தில் பிடுங்கப்படின் அதனில் உண்டாகும் நிலையான அலை படம் 65 (ii) இல் காட்டியவாறு இருக்கும். அப்பொழுது மீடறன் n^1 எனவும் அலைநீளம் λ^1 எனவும் கொள்ளப்படின்.

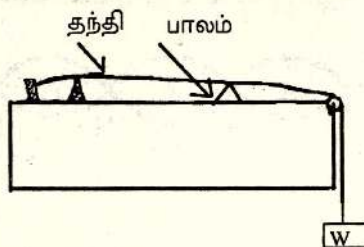
$$2\lambda^1 = l$$

$$\therefore \lambda^1 = \frac{l}{2}$$

$$\begin{aligned} \therefore \frac{n^1}{\lambda} &= \frac{v}{\lambda} = \frac{2v}{l} = \frac{4v}{2l} \\ &= \frac{4}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} \end{aligned}$$

$$\therefore n^1 = 4n_0$$

சுரமானி



படம் 66

சுரமானி பிரதானமாக ஓர் ஈர்க்கப்பட்ட மெல்லிய தந்தியை மரப்பெட்டியின் மீதுள்ள பாலங்களுக்குக் கெதிரே கொண்டுள்ளது. தந்தியின் ஒரு முனை பெட்டியின் ஓர் அந்தத்திலுள்ள முளையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் மறுமுனை உராய்வற்ற சுப்பியின் மீது சென்று ஒரு நிறையை நிறைத்தட்டில் காவகின்றது. இதில் பரிசோதனை எல்லைக்குள் அடங்கத்துக்க எந்நிறையையும் வைக்கலாம் ஆனால் இரு நிலை யானபாலங்களுக்குமிடையே ஒரு அசையும் பாலமும் உண்டு இது ஓர் மில்லிமீற்றரில் அளவீடு செய்யப்பட்ட மீற்றர் சட்டத்தின் அருகில் இயங்கும். ஆகவேதந்தியின் அதிரும் பாகத்தின் நீளத்தை இலகுவில் அளக்கலாம்.

இழைகளின் குறுக்கதிர்வினது விதிகள்

1. ஓர் இழையின் மீடறன், இழுவை மாறாதிருப்பின் அதன் நீளத்திற்கு நேர்மாறுவிகிதசமம்

$$\text{அதாவது } n \propto \frac{1}{l}$$

எனவே நீளம் அரைமடங்காக்கப்படின் மீடறன் இரு மடங்காக்கப்படும்.

2. ஒரு தரப்பட்ட நீளத்தையுடையதும் ஒரு திரவியத்தாலானதுமான இழையின் மீடறன் இழுவையின் வர்க்கமூலத்திற்கு நேர்விகிதசமம்.

$$\text{இதாவது } n \propto \sqrt{T}$$

எனவே இழுவை (T) நான்குமடங்கு அதிகரிக்கப்படின் மீடறன் n இருமடங்காக்கப்படும்.

3. ஒரே இழுவையின் கீழ் இருக்கும் ஒரே நீளத்தையுடைய இழைகளின் மீடறன்கள் இழைகளின ஓர் அலகு நீளத்திணினின் வர்க்கமூலத்திற்கு நேர்மாறு விகிதசமம்.

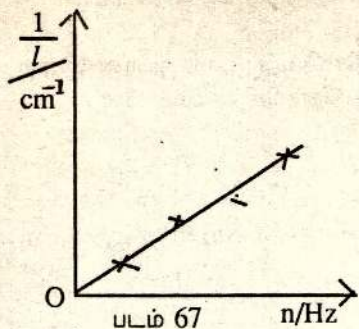
$$\text{அதாவது } n \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

$$\text{பரிசோதனை 1: } n \propto \frac{1}{l} \text{ ஜ வாய்ப்புப் பார்த்தல்}$$

சுரமானிக்கம்பியின் மீது செல்லும் இழையில் ஒரு மாறாநிறையைப் பொருத்துக. பின்பு தெரிந்த மீடறனுடைய இசைக்கவையொன்றுடன் ஒத்திசைக்கும் இழையின் அதிகுறைந்த நீளத்தை அசையும் பாலத்தைச் சரிசெய்து காண்க. இதனை ஒரு கடதாசி ஏறியை அதிரும் இழையின் பாகத்தினது நடுவில்வைத்துக் காணமுடியும். இசைக்கவையை அதிரச்செய்து அதன் தண்டை பெட்டியின்மீது மெதுவாக அழுத்துக. அசையும் பாலத்தின் நிலையை கடதாசி ஏறி தூக்கி எறியப்படும் வரைமாற்றுக். சரியான நிலையைக் கண்டுபிடித்தபின் அந்நீளத்தைதெரிந்த மீடறன் களையுடைய இசைக்கவைகளுக்கும் செய்க. ஒவ்வொரு இசைக்கவைக்கும் அதன் மீடறனினதும் அதற்குரிய இழையின் நீளத்தினதும் பெருக்கம் அதாவது $n \times l$ மாறாதிருக்கக் காணப்படும்.

$$\text{அதாவது } n_1 \times l_1 = n_2 \times l_2 = n_3 \times l_3 \dots\dots$$

வரைபின்படி



$\frac{1}{l}$ ஐ y அச்சிலும் n ஐ x அச்சிலும்

கொண்டு ஒரு வரைபு அமைக்கப்படின அது உற்பத்தித்தானத்தினூடு செல்லும் நேர்கோடாக அமையும். இது அவ்விதியை வாய்ப்பும் பார்க்கிறது.

பரிசோதனை II: $n \propto \sqrt{T}$

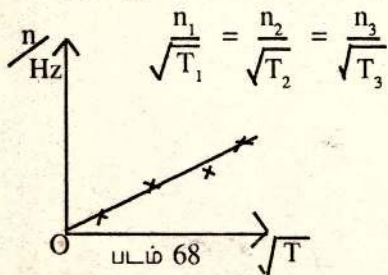
n_1 என்னும் மீடறறு டைய இசைக்கவையொன்றை T_1 என்னும் இழுவையின் கீழ் இருக்கும் இழையின் அதிகுறைந்த நீளத்துடன் ஒத்திசைக்கச்செய்க. அந்நீளத்தை l_1 என்க. இழுவையை T_2 விற்கு மாற்றி அதே இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கும் அதிகுறைந்த நீளம் l_2 ஐக் காண்க; அதாவது T_1 வின் கீழ் இருக்கும் நீளம் l_2 டுடன் ஒத்திசைக்கும் மீடறண் n_1 ஆகும். இங்கு நீளம் மாறாதிருக்க வேண்டுமாதலால் T_1 வின் கீழ் l_1 நீளத்திற்கேற்ற மீடறண் n_2 வைக் காண்க.

முதலாம் விதிப்படி $n \times l = k$

T_2 வில் $n_2 \times l_1 = n_1 \times l_2$

$$\therefore n_2 = \frac{n_1 l_2}{l_1}$$

இவ்விதம் வெவ்வேறு இழுவைகளுக்குக் கீழ் ஆனால் மாறாநீளம் l_1 இற் கேற்ற மீடறண்களைக் காண்க; அப்பொழுது



மாறிலி எனக் காணப்படும் அல்லது வரைபின் மூலம் n ஐ y அச்சிலும் \sqrt{T} ஐ x அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைப்பின் அது உற்பத்தித்தானத்தினூடு செல்லும் நேர்கோடாக அமையும். எனவே அவ்விதி வாய்ப்பும் பார்க்கப்படுகிறது.

$$\text{பரிசோதனை iii ; } n = \infty \frac{1}{\sqrt{m}}$$

m_1, m_2 , என்னும் ஓர் அலகு நீளத்திணைவுகளையுடைய ஈர் இழைகளை எடுக்க அவற்றை, T என்னும் இழுவையின் கீழ் சுரமானியில் நீட்டுக. n_2 மீற்றனுடைய இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கும் நீளங்களை அவ்விழைகளில் காண்க. அவை l_1, l_2 , எனின், இரண்டாவது இழையில் l_1 நீளத்துடன் ஒத்திசைக்கத்தக்க மீற்றன் n_2 ஜக் காண்க. முதலாம் விதிப்படி.

$$n_2 \times l_1 = n_1 \times l_2$$

$$n_2 = \frac{n_1 l_2}{l_1}$$

இதிலிருந்து $n_1 \sqrt{m_1} = n_2 \sqrt{m_2}$ எனக் காணப்படும்.

எனவே இவ்விதி வாய்ப்புப் பார்க்கப்படுகிறது.

சுரமானியை உபயோகித்து இசைக்க வையொன்றின் 'n' ஜத் துணிதல் சுரமானித் தந்தியின் ஒரு முனையில் தகுந்த நிறையொன்றைத் தொங்கவிடுக. தந்தியின் அதிரும் துண்டின் நீளத்தை தெரியாத மீற்றனுடைய இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்குமாறு சரிசெய்க. இந்நீளம் l ஜ அளந்து கொள்க. இவ்வாறே இப் பரிசோதனையை மீண்டுஞ் செய்து சராசரி நீளம் l ஜத் திருத்தமாகக்கணித்துக் கொள்க. இதே போன்ற இன்னொரு கம்பியின் 50 cm நீளத்தை நிறுக்க. அதன் ஏகபரிமாண அடர்த்தி (kg/m) யைக்காண்க. இழுவையையும் குறித்துக்கொள்க.

$$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}} = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Mg}{m}}$$

என்னுஞ் சூத்திரத்தில் பெற்ற பெறுமானங்களை பிரதியிட்டு n ஜக் காண்க. T எப்பொழுதும் நியூற்றன்களிலும், l மீற்றரிலும் இருத்தல்வேண்டும்.

சுரமானிப் பரிசோதனைகளில் ஏற்படும் வழக்கள்

1. பாலங்களிலும் கப்பியிலும் உள்ள உராய்வு ஈர்க்கும் விசையின் பருமனைத் தாழ்த்தும் அகனால் மீற்றன் தாழும்.
2. இழையின் மீள்தன்மைப் பற்றாக்குறையால் அதன் மீற்றன்மாறும். இதற்குக் குறைந்த யங்கின் குணகமுடைய மெல்லிய இழையை உபயோகித்து பரிசோதனையை நிவிர்த்திசெய்யலாம்

3.பாலங்கள் முற்றாக விறைப்புடையனவெனக் கொள்ள முடியாது. ஆகவே இழை அதிரும்பொழுது பாலங்களும் அதிரும் இதனால் திணிவு உயர மீடறன் தாமும்.

உதாரணங்கள்:

1. 5 kg நிறை இழுவையின் கீழிருக்கும் 15 cm நீளமுள்ள இழையின் அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறனைக் காண்க. ஒரு மீற்றர் நீள இழையின் திணிவு 15 கிராம் எனக்கொள்க. ($g = 10 \text{ m/s}^2$)

$$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$T = 50 \text{ N}, l = 0.15\text{m}, m = 0.015\text{kg}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{1}{2 \times 0.15} \sqrt{\frac{50}{0.015}} \\ &= \frac{10}{3} \sqrt{\frac{10000}{3}} \\ &= \frac{10 \times 100}{3\sqrt{3}} = \frac{1000}{3 \times 1.732} \\ &= \frac{1000}{5.196} \\ &= 192.5 \text{ Hz} \end{aligned}$$

2. 36 cm நீளமும் 0.02 cm விட்டமுமுடைய ஓர் உருக்கு இழை 200 மீடற னுடைய ஓர் இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கின்றது. 24cm.நீளமும் 0.025cm விட்டமும் உடைய இன்னோர் உருக்கு இழை அதேவிசையின் கீழ் ஈர்க்கப்பட்டிருக்கிறது. இதன் அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறனைக் காண்க.

$$n = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$1\text{-ம் இழைக்கு } -200 = \frac{1 \times 100}{2 \times 36} \sqrt{\frac{T \times 100^2}{11 \times (0.01)^2 \times \rho}}$$

(இங்கு $\rho \text{ kg/m}^3$ உருக்கின் அடர்த்தி)

$$2\text{-ம் இழைக்கு } -n = \frac{1 \times 100}{2 \times 24} \sqrt{\frac{T \times 100^2}{11 \times (0.0125)^2 \times 1 \times \rho}}$$

$$\therefore \frac{200}{n} = \frac{24}{36} \sqrt{\frac{0.0125^2}{0.01^2}}$$

$$\frac{200}{n} = \frac{2}{3} \times \frac{0.0125}{0.01} = \frac{2.5}{3}$$

$$\therefore 2.5 n = 600$$

$$\therefore n = \frac{600}{2.5} = 240 \text{ Hz}$$

3. ஒரு சுரமானி இழை ஒரு நகர்த்தக் கூடிய சுத்தியோரத்தால் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இப்பிரிக்கப்பட்டுள்ள நீளங்களுக்கிடையேயுள்ள வித்தியாசம் 4mm ஆகும். இவ்விரு பாகங்களும் உடன் ஒலிக்கும் பொழுது செக்கனுக்கு 2 அடிப்புக்கள் கேட்கின்றன. இழையின் முழு நீளமும் 1m ஆயின் அவற்றின் மீடறன்களைக்காண்க.

2 பகுதிகளின் நீளங்களும் $l_1 \text{ cm}$ $l_2 \text{ cm}$ ஆகும்

$$\therefore l_1 + l_2 = 100 \text{ ————— (1)}$$

$$l_1 > l_2 \text{ ஆயின் } l_1 - l_2 = 0.4 \text{ ————— (2)}$$

$$\therefore 2 l_1 = 100.4$$

$$l_1 = 50.2 \text{ cm}$$

$$\therefore l_2 = 100 - 50.2 = 49.8 \text{ cm}$$

l_1 இன் மீடறன் n_1 எனின்

$$n_1 = \frac{100}{2 \times 50.2} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

l_2 இன் மீடறன் n_2 எனின்

$$n_2 = \frac{100}{2 \times 49.8} \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{50.2}{49.8}$$

$$\frac{n_2 - n_1}{n_1} = \frac{50.2 - 49.8}{49.8} = \frac{0.4}{49.8}$$

$$\frac{2}{n_1} = \frac{4}{498}$$

$$n_1 = \frac{2 \times 498}{4} = 249 \text{ Hz}$$

ஆனால் $n_2 > n_1$ மேற்சமன்பாடுகளிலிருந்து அறியமுடிகிறது.

$$\therefore n_2 = 249 + 2 = 251 \text{ Hz}$$

வினாக்கள்

2. நிலையான அலை என்றால் என்ன? வரிப்படங்களின் உதவிகொண்டு நிலையான அலை உண்டாவதை விளக்குக.

ஒரு நிலையான அலையில் அடுத்தடுத்த இரு கணுக்களுக்கிடையிட்ட தூரம் 20 cm. மீடறன் 800 Hz ஆயின் அலையின் வேகத்தைக் கணிக்க. [விடை ; 320 m/s]

2. நிலையான அலையில் கணு , முரண்கணுக்களை விளக்குக. இவற்றை கண்டுபிடிப்பதற்குப் பரிசோதனை தருக.

ஒரு மூடிய சுரமண்டலக் குழாயின் நீளம் 60cm ஒலியின் வேகம் 336 ஆயின் அடிப்படையினதும் முதலாம் மேற்றொனியினதும் மீடறன்களைக் காண்க. ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் குழாயிலுள்ள வளியின் அதிர்வை வரிப்படங்களுடன் விவரிக்க. [விடை ; 140,420 Hz]

3. ஒரு மூடிய குழாயில் (i) அடிப்படைச் சுரமும் (ii) முதலாம் மேற்றொனியும் ஒலிக்கும்பொழுது அமுக்கமாறலை விவரிக்க.

100 cm, 102 cm நீளமுள்ள இரு திறந்த குழாய்கள் அடிப்படைச் சுரங்களை ஒலிக்கும்பொழுது செக்கனுக்கு 3.3 அடிப்புக்களைக் கொடுக்கின்றன. முனைத் திருத்தங்களைப் புறக்கணித்து வளியில் ஒலியின் வேகத்தையும் அடிப்படை மீடறன்களையும் காண்க.

[விடை ; 337 ,m/s 168, 165 Hz]

4. பரிவுக்குழாய்ப் பரிசோதனையால் வளியில் ஒலியின் வேகத்தைத் துணியும் முறையை (a) ஒரேயொரு இசைக்கவை கிடைக்கப்படின (b) 6 வெவ்வேறு இசைக்கவைகளுடன் அடிப்படைப் பரிவுநிலையில் செய்வதையும், விபரிக்க.

5. விருத்தி அலையையும் நிலையான அலையையும் வேறுபடுத்துக. 20 C^o இல் மூடிய குழாயிலுள்ள வளி 210Hz 350Hz உடைய இசைக்கவை களுடன் பரிவுறுகின்றது. இது எவ்விதம் சாதகமாகுமென்பதை விளக்குக. அத்துடன் குழாயின் விழையுள் நீளத்தையும் கணிக்க.

[விடை ; 1.226m]

6. குழாயில் எழும் சுரமொன்றில் சுருதி (a) நீளத்தால் (ii) விட்டத்தால் (iii) குழாயிலுள்ள வளியின் வெப்பநிலையால் எவ்வாறு பாதிக்கப்படும். ஒரு சுரமண்டலக் குழாய் 15^o C இல் ஓர் இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கும். வெப்பநிலை 7^o C ஆல் உயரப் பட்ட பொழுது இசைக்கவையும் குழாயும் உடன் ஒலிக்கும் பொழுது செக்கனுக்கு 3 அடிப்புக்கள் கேட்டன. இசைக்கவை வெப்பநிலை மாற்ற த்தால் பாதிக்கப்படுவதில்லையெனக் கொண்டு அதன் மீடறனை காண்க.

[விடை ; 250Hz]

7. 0.60m நீளமுள்ள ஒரு குழாய் அதன் கீழ்முனை நீரில் அமிழ்த்தப்பட்டு நிலைக்குத்தாக நிற்கின்றது. நீரிருகமேல் 0.148m இலும் மீண்டும் 0.148m இலும் குழாயானது 512 மீடறனுடைய இசைக்கவையுடன் பரிவுறுகின்றது. குழாயின் இரு முனைகளும் திறந்திருப்பின் அது ஒலிக்கும் அதிகுறைந்த மீடறனைக் கணிக்க.

[விடை ; 267Hz]

8. 134cm நீளமுள்ள ஒரு திறந்த சுரமண்டலக் குழாய் இன்னொரு 136 cm நீளமுள்ள ஒரு திறந்த சுரமண்டலக் குழாயுடன் அடிப்படையில் ஒலிக்கும் பொழுது 10 செக்கனில் 18 அடிப்புக்களைக் கொடுக்கின்றன. ஒவ்வொரு குழாயினதும் முனைத்திருத்தம் 0.5cm எனவும் வளியின் வெப்பநிலை 4°C எனவும் கொள்ளப்படின 0°C இல் ஒலியின் வேகம் என்ன?

[விடை ;330.6 m/s]

9. குறுக்கலை என்றால் என்ன?

ஒரு சுரமானி இழை அதன் ஒரு முனையிலிருந்து அதன் $\frac{1}{3}$ மடங்கு தூரத்தில் பிடித்து அதன் நடுவில் அருட்டப்பட்டது. அப்பொழுது அதனில் எழுந்த சுரம் 300Hz மீடறனு டையதாயின் இழையிலுள்ள இழுவையை கிராம் நிறையில் காண்க.(இழையின் நீளம் = 1m, அடர்த்தி = 8500 kg/m³ விட்டம் = 0.2mm)

[விடை ;1.090 kg நிறை]

10. சுரமானியை உபயோகித்து இசைக்கவையொன்றின் மீடறனைத் துணியும் முறையை விவரிக்க.

ஒவ்வொரு இழையும் நடுவில் பிடுங்கப்படும்பொழுது 0.50m நீளமுள்ள இழையால் எழுப்பப்பட்ட சுரம் இன்னொரு 2.50m இழையால் எழுப்பப்படும் சுரத்தின் நான்கு மடங்கு மீடறனு டையதாகும். இரண்டிலும் இழுவை சமனாயின் இரு இழைகளினது சார்பு நீள அலகொன்றின் திணிவைக் காண்க.

[விடை ;16.9]

- 11 ஒரு சுரமானி இரு சர்வசமனான இழைகளைக் கொண்டுள்ளது. ஒவ்வொரு இழையும் 6kg. நிறை இழுவையையுடையது ஒவ்வொன்றும் நடுவில் பிடுங்கப்படும்பொழுது 300Hz மீடறனு டையதாகக் காணப்பட்டது. ஓர் இழையின் இழுவை 200 கிராம் நிறையால் அதிகரிக்கப்பட்டின் இரு இழைகளும் நடுவில் பிடுங்கப்படும் பொழுது அடிப்பு மீடறனைக் கணிக்க.

[விடை ;5]

- 12 ஒரு சுரமானி இழையானது மீடறன் 200Hz ஐ யுடைய இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கின்றது. அதன் நீளமும் இழுவையும் இரட்டிக்கப்பட்டின் மீடறனைக் காண்க.

[விடை ;100√2 Hz]

13.5 கிராம் திணிவுடைய 1m நீளமுள்ள சுரமானி இழை 10kg நிறை யால் ஈர்க்கப்பட்டுள்ளது. அதிரும் இழையின்பாகம் 28cm. ஆகும் பொழுது இசைக்கவையொன்றும் இழையும் உடன் ஒலிக்கும்பொழுது செக்கனுக்கு 3 அடிப்புக்கள் கேட்கும். இழை சற்று குறுக்கப்பட்டு ஒலிக்கும் பொழுது செக்கனுக்கு 4 அடிப்புக்கள் கேட்கும். இசைக்கவையின் மீடறன் என்ன? [விடை ; 247 Hz]

14. அடிப்புக்கள் எவ்வாறு உண்டாக்கப்படுகின்றன?

ஒரு சுரமானி ஒரே நீளம், விட்டம், இழுவையுடைய ஓர் உருக்குக் கம்பியையும் பித்தளைக்கம்பியையும் கொண்டுள்ளது. உருக்குக்கம்பியின் மீடறன் செக்கனுக்கு 128 ஆகும். இழைகள் உடன் ஒலிக்கும்பொழுது அடிப்புமீடறன் 4.5 ஆகும். உருக்கினதும் பித்தளையினதும் அடர்த்திகளை ஒப்பிடுக. பித்தளை உருக்கிலும் அடர்ந்ததாகும்.

[விடை ; 0.931 :1]

15. ஒரு சுரமானி இழையின் நுனியில் ஒரு தெரியாதநிறை தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. அப்பொழுது அடிப்படையில அதிர்வதற்குரிய நீளம் பாலங்களுக்கிடையே 52cm. தொங்கவிடப்பட்ட நிறை நீருள் முற்றாக அமிழ்த்தப்பட்டு முன்போல் அவ்விழை அதே சுரத்தைக் கொடுப்பதற்கு பாலங்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம் 48cm க்குக் குறைக்கப்பட்டது. தெரியாத நிறையின் அடர்த்தியைக் காண்க.

[விடை ; 6760 kg/m³]

16. இரு சுரமானித் தந்திகள் A இனதும் இனதும் B விட்டங்கள் முறையே $7.8 \times 10^{-4}m$ உம் $6.0 \times 10^{-4}m$ மாகும் அவை ஒரே திரவியத்தால் ஆனவையாகும். தந்திகளிரண்டும் அக்கம்பக்கமாக ஒரேயளவு இழுவையால் நீட்டப்பட்டிருக்கின்றன. அவை ஒரே அடிப்படை மீடறன் 256Hz இல் அதிர்கின்றன. B இன் நீளம் 0.90m ஆயின் A இன் நீளத்தைக் காண்க. அத்துடன் B இன் நீளம் 0.90m இற்குக் குறைக்கப்படின் ஒரு செக்கனுக்குகேட்கப்படும் அடிப்புக்களின் எண்ணிக்கையையும் கணிக்க.

[விடை ; 0.78m; 2.8]

17. இரு திறந்த சுரமண்டலக்குழாய்களின் நீளங்கள் முறையே 50cm, 51cm ஆகும். அவை இரண்டும் ஒன்றாக அடிப்படைச்சுரங்களை ஒலிக்கும் பொழுது அடிப்புக்களின் மீடறன் ; 6.0Hz ஆகும். முனைத்திருத்தங் களைப் புறக்கணித்தால் வளியில் ஒலியின் வேகத்துக்கு என்ன பெறுமானம் கிடைக்கும்.

[விடை ; 306ms⁻¹]

18. ஒரு தரப்பட்ட இசைக்கவையின் அடிப்படை மீடறனுடன் ஒரு 1.0m நீளமுள்ள சுரமானித்தந்தி அடிப்படையில் அதிரும் பொழுது அதேயளவுமீடறனை வெளிப்படுத்துகின்றது. தந்தியின் இழுவை மாறாதிருக்க அதன் நீளம் குறைக்கப்படும் பொழுது இசைக்கவையும்தந்தியும் ஒன்றாக ஒலிக்கும் பொழுது செக்கனுக்கு 10 அடிப்புக்கள் கேட்கப்படுகின்றன. இசைக்கவையின் மீடறன் என்ன? தந்தியின் ஓரலகு நீளத்தின் திணிவு $1 - 4 \times 10^{-3} \text{ kgm}^{-1}$ ஆயின் இழுவை என்ன?

[விடை : 190 Hz, 202 N]

பல்தேர்வு வினாக்கள்

1. நிலையான அலைகள் உண்டாவது

- இரு நெட்டாங்கு அலைகள் ஒரே திசையில் செல்லும் பொழுது
- இரு குறுக்கலைகள் ஒரே திசையில் செல்லும் பொழுது
- இரு விருத்தி அலைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசைகளில் செல்லும்பொழுது
- சர்வசமனான இரு விருத்தி அலைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசைகளில் செல்லும்பொழுது
- இரு சர்வசமனான குறுக்கலைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசைகளில் செல்லும்பொழுது மட்டுமே.

2. நிலையான அலையிலுள்ள ஒரு கணு வில்

- இடப்பெயர்ச்சியும் வீச்சமும் பூச்சியம், அமுக்கம் உயர்வாகும்.
- இடப்பெயர்ச்சி பூச்சியம் வீச்சம் உயர்வு, அமுக்கம் பூச்சியம்
- இடப்பெயர்ச்சி உயர்வு வீச்சம் பூச்சியம் அமுக்கம் பொது அமுக்கம்
- இடப்பெயர்ச்சியும், வீச்சமும் அமுக்கமும் பூச்சியம்
- இடப்பெயர்ச்சியும், வீச்சமும் அமுக்கமும் உயர்வாகும்

3. ஒரு நிலையான அலையில்

- A, இரு அடுத்தடுத்த கணுக்களிடையேயுள்ள துணிக்கைகள் ஒரே அவத்தையுடையன.

B, ஒருகணுவின் இரு பக்கங்களிலுமுள்ள துணிக்கை எதிர் அவத்தையில் அதிரும்

C, அடுத்தடுத்த இரு கணுக்களுக்கிடையேயுள்ள தூரம் $\frac{\lambda}{4}$ ஆகும்

- (i) A,B,C, சரி (ii) A,B சரி (iii) B, C, சரி
(iv) A,C சரி (v) A,B,C பிழை

4. ஒரு மூடிய குழாயில் தோற்றும் அலை

- (i). ஒரு விருத்தி அலையாகும், மூடிய முனையில் கணுவும் திறந்த முனையில் முரண்கணு வமாகும்.
(ii). ஒரு நிலையான குறுக்கலையாகும். மூடிய முனையிலும் திறந்த முனையிலும் கணுக்களாகும்.
(iii) ஒரு நிலையான நீள்பக்க அலையாகும். மூடிய முனையில் ஒரு முரண் கணு வும் திறந்த முனையில் ஒரு கணுவாகும்
(iv). ஒரு நிலையான நீள்பக்க அலையாகும் மூடிய முனையில் ஒரு கணு வும் திறந்த முனையில் முரண் கணு வாகும்.
(v). நெருக்கலை மூடிய முனையில் ஜதாக்கலாகத் தெறிப்பதன் மூலம் ஏற்பட்டது.

5. l நீளமுள்ள ஒரு மூடிய குழாயில் தோற்றும் அடிப்படைச்சுரத்தின் மீடறன் n_0 ஆயின், முதலாம் மேற்றொனியில் அதிரும் பொழுது

- (i) அதன் மீடறன் $3n_0$ அலைநீளம் l ஆகும்
(ii) " " $2n_0$ " $l/2$ ஆகும்
(iii) " " n_0 " $4l/3$ ஆகும்
(iv) " " $3n_0$ " $4l/3$ ஆகும்
(v) " " $2n_0$ " $4l/3$ ஆகும்

6. ஒரு மூடிய குழாயின் நீளம் 50cm அது 5 - ம் இசைச்சுரத்தை ஒலிக்கும் பொழுது ஒலியின் வேகம் 340/ms ஆயின் அதன் அலைநீளம் cm இல்

- (i) 50 (ii) 40 (iii) 30 (iv) 20 (v) 10

7. அதன் மீடறன் Hz இல்
 (i) 850 (ii) 400 (iii) 500 (iv) 170 (v) 380
8. அது ஒலிக்கத்தக்க அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறன் Hz இல்
 (i) 850 (ii) 400 (iii) 500 (iv) 380 (v) 170
9. ஒரு திறந்த குழாயில் தோற்றத்தக்க மீடறன்களின் வரிசை
 (i) $n_0, 3n_0, 5n_0$ _____ (ii) $n_0, 2n_0, 3n_0$ _____
 (iii) $n_0, \frac{3n_0}{2}, \frac{5n_0}{2}$ _____ (iv) $\frac{n_0}{4}, \frac{n_0}{2}, \frac{3n_0}{4}$ _____
 (v) $n_0, 5n_0, 7n_0$ _____
10. ஒரு திறந்த குழாயில் 3-ம் மேற்றொனி ஒலிக்கும்பொழுது அதன் கணுக்களின் முரண்கணுக்களின் வரிசை வருமாறிருக்கும்.
 (i) N, A, N, A, N (ii) A, N, A, N, A
 (iii) A, N, A, N, A, N, A, N, A (iv) A, N, A, N, A, N, A
 (v) N, A, N, A, N, A, N, A, N
11. நீர் கொண்ட ஒரு பரிவுக்குழாய்ப் பரிசோதனையில் 320 Hz மீடறனுடைய இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கும் மிகக்குறைந்த நீள்வளிநிரல் 275 cm ஆகும்
 அப்பொழுது அலையின் அலைநீளம் cm இல்
 (i) 110 (ii) 55 (iii) 220 (iv) 330 (v) 27.5
12. அப்பொழுது ஒலியின் வேகம் m/s, இல் அண்ணளவாக
 (i) 340 (ii) 400 (iii) 500 (iv) 600 (v) 350
13. 2-ம் பரிவறுநிலையில் ஒத்திசைக்கும் வளிநிரலின் நீளம் cm இல்
 (i) 55 (ii) 82.5 (iii) 110 (iv) 137.5 (v) 65
14. வெவ்வேறு மீடறன்கள் n உடன் ஒத்திசைக்கும் மூடிய குழாயின் அதிகுறைந்த நீளங்கள் l காணப்பட்டன. ஒலியின் வேகத்தை
 (i) l ஐ Y அச்சிலும் $\frac{1}{n}$ ஐ X அச்சிலும் கொண்டு அமைக்கும் வரைபின் சாய்வீதத்திலிருந்து பெறலாம்
 (ii) n ஐ Y அச்சிலும் l ஐ X அச்சிலும் கொண்டு அமைக்கும் வரைபின் சாய்வீதத்திலிருந்து பெறலாம்

- (iii) $\frac{n}{l}$ ஐ Y அச்சிலும் $\frac{l}{n}$ ஐ X அச்சிலும் கொண்டு அமைக்கும் வரைபின் சாய்வீதத்திலிருந்து பெறலாம்
- (iv) n/l ஐ Y அச்சிலும் l/n ஐ X அச்சிலும் கொண்டு அமைக்கும் வரைபின் சாய்வீதத்திலிருந்து பெறலாம்
- (v) $\frac{1}{n}$ ஐ Y அச்சிலும் $\frac{1}{l}$ ஐ X அச்சிலும் கொண்டு அமைக்கும் வரைபின் சாய்வீதத்திலிருந்து பெறலாம்
15. மீடறன் 320 Hz உள்ள இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கும் அதிகுறைந்த வளிநிரலின் நீளம் மூடிய குழாயில் 27cm இவ்விசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கத்தக்க அதிகுறைந்த நீளம் திறந்த குழாயில்
 (i) 27cm (ii) 54cm (iii) 81cm (iv) 108cm (v) 135cm
16. ஓர் அதிரும் இழையினால் உண்டாக்கத்தக்க அடிப்படை மீடறன் 300Hz ஆயின், அதன் நீளம் அரைமடங்காகி இழுவை இருமடங்காகும்பொழுது புது மீடறன் Hz இல்
 (i) $600\sqrt{2}$ (ii) 150 (iii) $300\sqrt{2}$ (iv) 600 (v) 300
17. ஒரு சுரமானி இழையில் எழும் சுரத்தின் அடிப்படை மீடறனை இருமடங்காக்க.
 (A) ஆரையை அரைமடங்காக்கல் வேண்டும்.
 (B) நீளத்தை இருமடங்காக்கல் வேண்டும்.
 (C) இழுவையை இருமடங்காக்கல் வேண்டும்.
 (D) இழுவையையும் நீளத்தையும் அரைமடங்காக்கல் வேண்டும்.
 (i) B, C சரி (ii) B, C, D சரி (iii) A, B சரி (iv) A, B, C சரி
 (v) A மட்டும் சரி
18. நடுவில் பிடுங்கப்படும் ஈர்க்கப்பட்ட இழை அதன் அடிப்படையிலும் முதலாம் மேற்றொணியிலும் அதிரின், தடங்களின் எண்ணிக்கையையும் அடிப்படை மீடறன் n எனின் முதலாம் மேற்றொணியின் மீடறனையும் கணிக்க
 (i) 1, 3, n (ii) 1, 3, 3n (iii) 3, 3, 3n (iv) 5, 5, 3n (v) 5, 5, 5n

3.4

வாயுவில் ஒலியின் கதி, ஒலியின் சிறப்பியல்புகள்

வாயுவில் அல்லது வளியில் ஒலியின் கதியானது பின்வரும் சமன்பாட்டினால் தரப்பட்டுள்ளது.

அதாவது
இங்கு

$$v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$$

$$v = \text{ஒலியின் கதி (ms}^{-1}\text{)}$$

$$\gamma = \frac{c_p}{c_v}$$

அதாவது மாறா அழுக்கத்தில் ஒரு வாயுவின்தன் வெப்பக் கொள்ளளவுக்கும் மாறாக் கனவளவில் அவ்வாயுவின் தன் வெப்பக் கொள்ளளவுக்கும் உள்ள விகிதமாகும்.

$$p = \text{வாயுவின் அழுக்கம் (Nm}^{-2}\text{)}$$

$$\rho = \text{வாயுவின் அடர்த்தி (Kg m}^{-3}\text{)}$$

குறிப்பு: இங்கு $\gamma = 1.4$ ஓர் அணுகொண்ட வாயுவுக்கு
 $= 1.67$ ஈர் அணுகோண்ட வாயுவுக்கு

வளியில் ஒலியின் கதியைக் கணிக்கவேண்டின் வளிக்கு $\gamma = 1.404$ ஐயும் $P = 0.76 \text{ m}$ இரசத்தையும் $\rho = 1.293 \text{ kg/m}^3$ ஐயும் மேற்கூத்தி ரத்தில் பிரதியிட்டால்

$$v = \sqrt{\frac{1.404 \times 0.76 \times 13600 \times 9.8}{1.293}} = 332 \text{ m/s}$$

எனவே வளியில் ஒலியின் கதி = 332 m/s ஆகும். இப்பெறுமானம் பரிசோதனைப் பெறுமானத்துடன் ஒத்திருக்கின்றதை அறிய முடிகின்றது.

வளியில் ஒலியின் கதியைப் பாதிக்கும் காரணிகள்

வளியின் அழுக்கத்தையும் அடர்த்தியையும் பாதிக்கும் காரணிகள்யாவும் அவ்வளிக்கூடாகச் செல்லும் ஒலியின் கதியையும் பாதிக்கும்.

(i) அழுக்கத்தினதும் வெப்ப நிலையினதும் விளைவு

V என்னும் கனவளவும், P என்னும் அழுக்கமும், T என்னும் தனி வெப்ப நிலையும் கொண்ட ஒரு மூல் இலட்சிய வாயுவைக் கருத்திற் கொள்க.

அப்பொழுது $PV = RT$ இங்கு R ஒரு மாறிவியாகும்

ஒரு வாயுவின் ஒரு மூலர் திணிவு M எனின்.

$$\rho = \frac{M}{V} = \frac{MP}{RT} \quad \left(\because V = \frac{RT}{P} \right)$$

இதனை $v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$ வில் பிரதியிடுன்

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

பெறப்படும்

இவ்விறுதிக் கோவையை நோக்கின் அதனில் அமுக்கம் காணப்படுவதில்லை. ஆகவே வாயுவில் ஒலியின் கதியானது அமுக்கத்தில் தங்குவதில்லை என்பதுபுலப்படும்.

மேலும் R இன் பெறுமானம் (அதாவது ஒரு மூலருக்குரிய அகில வாயு மாறிலி) எல்லா வாயுக்களுக்கும் ஒரே மாதிரியாக இருப்பதாலும் அத்துடன் γ வும் M உம் ஒரு குறித்த வாயுவுக்கு மாறிலிகளாதலினாலும்

$$v \propto \sqrt{T}$$

ஆகும்

அதாவது வாயுவில் ஒலியின் கதி வாயுவின் தனிவெப்ப நிலையின் வர்க்க மூலத்திற்கு நேர் விதித சமம். (இங்கு γ வெப்ப நிலையில் தங்கு வதில்லை)

உதாரணமாக ஒரு வாயுவின் கதி 15°C இல் 338 m/s ஆயின் அதன் கதி 0°C இல் வருமாறு காணப்படும்.

$$\frac{V_0}{V_{15}} = \sqrt{\frac{273}{288}}$$

$$\frac{V}{338} = \sqrt{\frac{273}{288}} = 328 \text{ m/s அண்ணளவாக}$$

சாரீரப்பதனின் விளைவு

நீராவி வளியிலும் இலேசானதும் அதன் அடர்த்தி வளியினதின் $5/8$ மடங்காகும். ஆகவே வளியிலுள்ள ஈரப்பதன் அதகரிக்கும் பொழுது வளியின் அடர்த்தி குறையும் அத்துடன் γ சற்று அதிகரிக்கும். அதனால் உலர்ந்த வளியிலும் பார்க்க ஈரவளியினில் ஒலிவிரைவாகச் செல்லும்.

காற்றின் விளைவு

காற்றடிக்கும் திசையில் ஒலி செல்லும்பொழுது அதன் கதிதரை சார்பாக அதிகரிக்கும். எதிர்த் திசையில் செல்லும்பொழுது தரை சார்பாக அதன் கதி குறையும்.

மீடறனின் விளைவு

ஒலியின் கதி மீடறனில் தங்குவதில்லை இதனால் தான் ஓர் இசைக் கருவிவாத்தியத்தைக் கிட்ட நின்று கேட்கும் பொழுதுள்ள இனிமை தூரத்தில்

நிற்கும் பொழுதும் உண்டு.

வேறு வாயுக்களில் ஒலியின் கதி

γ சமமான இரு வாயுக்களில் ஒரே வெப்ப நிலையிலும் அழுக்கத்திலும் ஒலியின் கதிகள் வாயுக்களின் அடர்த்திகளின் வர்க்கமூலத்திற்கு நேர்மாறுவிகிதசமம்.

மேலும் வாயுவொன்றின் அடர்த்தி அணுநிறைக்கு விகிதசமமாக இருப்பதனால், ஒரே γ பெறுமானமும் சர்வ சமன் நிலைகளிலுமுள்ள இரு வாயுக்களினூடு ஒலியின் கதிகள் அணுநிறைகளின் வர்க்க மூலத்திற்கு நேர்மாறு விகிதசமம்.

சில வாயுக்களில் ஒலியின் கதிகள் (நி. வெ. அ. இல்)

வளியில்	-	331.9 m/s
ஓட்சிசனில்	-	317.2 m/s
ஐதரசனில்	-	1286 m/s
Co ₂ (18° C இல்)	-	265.8 m/s

உதாரணங்கள்

1. 0° C இல் வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 m/s ஆகும். வாயுவின் விரிவுக்குணகம் 1/273/° C. ஒரு 0° c வெப்பநிலை உயர்ச்சிக்குரிய வேகமாற்றத்தைக் காண்க.

1° C இல் ஒலியின் கதி v என்க

$$\therefore \frac{v}{v_0} = \sqrt{\frac{274}{273}}$$

$$\therefore v = v_0 \sqrt{\frac{274}{273}} = 330 \sqrt{\frac{274}{273}}$$

$$= 330.9 \text{ m/s}$$

$$\therefore \text{வேகமாற்றம்} = 0.9 \text{ m/s}$$

2. நி. வெ. அ. இல் வளியின் அடர்த்தி 1.293 kg/m³ ஆகவும் இரசத்தின் அடர்த்தி 0° C இல் 13600 kg/m³ ஆகவும் $c_p = 1.02$, $c_v = 0.72 \text{ KJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ஆகவுமிருப்பின் 80° c இல் ஒலியின் கதியைக் காண்க.

$$\text{வளியில் ஒலியின் வேகம் } v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

$$\therefore v_0 = \sqrt{\frac{1.02 \times 0.76 \times 13600 \times 9.8}{0.72 \times 1.293}}$$

$$\text{அத்துடன்} \quad \frac{V_{80}}{V_0} = \sqrt{\frac{353}{273}}$$

$$\begin{aligned} \therefore V_{80} &= \sqrt{\frac{353 \times 1.02 \times 0.76 \times 13600 \times 9.8}{273 \times 0.72 \times 1.293}} \\ &= 379.2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3. ஒரு செக்கனுக்கு 512 Hz மீடறனுடைய இசைக்கவை 20° C இல் எழுப்பும் ஒலி அலையின் அலைநீளம் 0.68 m ஆகும் நி. வெ. சு. இல் வளியின் அடர்த்தி 1.29 kg/m³ ஆகும். γ வைக்காண்க. இரசத்தின் அடர்த்தி 13600 kg/m³.

$$20^\circ \text{ C இல் } v = 512 \times 0.68 \text{ m/s}$$

$$\frac{v_0}{v_{20}} = \sqrt{\frac{273}{293}}$$

$$\therefore v_0 = v_{20} \sqrt{\frac{273}{293}} = 512 \times 0.68 \times \sqrt{\frac{273}{293}}$$

$$\text{ஆனால் } v_0 = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$$

$$\therefore v_0^2 = \frac{\gamma p}{\rho} = v_0^2 \times \rho$$

$$\begin{aligned} \therefore \gamma &= \frac{p}{\rho} \\ &= \frac{512^2 \times 0.68^2 \times 273 \times 1.29}{0.76 \times 13600 \times 9.8 \times 293} \\ &= 1.43 \end{aligned}$$

ஒலியின் சிறப்பியல்புகள் இசை ஒலியும் சத்தமும்

ஒரு மனிதனின் செவியில் படும் ஒலிகள் இரு வகைகளாகப் பிரிக்கப்படும். ஒரு வகுப்பைச் சேர்ந்த ஒலி குறுகிய நேரத்திற்கு ஒலிக்கும். ஒலிப்பு மேலும் நீடிக்கும் பொழுது அதன் இயல்புகளில் தொடர்ச்சியாக மாற்றம் ஏற்படும். ஆனால் அடுத்த வகுப்பைச் சேர்ந்த ஒலி அது எந்த முதலிடத்திலிருந்து எழுகின்றதோ அம்முதலிடத்தின் அதிர்வுகள் ஆவர்த்தன இயல்புடையதாக இருக்கும். இம்முக்கிய இயல்பைக் கொண்டுள்ள ஒலி இசை அல்லது சுரம் எனப்படும். இவை பௌதிகத் தன்மைகளின் அடிப்படையில் வகுக்கப்பட்டனவேயொழிய மற்றும் அவற்றில் வரும் இனிமை அல்லது இனிமையற்ற உணர்வைக் கொண்டு வகுக்கப்படவில்லை. பொதுவாக, சத்தம் செவிக்கு இனிமையற்றதாக இருக்கும். ஆனால் சில சமயங்களில்

இனிமையான உணர்வைத் தரத்தக்கதாக ஒழுங்கு செய்யப்படும். இசை அல்லது சுரம் இனிமையானதாக இருக்கும்.

இசைச் சுரங்களின் சிறப்பியல்புகள்

இசை ஒலிகள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று மூன்று பிரதான இயல்புகளில் வித்தியாசப்படும். அவையாவன (i) உரப்பு (ii) சுருதி (iii) பண்பு

உரப்பு

வேறு எல்லா விதங்களிலும் ஒற்றுமைப்பட்ட இரு ஒலிகளைக் கேட்கும்பொழுது மிகத்தூரத்திலிருந்து வரும் ஒலி மற்றதிலும் குறைந்த உரப்புடைய தெனப்படும். எல்லா ஒலிகளும் உரப்பு என்னும் சிறப்பியல்பையுடையதாக இருக்கும். ஆனால் செவியில் ஒலி உண்டாக்கும் உணர்வின் பருமன் உரப்பை நிர்ணயிக்கும். ஒளிக்குப் பிரகாசம் போல் ஒலிக்கு உரப்பு அமையும்.

சுருதி

ஓர் ஆர் மோனியத்திலுள்ள கடடைகளை அடுத்தடுத்துத் தொடர்ந்து ஒரு முனையிலிருந்து மற்ற முனைவரை அழுத்தும் பொழுது சுரத்தில் எழும் வித்தியாசம் சுருதி வித்தியாசத்தினால் உண்டாக்கப்பட்டுள்ள தெனக் சுருதப்படும். உதாரணமாகச் சுரளி வரிசையிலுள்ள 'ச' என்னும் சுரத்தின் சுருதி 'க' (g₂) என்னும் சுரத்தின் சுருதியிலும் தாழ்வுடையதாகும். இவ்வாறு சுரளி வரிசையிலுள்ள எல்லாச் சுரங்களையும் ஆர் மோனியத்தில் அடுத்தடுத்து அழுத்தும்பொழுது முதல் 'ச' விலிருந்து இறுதிச் 'ச' வரை சுருதி உயர்ந்து கொண்டு போகும்.

இசை ஒலியில் ஒரே செறிவுள்ள சில என்னும் ஒலியையும் சாதாரண ஒலியையும் வேறு படுத்து வது சுருதியாகும். ஓர் அதிரும் இழை அதன் நீளம் குறுகும் பொழுது உயர் சுருதியுள்ள சுரத்தை எழும்பும். சுருதி ஒலிமுதலின் மீடறனில் தங்கியுள்ளது. மீடறன் உயரும் பொழுது சுருதி உயரும், குன்றும் பொழுது குன்றும். உரப்பு, பண்பு என்னும் சிறப்பியல்புகள் சுருதியைப் பாதிப்பதில்லை. ஒளிக்கு நிறம்போல் ஒலிக்குச் சுருதி அமையும்.

பண்பு

வெவ்வேறு விதமான இசைக்கருவிகளிலிருந்து எழும் ஒரே அளவான உரப்பும் சுருதியும் கொண்ட இரு சுரங்களை வேறுபடுத்தும் சிறப்பியல்பு பண்பு எனப்படும். ஒரு வித கஷ்டமின்றி புல்லாங்குழலிலிருந்து எழும் சுரத்தையும் ஆர் மோனியத்திலிருந்து வரும் அதேபோன்ற சுரத்தையும் வேறுபடுத்த

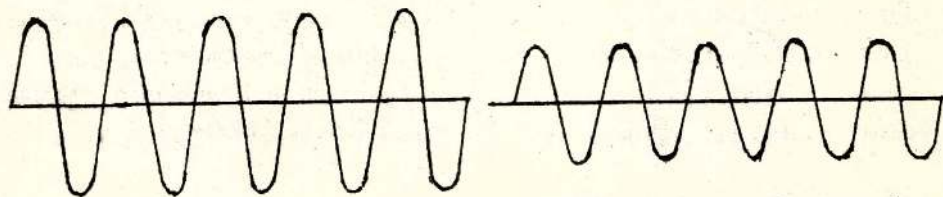
எவராலும் முடியும். இவ்வாறு வேறு படுத்து வதற்கு உறுதுணையாக இருக்கும் சிறப்பியல்பே பண்பு.

உரப்பைப் பாதிக்கும் பௌதிகக் காரணிகள்.

உரப்பு என்னும் சிறப்பியல்பு, செவியையடையும் அலைகள் காவும் சத்தியின் பருமனில் தங்கியுள்ளது. பொது வாகச் சத்தி உயர்வாயிருப்பின் உரப்பும் உயர்வாயிருக்கும். இது ஓர் உணர்வாதலால் அளந்தறிதற்குரிய அளவைகளால் நிர்ணயிக்க இயலாது. ஆனால் ஒலியின் செறிவோ அளக்கத்தக்க ஒரு கணியமாகும். இவ்வளவையின் மூலம் உரப்பு மட்டிடப்படும். உரப்பு போன் (phon) என்னும் அலகால் அளக்கப்படும்.

ஓர் ஊடகத்தின் புள்ளியொன்றிற் கூடாக ஒலி அலைகள் செல்லும் பொழுது அலைகள் செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாகப் புள்ளியைக் சூழ்ந்திருக்கும் ஒரு சதுரப்பரப் பலகினூடு ஒரு செக்கனில் செல்லும் ஒலிச்சத்தி அப்புள்ளியிலுள்ள ஒலியின் செறிவைத் தரும். எளிய கணிப்புக்களின் பிரகாரம் ஒரு புள்ளியில் ஒலிச் செறிவானது வீச்சம், மீடறன், ஊடகத்தின் அடர்த்தி ஆகிய வற்றில் தங்கியுள்ள தெனவும் அடர்த்திக்கும், அலையின் மீடறனுக்கும், வீச்சத்தின் வர்க்கத் துக்கும் விகித சமமெனவும் அறியப்படும். ஒருகுறித்த சுருதியுடைய ஒலியின் உரப்பு அவ்வொலி அலையின் வீச்சத்தினால் நிர்ணயிக்கப்படும். எனவே வீச்சத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள் யாவும் உரப்பையும் பாதிக்கும். உரப்பு பின்வரும் காரணிகளில் தங்கியுள்ளது.

(a) ஒலி முதலினது அதிர்வின் வீச்சத்தில்



உரத்த ஒலி

(a)

மென்மையான ஒலி

(b)

படம் 69

ஒலி முதலினது அதிர்வின் வீச்சம் பெரிதாயின் அதிலிருந்து எழும் அலையின் வீச்சமும் பெரிதாகும். ஆகவே உரப்பும் பெரிதாகும் (படம் 69a). உதாரணமாக ஓர் இசைக் கவையை மென்மையாக அருட்டும் பொழுது ஒரு மெலிந்த சுரத்தை எழுப்புகின்றது. ஆனால் உயர்ந்த வீச்சத்துடன் இசைக்கவை அதிரும்பொழுது ஓர் உரப்பான சுரம் எழுகின்றது. எனினும் நேரப்போக்கில் வீச்சம் குன்றி சுரத்தின் ஒலிப்பு மெலிந்து குன்றிவிடும் (படம் 69b).

(b) ஒலிமுதலினது தூரத்தில்

எல்லாத் திசைகளிலும் ஒலியைக்காலும் முதலொன்றிற்கு ஒலிச் செறிவு தூரத்தின் வர்க்கத்திற்கு நேர்மாறு விகிதத்துக்கேற்ப குன்றும்.

$$\text{அதாவது செறிவு} \quad I \quad \propto \quad \frac{1}{d^2}$$

$$\text{அத்துடன்} \quad I \quad \propto \quad a^2 \quad (\text{இங்கு } a \text{ வீச்சம்})$$

$$\therefore \quad a \quad \propto \quad \frac{1}{d}$$

எனவே தூரத்தின் நேர்மாறு விகிதத்திற்கேற்ப வீச்சம் மாறு கின்றது. இதன் பிரகாரம் ஒலிமுதலிலிருந்து தூரத்தில் நிற்கும் ஒருவன் கேட்கும் ஒலி உரப்புக் குறைந்ததாக இருக்கும்.

(c) ஊடகத்தின் அடர்த்தி

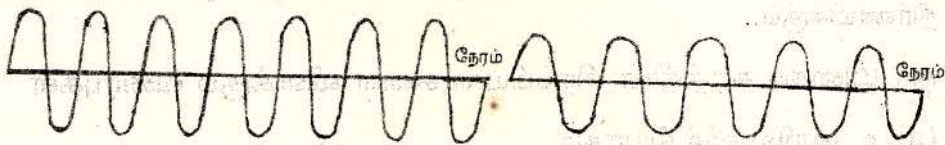
ஒலியின் செறிவு, அடர்ந்த ஊடகத்தில் உயர்வாகவிருக்கும். இதனை வருமாறு காட்டலாம். ஒரு மணிச்சாடியை எடுக்க. அதனுள் ஒருமின் மணியைத் தொங்கவிடுக. பின்பு வளியை நிரப்பி மின்மணியை ஒலிக்கச் செய்க. இவ்விதம் மணிச்சாடியை முறையே நீராவியாலும் அதன்பின்பு காபனீர் ஓட்சைட்டினாலும் நிரப்பி மின் மணியை ஒலிக்கச் செய்க. அப்பொழுது அடர்த்தி உயர்ந்தவாய் மணிச்சாடியினுள்ளிருக்கும் பொழுது மின்மணி ஒலியின் உரப்பு உயர்வாகவிருந்தது. இக்காரணம் பற்றியே வளிமண்டலம் குளிராக இருக்கும் காலங்களில் தூரத்திலுள்ள ஒலி திறமாகக் கேட்கப்படுகிறது.

(d) ஒலிமுதலின் பருமனில்

அதிரும் பரப்பு பெரிதாயின் அதனிலிருந்து வரும் சத்தி பெரிதாகும். எனவே ஒலிமுதலின் பருமன் பெரிதாகும் பொழுது அது எழுப்பும் ஒலியும் பெரிதாகும். உதாரணமாக ஒரு சிறு மணியிலும் ஒரு பெருத்த மணி எழுப்பும் ஒலி மிகப்பெரிதாக இருக்கும். மேலும் ஒரு சாதாரண இசைக்கவையிலிருந்து எழும் ஒலி மெலிவாக இருக்கும். இவ்விசைக்கவையின் தண்டை ஒரு பெரும்

பரப்புடைய பெட்டியின் மீது வைக்கும் பொழுது கேட்கும் இசைக்கவையின் ஒலி இப்பொழுது உயர்வாகவிருக்கும். இசைக்கவையைப் பெட்டியில் அழுத்தும் பொழுது பெட்டி வலிந்த அதிர்வைப் பெறுகின்றது. எனவே இப்பொழுதுள்ள அதிரும் பரப்பு பெரிதாக இருப்பதால் கேட்கும் ஒலியின் உரப்பும் பெரிதாக இருக்கும்.

சுருதியை ஆளும் காரணிகள்



உயர் சுருதி

(a)

தாழ்சுருதி

(b)

படம் 70

ஒரு சுரத்தின் சுருதி ஒலிமுதலின் மீடறணினால் துணியப்படும். மீடறன் அதிகரிக்கும் பொழுது சுரம் சில் என ஒலிக்கும். அத்துடன் சுருதி உயரும். கேட்கத்தக்க ஒலியின் மிகத்தாழ்ந்த மீடறன் செக்கனுக்கு ஏறத்தாழ 20 அதிர்வுகளையும் மிக உயர்ந்த மீடறன் செக்கனுக்கு 18000 க்கும் 22000 க்குமிடை யேயும் இருக்கும். இது கேட்பவர்களைப் பொறுத்துள்ளது. முதலிடத்தின் மீடறன் அதிகரிக்கும் பொழுது அலைநீளம் குன்றும் (படம் 70 b) எனவே சுரம் சில் என ஒலிக்கும் பொழுது அதன் அலைநீளம் குறையும். மீடறன் குன்றும் பொழுது சுருதி குறையும் அலை நீளம் கூடும் சுருதி ஓர் உணர்வேயொழிய அதனை உண்டாக்கும் அதிர்வைக் குறிப்பதல்ல. இப்பதத்தை மீடறனுக்குச் சமானமாகப் பாவிப்பது தவறானதொன்றாகும். மேலும் சுருதி என்னும் உணர்வு ஒலிமுதலும் அவதானியும் இயங்கும் பொழுதும் அல்லது ஏதாவது இரண்டிலொன்று இயங்கும் பொழுதும் மாற்றமடையும். இத்தோற்றப்பாடு தொப்பிளரின் விளைவு எனப்படும். உதாரணமாக ஒலிமுதலும் அவதானியும் ஒன்றையொன்று அணுகும்பொழுது சுருதி அதிகரிப்பதையும் விலகும்பொழுது குன்று கிறதையும் அவதானிக்க முடியும்.

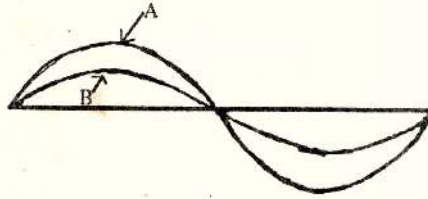
பண்பை ஆளும் காரணிகள்

ஏது மொரு இசை ஒலி சுரம் எனப்படும். ஆனால் ஒரு தனி மீடறனுடைய ஒலி தொனி எனப்படும். ஒரு சுரத்தில் பொதுவாக பல தொனிகள் உள். அதாவது

வித்தியாசமான மீடறண்களையுடைய அதிர்வுகள் இருக்கும். ஒரு சுரத்தின் மிக்க தாழ்வுள்ள மீடறணுடைய தொனி அடிப்படைத் தொனி எனப்படும். இதிலும் மிக உயர் மீடறண்களையுடைய தொனிகள் மேற்றொனிகள் எனப்படும். அடிப்படைத் தொனியும் மேற்றொனிகளும் ஒரே ஒலிமுதலில் தோற்றுவன. இவை ஒன்றாகச் சேரின் ஒரு தனி இசைச்சுரம் உண்டாகும். ஒரு மேற்றொனி அடிப்படைத் தொனியின் மீடறனினைது முழுவெண் பெருக்கத்தை யுடையதாயின் அது அனுசுரம் எனப்படும். இதன் பிரகாரம் அடிப்படைத்தொனி முதலாம் அனுசுரம் எனவும் முதலாம் மேற்றொனி இரண்டாம் அனுசுரமெனவும் இரண்டாம் மேற்றொனி மூன்றாம் அனுசுரமெனவும் அழைக்கப்படும். மேற்றொனிகளின் எண்ணிக்கையும் செறிவுகளும் ஒலியின் பண்பை நிர்ணயிக்கும்.

ஓர் இசைச் சுரத்தின் சிறப்பியல்புகளை விளக்கும் வரைபுகள்

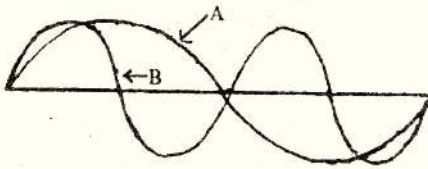
(a) உரப்பில் வித்தியாசம்



படம் 71

படம் 71 இல் காட்டப்பட்டுள்ள இரு வரைபுகளும் ஒரே மீடறனை அல்லது அலைநீளத்தைக் கொண்ட சைன் வளையிகளாகும். ஆனால் வீச்சங்கள் வித்தியாசமானவை. இவற்றால் குறிக்கப்படும் தொனிகள் செறிவில்மட்டும் வித்தியாசமுடையன. ஆகவே உரப்பிலும் வித்தியாச முடையன. ஆனால் மற்றச் சிறப்பியல்புகளில் வித்தியாச மற்றவையாகும்.

(b) சுருதியில் வித்தியாசம்

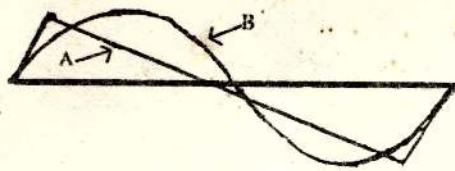


படம் 72

படம் 72 இல் காட்டப்பட்டுள்ள A, B என்னும் இருசைன் வளையிகள் ஒரே அலை வடிவையும் வீச்சத்தையும் உடையன. ஆனால் அவற்றின் மீடறணும் அலை நீளமும் வித்தியாசமானவை. குறுகிய அலை நீளமுள்ள வளையி அதாவது B உயர்ந்த மீடறணையுடையது. அதனால் அதன் சுருதி உயர்ந்தது.

(c) பண்பில் வித்தியாசம்

படம் 73 இல் காட்டப்பட்டுள்ள A, B என்னும் இரு வளையிகளினதும் வீச்சமும்



படம் 73

சைன் வளையி ஒரு சுத்தமான தொனியைக் குறிக்கின்றது. மற்றது ஒரு சைன் வளையியில்லாததால் மேற்றொனிகளைக் கொண்டுள்ளது.

இசை வரிசை

ஒரு சுரத்தின் சுருதியை இரு விதத்தில் விளக்கலாம். பௌதிக ரீதியில் மீடறன் தொடர்பாகவும் இசை ரீதியில் இசைவரிசையில் சுரத்தின் இடத்தைக் கொண்டும் விளக்கலாம். சார் மீடறன் களைக் கொண்ட ஓர் அளவுத்திட்டம் இசை வரிசை எனப்படும் இதனில் ஒரு சுரத்தின் மீடறன் அடிப்படைச் சுரம் (Key note) என அழைக்கப்படும். நியமச் சுரமொன்றின் மீடறன் தொடர்பாக விளக்கப்படும், எந்த அடிப்படைச் சுரத்திலும் இசைவரிசை யொன்றைத் தயாரிக்கலாம். ஆனால் ஒரு பௌதிகவல்லு நர் அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறன் செக்கனுக்கு 256 அதிர்வுகளாக விரும்புவார். இது ஏனெனில் 2 இன் அடுக்காக இருப்பதாலும் ($256 = 2^8$) கணிப்புக்குச் சலபமாக இருப்பதாலும் விரும்பத்தக் தாகிறது.

இசையிடை

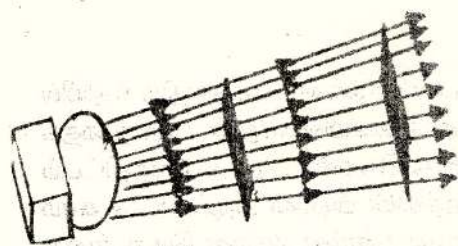
ஏதாவது இரு சுரங்களினது மீடறன்களின் விகிதம் அவ்விரு சுரங்களுக்கிடையேயுள்ள இடை ஆகும். ஒரே மீடறனுடைய இரு சுரங்கள் ஒத்திசையுடையனவாகும். 1 : 2 என்னும் விகிதத்தில் மீடறன்கள் அமைந்த இரு சுரங்களுக்கிடையேயுள்ள இடை அட்டம சுரம் எனப்படும். உதாரணமாக மீடறன் 200 ஐ உடையசுரம் மீடறன் 100 ஐ உடைய சுரத்திலும் உயர் அட்டமசுரத்தில் உளது எனப்படும். மீடறன் 50 ஐ யுடைய சுரம் மீடறன் 100 உடைய சுரத்திலும் கீழ் அட்டம சுரத்தில் உளது எனப்படும். இதேபோல் 2 : 3 என்னும் விகிதத்தில் மீடறன் களையுடைய சுரங்களுக்கிடையே யுள்ள இடை ஐந்தாவது எனப்படும்

மீடறன் விகிதம்	இடையின் பெயர்
1 : 2 ஃ	அட்டம சுரம்
2 : 3	ஐந்தாவது
3 : 4	நான்காவது

தெசிபல்கள் dB

ஓர் ஒலிபெருக்கியிலிருந்து வரும் ஒலி அலைகள் சத்தியை அதனிலிருந்து வெளிநோக்கிக் காவ்வதால் தூரம் கூடக்கூட ஒலிச்செறிவு குன்றிக் கொண்டு போகும். இது ஏனெனில் பெருக்கியிலிருந்து தூரத்தில் நிற்கும் கேட்போன் அண்மையில் நிற்கும் கேட்போனிலும் பார்க்க ஒரு செக்கனுக்குப் பெறும் ஒலிச்சத்தி குறைவாதலினாலாகும்.

ஒலிச் செறிவு



படம்-74

ஒலியின் திசைக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்படும் ஓரலகு பரப்பிற்கூடாக ஒரு செக்கனில் செல்லும் ஒலிச்சத்தி ஒலிச்செறிவு எனவரை யறு க்கப்படும். இதன் அலகு Wm^{-2} . ஆகவே ஒலிச்செறிவு ஒரு பரப்பலகிற்கூடாகச் செங்குத்தாகச் செல்லும் வலுவும் எனலாம் (P)

கேள் தகைமை நுழைவாய்

அதிகுறைந்த கேட்கத்தக்க ஓர் ஒலியின் ஒலிச் செறிவு கேள் தகைமை நுழைவாய் எனப்படும். இதன் பருமன் $10^{-12} Wm^{-2}$ (அதாவது ஒரு பிக்காமீற்றர் / m^2) ஆகும். இப்பெறுமானத்தை, ஒலிச்செறிவுமட்டத்தின் நியமமாகக் கொண்டு அது ஒலிச் செறிவின் பூச்சிய மட்டம் (I_0) ஆகக் கொள்ளப்படும் எனவே $I_0 = 10^{-12} Wm^{-2}$

நோ நுழைவாய்

'நோ' வை உண்டாக்கத்தக்க ஒலியின் செறிவு நோ நுழைவாய் எனப்படும். இதன் பருமன் $1W/m^2$ இற்கு மேலாக இருக்கும். ஆகவே ஒரு செவியின் உணர்வு வீச்சு 10^{-12} க்கும் $1W/m^2$ இற்கு மிடையே இருக்கும்.

இரு ஒலி முதல் களின் செறிவு மாற்றம் அவற்றின் செறிவுகளின் விகிதத்தில் தங்கியுள்ளது. அதனை I_2 என்க. செறிவு மாற்றத்தின் அலகு பெல் எனப்படும்.

இது B என்னும் குறியீட்டினால் காட்டப்படும்.

எனவே பெல்மாற்றத்தின் எண்ணிக்கை = மடக்கை $10 \left(\frac{I_2}{I_1} \right)$

என வரையறுக்கப்படும்.

பெல் ஒரு பெரிய அலகு ஆதலினால் அதன் பத்திலொரு மடங்காகிய தெசிபல் பொதுவாக உபயோகிக்கப்படுகின்றது: $1B = 10 \text{ dB}$.

$$\text{dB இன் எண்ணிக்கை} = 10 \text{ மடக்கை } 10 \left(\frac{I_2}{I_1} \right)$$

செறிவு மாற்றம் செறிவு மட்டம் (I) எனவும் கூறப்படும்

அதாவது செறிவு மட்டம் (IL) = மடக்கை $10 \frac{I}{I_0}$ எனவரையறுக்கப்படும்.

ஆகவே செறிவுமட்டத்தின் அலகும்பெல் (B) ஆகும்.

இங்கு $I =$ ஒலியின் செறிவு

$I_0 = 1$ பிக்கோவாற்று = 10^{-12} Wm^{-2} (I_0 அதிகுறைந்த கேள்தகைமை ஒலிச் செறிவு)

இதனை கணிதரீதியில் வருமாறு விளக்கலாம், (a) கேள் தகைமை ஒலிச்செறிவை I_0 எனவும் இன்னு மொரு ஒலியின் செறிவு I ஆனது I_0 இலும் பார்க்க 100 dB மேல்திமாகக் கொண்ட தாயின்

$$10 \text{ மடக்கை } 10 \left(\frac{I}{I_0} \right) = 100$$

$$\text{மடக்கை } 10 \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10$$

$$\frac{I}{I_0} = 10^{10}$$

$$I = 10^{10} \times I_0 = 10^{10} \times 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$$

$$\text{அதாவது } I = 10^{-2} \text{ Wm}^{-2}$$

(b) ஓர் ஒலி பெருக்கியிலிருந்து வெளி யேற்றப்படும் வலு 200 mW இலிருந்து 400 mW க்கு அதிகரிப்பின்

$$\begin{aligned} \text{செறிவுமட்டம் அல்லது db நயம்} &= 10 \text{ மடக்கை } 10 \left(\frac{400}{200} \right) \\ &= 10 \text{ மடக்கை } 10 \cdot 2 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ மடக்கை } 10 \cdot 2 = 0.30 \text{ ஆதலினால் செறிவுமட்டம்} = 10 \times 0.30 = 3 \text{ dB}$$

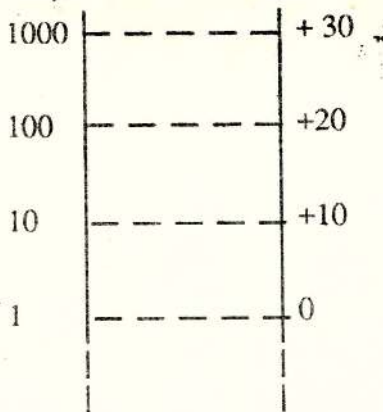
குறிப்பு

வலு விகிதம் 10 ஆயின் அது 10 dB மாற்றத்தைக் குறிக்கும்

" 100 " " 20dB "

என் பவற்றை அறிந்து கொள்ளவும்

இவற்றை கீழ் வரும் படம் 75 தெளிவாகப் புலப் படுத்தும்.
வலுவிகிதம் dB



தெசிபல் அளவுத்திட்டம்

படம் 75

மற்றும் கீழ் அட்டவணை வெவ்வேறு ஒலிகளின் செறிவுமட்டங்களைக் காட்டுகின்றது.

ஒலி	dB
கேள்தகைமை நுழைவாய்	0
காதோடுபேசுதல்	30
சாதாரணமாகப்பேசுதல்	60
சுறுசுறுப்பான தெரு	70
இரைச்சலான ஆலை	90
முன்வரும் தாரைவிமானம்	100
உரப்பான இடியொலி	110
நோ நுழைவாய்	120

உரப்பு

உரப்பு, செறிவைப் போலன்று, மனதில் தானாக எழுகின்றதன்மை யுடைய தனால் கேட்போனைப் பொறுத்ததாகும். இது போன் கள் என்னும் அலகில் அளக்கப்படும். ஓர் ஒலியின் உரப்பு மீடறனு டனும் செறிவுடனும் மாறுகின்றதனால் விஞ்ஞானிகள் 1000 Hz மீடறனையும் 10^{-12} Wm^{-2} செறிவையுமுடைய ஓர் ஒலிமுதலை நியமமாகக் கொண்டு மற்ற ஒலிகளின் அளவுகளை ஒப்பிட வழிவகுத்தனர். H என்னும் ஒப்பிடப்போகின்ற ஒலிமுதல் அளவுக்கு அண்மையில் வைக்கப் பட்டு பின்பு அந்நியம முதல் ஆனது உரப்புடன் ஒத்ததாக இருக்கும் வரை அதுமாற்றப்படும். அப்பொழுது

நியமமுதலின் செறிவுமட்டம் அளக் கப்பட்டு அது கேள் தகைமைப் பெறுமானம் 10^{-12} Wm^{-2} இலும் n தெசிபல் கள் கூடுதலாக இருப்பின், H இனது உரப்பு n போன்கள் எனப் படும். நோவை ஏற்படுத்தும் உணர்வின் பருமனின் உரப்பு 120 போன்களாகும்.

உதாரணங்கள்

(1) ஓர் ஒலிமுதலிலிருந்து 20 m தூரத்திலிருக்கும் புள்ளியில் செறிவானது 0.5 uW/cm^2 ஆகும். ஒலிமுதலிலிருந்து காலப்படும் ஒலிச்சத்தி வீதத்தைக்காண்க.

$$\text{ஒலிச் செறிவை} = I \text{ என்க}$$

$$\therefore \frac{I}{4\pi r^2 \text{ (m}^2\text{)}} = \frac{0.5 \times 10^4 \text{ W}}{10^6 \text{ m}^2}$$

$$\therefore \frac{I}{4 \times \frac{22}{7} \times 20 \times 20 \times \text{m}^2} = \frac{0.5 \times 10^4 \times \text{W}}{10^6 \text{ m}^2}$$

$$I = \frac{0.5 \times 10^4 \times 4 \times \frac{22}{7} \times 400 \text{ W}}{10^6}$$

$$= 25.1 \text{ W} = \underline{\underline{25 \text{ W}}}$$

(2) வரைவிலக்கணத்தின்படி 0 dB செறிவுமட்டம் 10^{-12} Wm^{-2} என்னும் செறிவைக்குறிக்கின்றது. ஓர் ஒலிமுதலிலிருந்து 10m தூரத்திலிருக்கும் ஒரு தெசிபல் மாணி 70dB வாசிப்பைக் காட்டுகின்றது. (a) மாணியில் ஒலியலைகளின் செறிவுஎன்ன? (b) ஒலிமுதலிலிருந்து 30m தூரத்தில் dB இல் தெசிபல் மாணியின் வாசிப்பு என்ன?

$$10 \text{ மடக்கை}_{10} \frac{I}{I_0} = 70$$

$$\text{மடக்கை}_{10} \frac{I}{I_0} = 7$$

$$\therefore \frac{I}{I_0} = 10^7$$

$$I = 10^7 \times I_0$$

மகரமுதுபி வெகககை $= 10^7 \times 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$ ($\therefore I = 10^{-5} \times 10^{-12} \text{ V m}^{-2}$)
 ன பிந்தடவுகதி I_1 கலிப்பது கககட்டுடக கக கப்பிடுகி ன கமுது
 மட்டக கலிவமுப கலி = $\frac{10^{-5} \text{ Wm}^{-2}}{9}$

(b) 10m தூரத்தில் $I = 10^{-5} \text{ Wm}^{-2}$

$$\therefore 30\text{m தூரத்தில் } I_1 = \frac{10^{-5} \text{ Wm}^{-2}}{9}$$

$$\text{இப்பொழுது 10மடக்கை } 10 \frac{10^{-5}}{\frac{9}{10^{-12}}} = x \text{ dB}$$

$$10 \left\{ \text{மடக்கை } 10 \frac{10^7}{9} \right\} = x$$

$$10 \left\{ \text{மடக்கை } 10 \frac{10^7}{9} - \text{மடக்கை } 10 \right\} = x$$

$$10 (7 - 0.95) = x$$

$$10 \times 6.05 = x$$

$$60.5 \text{ dB} = x$$

\therefore தெசுபல் மானியின் வாசிப்பு = 60.5 dB

வினாக்கள்

(1) ஒரு வாயுவில் ஒலியின் வேகம் $v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ இனால் தரப்பட்டுள்ளது.

இங்கு γ வாயுவின் தனிவெப்பக்கொள்ளவுகளின் விகிதமும் P அழுக்கமும் ρ அடர்த்தியமாகும். ஒரு குறிப்பிட்ட வாயுவக்கு குறித்த நிபந்தனைகளுக்கு $v=400\text{ms}^{-1}$ எனின் v இனது புதுப்பெறுமானத்தை (a) அழுக்கம் 4% ஆல் அதிகரிக்க கப்பும்பொழுது காண்க. விடைகள் பெற்ற விதத்தைவிளக்குக.
 விடை :- (a) 400 ms^{-1} (b) 408 ms^{-1})

(2) ஒலியின் கதி வாயுவில் எவ்வாறு (a) அதன் வெப்பநிலை அதிகரிப்பினால் (b) அதன் அழுக்கம் குறைவதனால் பாதிக்கப்படுகின்றது? 1000 MHz மீடறனையுடைய கடந்த ஒலி அலைகள் பரபினைக் கொண்ட செவ்வக தாங்கியொன்றில் ஒரு பிறப்பாக்கியால் உண்டாக்கப்படுகின்றது. இத் தாங்கி ஓர் உணர் கருவியை நோக்கு கின்றது அத்துடன் இது ஓர் ஒலிபெருக்கிக்கும் அலைவுகாட்டிக்கும் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. உணர் கருவி பிறப்பாக்கியிலிருந்து விலக்கும் பொழுது அலைவுகாட்டியில் கீறப்பட்டுள்ள புறஉரு வின் வீச்சம் ஆவர்த்தன ரீதியில் மாறக்காணப்பட்டுள்ளது. ஒரு தொடர் அடுத்தடுத்த அதிஉயர்வுகள் பிறப்பாக்கியிலிருந்து 2.99 mm 3.65 mm 4.33 mm 5.00mm , 5.66mm ஆகியவற்றில் நிகழ்வதைக் காணமுடிகின்றது. அலைவுகாட்டியிலுள்ள புறஉருவின் மாறலை விளக்குக. அத்துடன் பரபினில் ஒலியின் வேகத்தைக் காண்க. (விடை: 1.34 mm அலைநீளமுடைய நிலையான அலைவடிவம் உண்டானது, $1.34 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$)

(3) 550 Hz மீடறனுடைய ஓர் ஒலிமுதல் 20° C இல் வளியில் 600 mm அலைநீளமுள்ள அலைகளை வெளிவிடுகின்றது. இவ் வெப்ப நிலையில் வளியில் ஒலியின் வேகம் என்ன? வளியில் 0° C இல் இம்முதலிலிருந்து வரும் ஒலியின் அலைநீளம் என்ன வாகும்? (விடை : 330ms^{-1} , 579mm)

(4). வெப்பநிலை 290K இலும் அழுக்கம் $1.00 \times 10^5 \text{ Pa}$ இலும் வளியில் ஒலியின் கதி 341 ms^{-1} வெப்பநிலை 285K க்கு விழின் அழுக்கம் $1.02 \times 10^5 \text{ Pa}$ க்கு உயரின் ஒலியின் கதி அதிகரிக்குமா அல்லது குறையுமா? உமது கூற்றை நியாயப் படுத்துக.

(5) 15° C இல் ஒலியின் வேகம் 342 m/s ஆயின் அதன் வேகம் (a) 0° C இல் (b) 47° C இல் என்ன? 15° C இல் வெப்பநிலை மாறாதிருக்க, அழுக்கம் 0.76m இலிருந்து 0.75m இரசத்திற்கு மாறின் வேகம் என்ன? (விடை : (a) 333ms^{-1} (b) 360.4 ms^{-1} , (c) 342ms^{-1})

(6) ஒலியின் வேகம் அழுக்கம், வெப்பநிலை, ஈரப்பதன் ஆகியவற்றில் எவ்விதம் தங்கியுள்ளது? $g = 9.81 \text{ ms}^{-2}$ நி.வே.அ. இல் வளியின் அடர்த்தி 1.29 kg/m^3 , $c_1 = 1.02$ $c_v = 0.72 \text{ KJ kg}^{-1} \text{ k}^{-1}$ $p = 0.76 \text{ m}$ இரசம் ஆயின் 270 இல் ஒலியின் வேகம் என்ன? (விடை. 340m/s)

(7) வளியில் ஒலியின் வேகம் 20° C இல் 340ms^{-1} எனக் கொள்க. ஒரு மனிதனின் செவி 3000 Hz மீடறனில் மிக்க உணர்வுடைய தாக இருக்கின்றது அப்பொழுது 10^{-12} Wm^{-2} செறிவுடைய ஒலி அலை களை உணரத் தக்கதாக இருக்கின்றது.

(a) இச்செறிவில் 20mm^2 பரப்புடைய செவிப்பறையில் ஒவ்வொருசெக்கனும் படும் ஒலிச் சத்தியையும்

(b) 3K Hz இல் வளியில் ஒலி அலைகளின் அலை நீளத்தையும் கணிக்க. (விடை: $2 \times 10^{-17} \text{ Js}^{-1}$ (b) 113 mm)

(8) ஓர் ஒலியின் செறிவுமட்டம் (a) 3 dB ஆல் (b) 10dB ஆல் அதிகரிக்கப்பட்டு அண்ணளவாக எவ்வளவு தரங்கள் முதலினால் காலப்படும் வலு அதிகரித்திருக்கும்? (விடை: (a).2 (b) 10)

(9) ஒரு நேடியோ வாங்கியின் கனவளவைக் கட்டுப்படுத்தும் கருவி ஒலிபெருக்கியிலிருந்து வெளியேறும் வலுவை 500 mW இலிருந்து 100 mW குறைக்கும் வகையில் திருப்பப் படுகின்றது. அப்பொழுது dB இல் ஒலிச் செறிவு மட்டத்தின் வீழ்ச்சி என்னவாகும்? (மடக்கை $5=0.7$) (விடை: 7dB)

பல் தேர் வனாக்கள்

(1) வாயு வென்றில் ஒலியின் வேகம் மாறாவெப்பநிலையில்

- ஈரப்பதனில் மட்டும் தங்கியுள்ளது.
- அணு நிறைக்கு நேர்மாறு விகித சமம்
- அடர்த்திக்கு நேர்மாறு விகித சமம்
- அழுக்கத்துக்கு நேர்விகித சமம்
- அணு நிறையின் வர்க்கமூலத்துக்கு நேர்மாறு விகிதசமம்

(2) 0° C இலும் 0.76m இரச அழுக்கத் திலும் ஒலியின் கதி 300 ms^{-1} ஆகும். 27° C இலும் 0.8 m இரச அழுக்கத்திலும் அதன் கதி ms^{-1} இல்

$$(i) \frac{300 \times 273 \times 76}{300 \times 80} \quad (ii) 300 \times \sqrt{\frac{300}{273}} \quad (iii) 300 \times \sqrt{\frac{300 \times 76}{273 \times 80}}$$

$$(iv) 300 \times \sqrt{\frac{300 \times 80}{273 \times 76}} \quad (v) \frac{300 \times 300 \times 80}{273 \times 76}$$

(3) இசைச் சுரத்தின் சுருதி

- பண்பில் தங்கியுள்ளது
- பண்பிலும் மீடறனிலும் தங்கியுள்ளது
- மீடறனில் தங்கியுள்ளது ஆனால் மீடறன் அதிகரிக்க சுருதிதாமும்
- மீடறன் அதிகரிக்க உயரும்
- மீடறனிலும் விச்சத்திலும் தங்கியுள்ளது.

(4) 512Hz ஐ உடைய ஒரு சுரத்தின் கீழ் அட்டம சுரத்தின் மீடறன் Hz இல்
 (i) 1024 (ii) 256 (iii) 512 (iv) 128 (v) 384

(5). ஒரு மனிதனின் ஒலிகேட்கத்தக்க வீச்சு 30Hz - 16000Hz இடையிலுள்ளது வளியில் ஒலியின் வேகம் 325ms^{-1} ஆயின் அவன் கேட்கத்தக்க ஒலியின் மிகக்கூடிய அலை நீளம் மீற்றரில்

(i) $\frac{16000}{325}$ (ii) $\frac{325}{30}$ (iii) $\frac{325}{16000}$ (iv) $\frac{16000}{300}$ (v) 30×325

(6) கேள் தகைமை நுழைவாய் 10^{-12}Wm^{-2} ஆயின் ஓர் ஒலியின் மட்டம் $1\mu\text{W/m}^2$ கேள் தகைமை நுழைவாய்க்கு மேலதிகமாக

(i) 6 dB (ii) 11 dB (iii) 60 dB (iv) 110 dB (v) 120 dB ஆல் இருக்கும்

(7) ஒலியினது பண்பு, ஒலியின்

(i) மீடறனில் தங்கியிருக்கும் (ii) வீச்சத்தில் தங்கியிருக்கும்

(iii) அலைநீளத்தில் தங்கியிருக்கும் (iv) உரப்பில் தங்கியிருக்கும்

(v) மேற்றொனிகளின் பிரசன்னத்தில் தங்கியிருக்கும்

(8) முதல் ஒன்றிலிருந்தான ஒலிச்செறிவானது அதனது ஆரம்பச் செறிவினது 10^6 மடங்கினால் அதிகரிக்கப்படுகின்றது. செறிவு மட்டத்தில் ஏற்படும் db யிலான ஒத்த அதிகரிப்பு

(i) 5 (ii) 6 (iii) 50 (iv) 60 (v) 600

(9) ஓர் ஒலிபெருக்கி 5W வலுவைக் காலுகின்றது அதனிலிருந்து 2m தூரத்தில் ஒலியின் செறிவு 1Wm^{-2} ஆகும் ஒலிபெருக்கியின் வலு இரட்டிக்கப்படின் 4m தூரத்தில் ஒலிச் செறிவு Wm^{-2} இல்

(i) 0.5 (ii) 1 (iii) 2 (iv) 4 (v) 5

(10) இரு முனைகளும் திறந்த குழாயின் விளையுள்நீளம் 0.5 m. வளியில் ஒலியின் கதி 340ms^{-1} ஆயின் அடிப்படை மீடறனிலும் ஒரு அட்டம சுரம் மேலுள்ள சுரத்தின் மீடறன் Hz இல்

(i) 170 (ii) 340 (iii) 510 (iv) 680 (v) 1020

3.5

மின் காந்த அலைகள்

உயிருடைய அல்லது உயிரற்ற சடங்கள் யாவும் மூலக் கூறு களாலான வையாகும். ஒவ்வொன்றும் ஒன்று அல்லது ஒன்றுக்கு மேலான அணுக்களைக் கொண்டுள்ளன. அணுக்களானவை மையத்தில் கருக்களையும் அவற்றைச் சூழ்ந்திருக்கும் ஒழுக்குகளில் சிறு துணிக்கைகளையும் அதாவது இலத்திரன்களையும் கொண்டிருக்கின்றன. இலத்திரன்களும் கருக்களும் சிறு மின்னேற்றங்களை கொண்டவையாகும்.

மின் னேற்றப்பட்ட துணிக்கைகள் ஏதோ ஒரு விதத்தில் சத்திமாற்றம் அடையும் பொழுது மின்காந்த அலைகளைக் காலுகின்றன. உதாரணமாக இது, ஓர் இலத்திரனானது கருவைச் சுற்றியிருக்கும் ஒரு தாழ் ஒழுக்குக்கு தாவும் பொழுது, நிகழ்கின்றது, அத்துடன் இலத்திரன்கள் அல்லது கருக்கள் அதிரும் பொழுதும் இது நிகழ்கின்றது. அதனால் அவற்றின் இயக்கப்பாட்டுச் சத்தி தொடர்ந்து மாறியவண்ணம் இருக்கும். சத்திமாற்றம்மிக உயர்வாக அல்லது விரைவாக இருப்பின் உண்டாக்கப் படும் அலைகளின் மீடறன் உயர்வாகவும் அலைநீளம் குறைவாகவுமிருக்கும். உதாரணமாக 'x' கதிர்களை உண்டாக்கும் சத்திமாற்றங்கள் ரேடியோ அலைகளை உண்டாக்கும் சத்திமாற்றங்களிலும் பார்க்க மிசு பெரிதாகும்.

மின்காந்த அலைகளின் தன்மைகள்

ஒரு வெள்ளொளி ஓர் அரியத்தினால் அல்லது கோணலளியடைப்பினால் நிறங்களுக்குப் பிரிக்கப்படும். இவ்வாறு பிரிக்கப்பட்ட நிறங்கள் சிவப்பிலிருந்து நீலம் வரை இருக்கும் அத்துடன் இவற்றின் அலைநீளங்கள் அண்ணளவாக 700 nm இலிருந்து 400 nm வரை இருக்கும். $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$ ஆகும். இதனை படம் 75 விளக்கும்

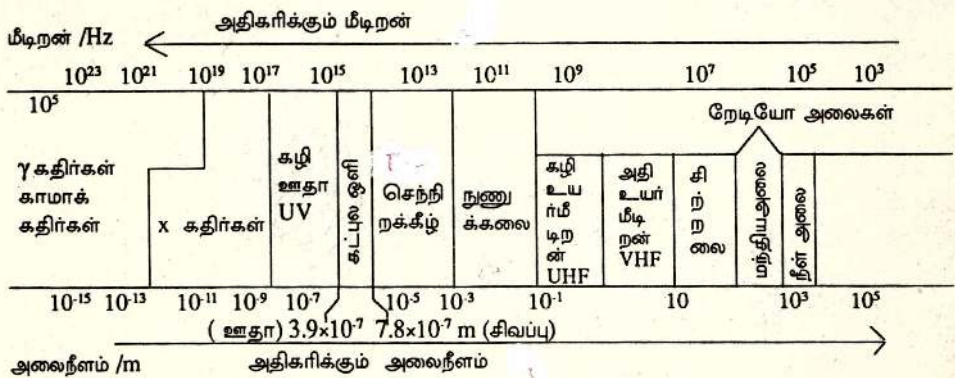
← கட்டபுலனாகு பகுதி →

செந்நிறக்கீழ்ப்பகுதி IR	சிவப்பு R	செம்மஞ்சள் O	மஞ்சள் Y	பச்சை G	நீலம் B	கருநீலம் I	ஊதா V	ஊதாக்கடந்தபகுதி UV
700nm		படம் 75				400 nm		

இக்கட்டபுலனாகு ஒளியின் அலை நீளங்களும் மீடறன்களும் கீழ்வரும் அட்டவணை காட்டும். ஆயினும் இவற்றின் கதிகள் ஒரேயளவின தாகும் அதாவது $3 \times 10^8 \text{ m/s}$

நிறம்	அலை நீளம் m இல்	மீட்டரன் Hz இல்
ஊதா	4.1×10^{-7}	7.3×10^{14}
கரு நீலம்	4.3×10^{-7}	7×10^{14}
நீலம்	4.7×10^{-7}	6.39×10^{14}
பச்சை	5.2×10^{-7}	5.76×10^{14}
மஞ்சள்	5.7×10^{-7}	5.25×10^{14}
செம்மஞ்சள்	6.2×10^{-7}	4.83×10^{14}
சிவப்பு	7.1×10^{-7}	4.23×10^{14}

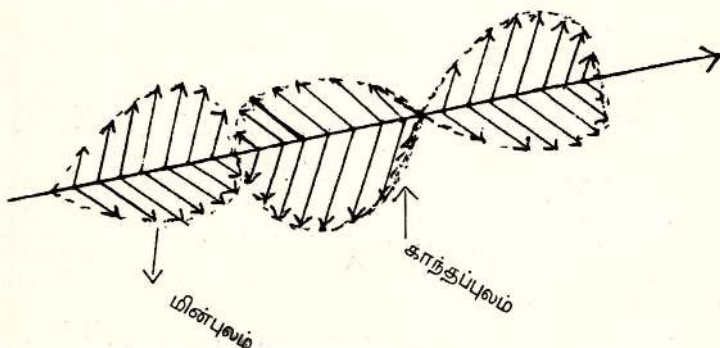
கட்புலனாகு ஒளி ஓர் அகன்ற மின்காந்தத் திருசியத்தில் வருகின்ற அலைக் கூட்டம் ஆகும். கீழ் வரும் படம் 76 ஒரு மின் காந்தத் திருசியத்தில் காணப்படும் அலைக்கூட்டங்களைக் காட்டுகின்றன.



படம் 76

கட்புலனாகு ஒளியின் இரு அந்தங்களுக்கப்பால் இருக்கும் ஒளியை கண்ணால் பார்க்க இயலாதிருக்கிறது. ஆயினும் திருசியத் திள்சிவப்புக்கப்பால் இருக்கும் பகுதியில் குமிழ் கறுப்பாக் கப்பட்ட ஒரு வெப்பமானி வைக்கப்படும் பொழுது வெப்பநிலை உயர்ச்சியைக் காணக் கூடியதாக இருக்கின்றது. குமிழ்கண்ணுக்குப் புலப்படாத செந்நிறக் கீழ்க் கதிர்வீசல்களை உறிஞ்சுகின்றதனால் இது ஏற்படுவதாகும். திருசியத்தின் நீலப் பகுதிக்கப்பால் ஊர் உறிஞ்சியொளி வீசுகின்ற ஒரு தாளை வைக்கப்படும்பொழுது ஊதாக்கடந்த கதிர் வீசல்கள் அதனில் விழுவதால் அது ஒளிர்வதை அவதானிக்கலாம். ஒளி, செந்நிறக்கீழ், ஊதாக்கடந்த கதிர்வீசல்கள் எல்லாம் மின்காந்தத் திருசியத்தின் பகுதிகளாகும். படம் 76 இல் காட்டப்பட்டுள்ள திருசியத்தில் 1 km அலைநீளமுள்ள ரேடியோ அலைகளையும். 10^{-15} m வரிசையிலுள்ள காமா (γ) க் கதிர்களையும் அடக்கக்காணப்படுகின்றது. மின்

காந்தக் கதிர் வீசல்களுக்கு வித்திட்டவர் கிளாக் மாக்ஸ்வெல் ஆகும். இவர் காந்தத்திற்கும் மின்னிற்கும் ஒரு தொடர்பை ஏற்படுத்தும் கொள்கை யொன்றை அமைத்தார். அதாவது பரடே யின் கண்டு பிடிப்பாகிய ஒரு கம்பியில் மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது காந்தப்புலம் தோற்றுவதையும் காந்தப்புலம் மாறும் பொழுது மின்னோட்டம் பாய்வதையும் அடித்தளமாகக் கொண்டு ஒரு மாறும் காந்தப்புலம் மாறும் மின்புலத்தை உண்டாக்கு மென்றும் அவ்வாறே மாறும் மின் புலம் மாறும் காந்தப் புலத்தை உண்டாக்கும் என்பவற்றையும் கருத்திற் கொண்டு ஒரு கம்பியில் மாறும் மின்னோட்டம் பாயும் பொழுது மின்காந்த அலைகள் கம்பியிலிருந்து கதிர் வீசப்படுவதைக் காட்டியுள்ளார். ஆகவே ஓர் ஊடகமின்றி மின், காந்தப் புலங்களின் கூட்டான மின் காந்த அலைகள் செல்லத் தக்கதாக இருக்கின்றதாகும். மின் காந்த அலையின் மின் புலமும். காந்தப்புலமும் அடுத்தடுத்து செங்குத்தாக அலை செல்லும் திசைக்கும் அத்துடன் அலை ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தாக இருக்கின்றதையும் படம் 77 மூலம் காட்டத்தக்கதாக இருக்கின்றது.



படம் 77

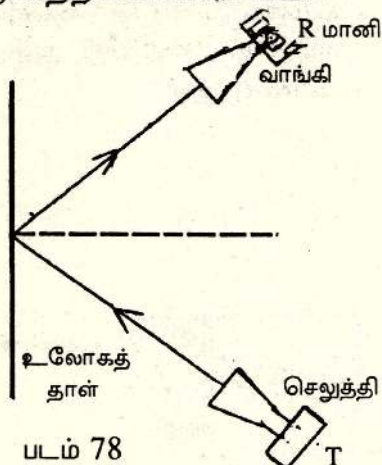
மின்காந்த அலைகளின் தகைமைகள்

எல்லா மின்காந்த அலைகளும் பின்வரும் பொது இயல்புகளை உடையன

1. ஓரிடத்திலிருந்து இன்னோரிடத்திற்கு இவை சத்தியைக் காவும் காவிகளாகும்
2. வெற்றிடத்திற் கூடாக அவை ஒளியின் கதி 3×10^8 m/s இல்நேர்கோட்டில் செல்லத் தக்கனவாகும். சூரியனிலிருந்து வரும் மி.கா. அலைகள் பூமிக்கும் சூரியனுக்கு மிடையிலுள்ள வெற்றிடத்திற்கூடாக வருகின்றன. ஆகவே மி. கா. அலைகள் பரவுவதற்கு ஊடகம் வேண்டிய தில்லை.

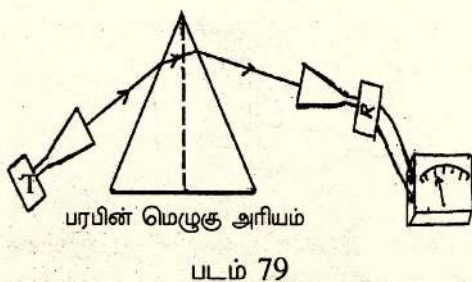
3. எல்லா மி. கா. அலைகளும் குறுக்கலைகளாகும். அத்துடன் மின், காந்த இயல்புடையன.
4. ஒரு புள்ளி முதலிலிருந்து காலப்படி அலைகள் நேர்மாறு வர்க்க விதிக்குக் கீழ்ப்படிகின்றன. அதாவது செறிவானது அலை செல்லும் திசைக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்படும் ஓரலகுப் பரப்பிற் கூடாக ஒரு செக்கனில் செல்லும் சத்தியாகும். ஒவ்வொரு செக்கனும் ஒரு சதுர மீற்றருக்கூடாக ஒரு யூல் சத்தி செல்லின் அலையின் செறிவு ஒரு சதுர மீற்றருக்கு ஒரு உவாற்று எனப்படும். $(I \propto \frac{1}{r^2})$
5. மி. கா. அலைகளின் கதி $v = n \times \lambda$ இனால் தரப்படும்
6. மி. கா. அலைகள் குறுக்கலைகளாதலினால் முனைவாக்கத்திற்கு இடம்கொடுக்கும்
7. மி. கா. அலைகள் தெறிப்பு, முறிவு, தலையீடு, முனைவாக்கம் கோணல் என்பவற்றிற்குக் கீழ்ப்படியும்

(a) தெறிப்பைக் காட்டல்



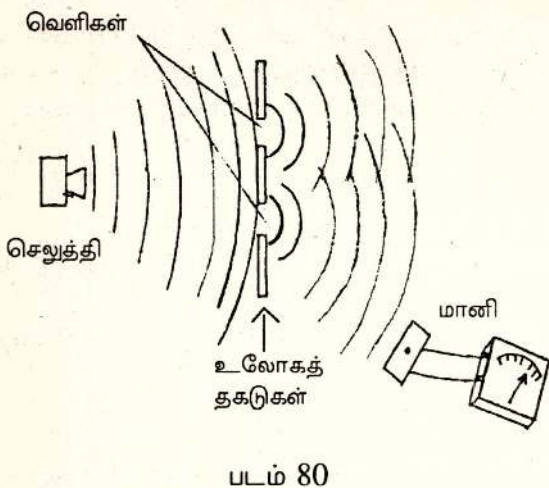
3 cm அலை நீளம் உள்ள நுணுக்கலை இப்பரி சோதனைக்குப் பாவிக்கப்படும். இவ்வலை T என்னும் செலுத்தி அல்லது அலை வழிகாட்டிக் கொம்புக் கூடாகக் காலப்படும். இக்காலப்படும் அலை சரிசெய்யப்பட்ட R என்னும் வாங்கி அல்லது அலைவழிகாட்டி மானிக்கூடாக வாங்கப்படும் (படம் 78). அப்பொழுது மானியின் காட்டி திரும்பும். இந்நிலையில் படுகற்றை ஆக்கும் படுகோணம் தெறிகற்றை ஆக்கும் தெறிகோணத்துக்குச் சமன்.

(b) முறிவைக்காட்டல்



படம் 79 முறிவைக்காட்டுகின்றது. T உம் R உம் முதற்பரி சோதனையில் உபயோகித்த உபகரணங்களாகும். முறிகற்றைவரும் திசையில் வரும் பொழுது மானியின் காட்டி திரும்பலைக் காட்டும். இது முறிவைக் காட்டுகின்றது.

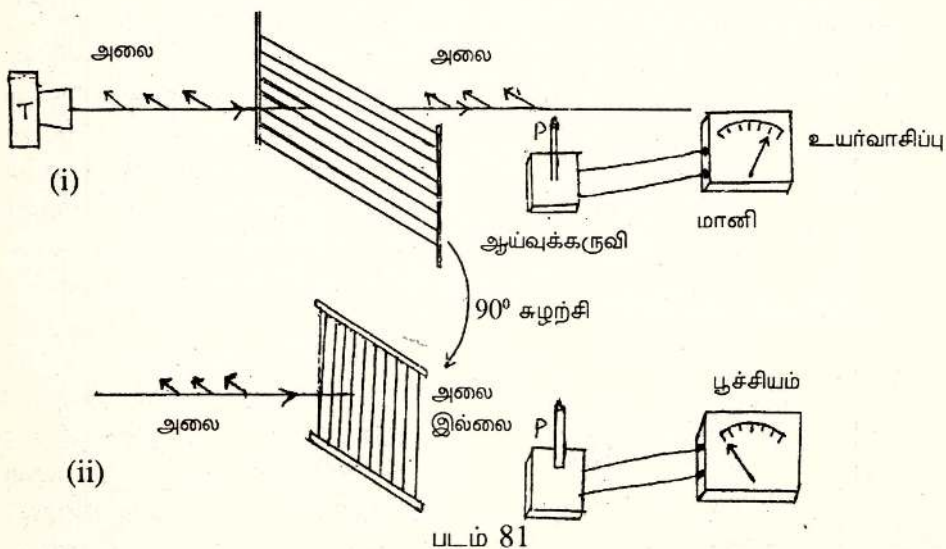
(c) தலையீடு



படம் 80 இல் காட்டிய வாறு 2 cm இடைவெளியுடைய இரு வெளிகளை உலோகத்தகட்டுகளுக்கிடையே ஆக்கவும். இதனால் ஒவ்வொரு வெளிக் கூடாக அலைகள் எல்லாத்திசையிலும் பரவும். இப்பொழுது உணர்வுகாட்டியைப் பாவித்து பலப்படுத்தும் இடங்களையும் நொதுமலாக்கு இடங்களையும் காணவும். ஒரு நொதுமலாக்கல் இடத்தைக் காண்க. பின்பு ஒரு வெளியை மூடவும். மானியில் அறிகுறி

மற்றவெளியிலிருந்து அலைகள் வருவதனால் காணப்படும்.

(d) முனைவாக்கம்



படம் 81 ஒரு மின் காந்த அலை முனைவாக்கத்தக்கு உள்ளாக்கப்படுவதை விளக்குகின்றது. இங்கு உலோகக்கோல்களைக் கொண்ட ஒரு சட்டப்படலை 3 cm அலை நீளமுடைய மி. கா. அலையை அல்லது நுணுக்கலையை செலுத்தும்

T என்னும் முதலுக்கும் P என்னும் ஆய்வுக்கருவிக்கும் இடையில் சுழற்றப்படுகின்றது. ஆய்வுக்கருவி ஒரு மாணிக்கு தொடுக்கப்பட்டுள்ளது. உலோகக் கோல்கள் கிடையாக இருக்கும் பொழுது மாணி உயர்ந்த வாசிப்பைக்காட்டுகின்றது (படம் 81 i). ஆகவே ஓர் அலை படலைக் கூடாகச் செல்கின்றதை வாசிப்புத்தெரி விக்கின்றது. அடுத்து கோல்கள் நிலைக்குத்து நிலைக்கு கொண்டு வரப்படுகின்றது. அப்பொழுது மாணியில் திரும்பல் பூச்சியமாகின்றது (படம் 81 ii). எனவே அலை சட்டப்படலைக்கூடாக செல்லவில்லை. இது ஒரு தளமுனைவாக்கத் தோற்றப்பாடாகும்.

ரேடியோ அலைகள்

மி. கா. அலைகளுள் மிகக்கூடிய அலைநீளத்தைக் கொண்டவை ரேடியோ அலைகளாகும். ஒரு மின்னலைக் கம்பியில் அல்லது ஓர் உணர் கொம்பில் இலத்திரன்களை அலையச் செய்வதன்பொருட்டு ரேடியோ அலைகளை உண்டாக்கலாம். இவை ஒலியையும் தகவல் படங்களையும் மிக்க தூரங்களக் கூடாக செலுத்த உபயோகிக்கப்படும். நீளமான அலைகளும் நடுத்தரமான அலைகளும் ஒரு மலையை சுற்றி கோணல் அடையும். செலுத்தும் மின்னலைக் கம்பியிலிருந்து வரும் நேரடிப் பாதையை மலை தடுத்தபொழுதும் ஒரு திறான்சித்தர் ரேடியோவினால் அறிகுறிகள் எடுக்கப்படும். நீளமானதும் நடுத்தரமானதுமான அலைகள் புவியின் மேல்வளிமண்டலத்தில் மின்னேற்றப்பட்ட துணிக்கைப்படைகளால் தெறிக்கப்படும். ஆகவே புவியின் மேற்பரப்பு வளைவுடைய தாயிருந்த போதிலும் மிக்கதூர தகவல் வாங்கு தல்கள் கைகூடத் தக்கதாக இருக்கின்றது. ரேடியோ அலைகள் ஒரு வளிவெளிக்கூடாக ஓர் உயர் உவோற்றளவு பாயும்பொழுது உண்டாக்கப்படும் என்பதை ஆட்டிசு காட்டினார். தற்காலத்தில் உயர் மீடறன் கொண்ட ஆடலோட்டம் மின்னலைக்கம்பிக்குப் பிரயோகிக்கும்பொழுது ரேடியோ அலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. ரேடியோ அலைகளுடைய மீடறன் ஆடலோட்டத்தின் மீடறனாகும்.

அதி உயர்மீடறன் அலை அல்லது சுழி உயர்மீடறன் அலை (VHF அலை UHF அலைகள்)

இவை மிகக் குறைந்த அலை நீளங்களைக் கொண்டன. அத்துடன் மேல் வளிமண்டலப்படைகளால் இவைமீது தெறிப்பு ஏற்படுத்த இயலா திருக்கின்றது. மேலும் மலைகளால் இவற்றில் நிகழும் கோணல் சிறிதாகும். சிறந்த வாங்குதலுக்கு செலுத்தும் மின்னலைக்கம்பிக்கும் TV வாங்கிக்கும் இடையே ஒரு நேரடிப் பாதை வேண்டற்பாலது நன்று. UHF இன் மீடறன் VHF இனதிலும் சிறிது உயர்வாகும்

நுணுக்கலைகள்

நுணுக்கலைகள் பிரத்தியேகமாகத் தயாரிக்கப்பட்ட இலத்திரன் வாயில்களைப் பிரயோகித்து உண்டாக்கப்படுகின்றது. உயர்வலு நுணுக்கலைத் தொகுதிகள் ஒவ்வொன்றிலும் மகினத்திரன் வாயில் உபயோகிக்கப்படுகின்றது. இது கிலோவாற்றுப் பருமன்களையுடைய வலுக்களைக் காலும். இரேடார் அலைகள் மகினத்திரன் வாயில்களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. தாழ்வலு நுணுக்கலைகள் கிளைசத்திரன் வாயில் களால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. இவை வெளிவிடும் வலு மில்லிவாற்றுகளில் இருக்கும். ஒருதாழ் வலு நுணுக்கலை அலைகளின் தகைமைகளை எடுத்துக்காட்ட பயன் படுகின்றது. நுணுக்கலை குறைந்தளவு சதமற்றார் அலைநீளத்தை யுடையது. இது நுணுக்கலைக் கனலடுப்புகளிலும் உபகோள் தொடர்பு சாதனங்களிலும் பாவிக்கப்படுகின்றது. எல்லா மி. கா. அலைகளைப்போல் நுணுக்கலைகள் உறிஞ்சப்படுவதால் வெப்ப விளைவை ஏற்படுத்தும். உணவு சிலகுறித்த மீடறன்களையுடைய நுணுக்கலைகளை பலமாக உறிஞ்சும். இத்தத்துவம் கனலடுப்புகளில் பாவிப்பதற்கு உபயோகப்படுகின்றது.

செந்நிறக் கீழ் அலைகள்

ஒரு மின்னடுப்பு தொழிற்படுத்தப்படும்பொழுது செந்நிறக்கீழ் கதிர்வீசல்களை எங்கள் தோல்களில் ஏற்படும் வெப்பு உணர்வினால் அறியத்தக்க தூக இருக்கின்றது. எல்லாப் பொருள்களும் செந்நிறக் கீழ் அலைகளை அவ்வவற்றின் மூலக்கூறுகளின் தொடர்ச்சியான இயக்கத்தினால் காலுகின்றன. மூலக்கூறுகளின். அதிர்வு, சுழற்சி, அத்துடன் இலத்திரன்கள் மூலக்கூறுகளின் மோதுகைகளினால் ஒழுக்குகளிலிருந்து பெயர்க்கப்படுவதாலும் செந்நிறக்கீழ் அலைகள் உண்டாகின்றன. பெரும் பாலான பொருள்கள் பரந்த வீச்சுடைய அலை நீளங்களைக்காலுகின்றன. ஒரு பொருளின் வெப்பநிலை உயரும்பொழுது அது அதிக கதிர்வீசல்களை வீசுகின்றது. மூலக் கூறுகளின் அதிர்வு விரைவாகும் பொழுது அலை நீளங்கள் குறையும். ஏறத்தாழ 700°C இல் குறுகிய அலைகளை கண்ணால் பார்க்கமுடியும் அப்பொழுது இவை ஒளி அலைகள் ஆகின்றன. செ.நி.கீழ் அலைகள் கட்புலனாகுத்திருசியத்தின் செந்நிற அந்தத்தின் பக்கத்தில் இருக்கும் அதனால் ஒரு பொருள் செந்நிறச் சூடாக இருக்கும் இன்னும் பொருளின் வெப்பநிலை உயர அது வெண் சூடாகும். இவ்வலையின் அலை நீளம் 1mm தொடக்கம் 750 nm வரையுள்ளது. செந்நிறக்கீழ் கதிர் வீசல் களை ஒரு கறுப்பாக்கப்பட்ட குமிழைக் கொண்ட வெப்பமானியால் இலகுவாகக் கண்டுபிடித்து விடலாம்.

ஊதாக்க கடந்த அல்லது கழி ஊதா அலைகள்

மிக்க உயர் வெப்பநிலைகளிலும் பொருள்கள் குறுகிய அலை நீளங்களைக் வெளிவிடுகின்றன. இவை கட்புலனுக்கு அப்பாற் பட்டவை. இவற்றை ஊதாக்க கடந்த அலைகள் எனப்படும். சூரியனிலிருந்து வரும் ஊதாக்க கடந்த கதிர்வீசல் தோலினால் விற்றமின் D ஐ உண்டாக்கப் பயன் படுகின்றது. அத்துடன் ஒரு வளை சூரிய மண்ணிற மாக்கும். ஆனால் மேலதிகமானால் தோல் வியாதி, விழித்திரையில் பாதிப்பு ஏற்படும் சில பதார்த்தங்கள் ஊதாக்கடந்த கதிர் வீசல்களை உறிஞ்சுகின்றன இச்சத்திபின்பு கட்புலனாகு ஒளியாக மாற்றப்படுகின்றது. அத்துடன் ஒளிரும் சூரிய ஒளியில் ஊதாக்கடந்த கதிர்வீசல்கள் இருப்பதால் உறிஞ்சியொளி வீசும் பூச்சுகள் அவ்வொளியில் ஒளிர்கின்றன. அதேகாரணம் பற்றி சலவைத் தூள்களிலிருக்கும் இரசாயனப்பொருட்களும் ஒளிர்கின்றன. பகல்நேரங்களில் ஆடைகளை வெள்ளையிலும் வெள்ளையாக்குகின்றது. ஊதாக்கடந்த அலைகள் ஐயனாக்கலை உண்டாக்கும் அத்துடன் நுண்ணுயிர்க் கிருமிகளை கொல்வதற்கும் பிரயோகிக்கப்படுகின்றது. இதனைக் கண்டு பிடிப்பதற்கு 200nm அலை நீளங்களை உணரத்தக்க படப்பிடிப்புப் படலங்களை உபயோகிக்கலாம். ஒளிக்கலம் போன்ற ஒளிமின் உணர்கருவிகளும் இதனைக் கண்டு பிடிப்பதற்குப் பாவிக்கப்படும். அத்துடன் இவற்றைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு ஒளியை வடிகளினால் வடித்து ஊதாக்கடந்த அலைகளை அனுப்புதல் வேண்டும்.

X - கதிர்களும் காமாக்கதிர்களும்

விரைவாக அசையும் இலத்திரன்கள் மிக்கவிரைவாக சத்தியை இழக்கும் பொழுது X கதிர்கள் வெளிவிடப் படுகின்றன. காமாக்கதிர்கள், கிளர்மின் வீசுகின்ற பதார்த்தங்கள் அவற்றின் அணுக்களிலுள்ள கருக்களினுள் பெரிய சத்திமாற்றம் நிகழ் கின்றபொழுது வெளிவிடப்படுகின்றன. காமாக்கதிர்களின் அலை நீளங்கள் பொதுவாக X கதிரின் அலை நீளங்களிலும் பார்க்கச் சிறியன ஆனால் இவை ஒரே அலை நீளங்களையும் செறிவுகளையும் உடையன வாக இருக்கும் பொழுது இவற்றிடையே வித்தியாசம் இருப்பதில்லை இவ்வற்றின் முதல் களின் தன்மையை அறியும்பொருட்டே இவற்றின் பெயர்கள் இடப்பட்டுள்ளன. இவை ஊரோஞ்சன் என்பவரால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது.

X கதிர்கள் எல்லா மி.கா. கதிர்வீசல்களைப்போல் நேர்கோட்டில் ஒளியின்கதிரில் செல்கின்றன. புகைப்படப்படலத்தை பாதிக்கும். அயனாக்கலை ஏற்படுத்தும் X கதிர்கள் மருத்துவத்துக்கு இன்றியமையாததாக இருக்கின்றது. மேலும் X கதிர்கள் மின் புலம் காந்தப் புலம் ஆகியவற்றாற் பாதிக்கப்படுவதில்லை ஆகவே இவை மின்னேற்றமற்றவையெனக் கொள்ளப்படும் அத்துடன் பளிங்குச் சாலகத்தினால் X கதிர்களை கோணல் அடையச் செய்யலாம்.

ஊதாக்கடந்த அல்லது கழி ஊதா அலைகள்

வகை	ஆலை நீளவிச்சு	உண்டாக்கல்	உணர்தல்	தகைமைகள்
ரேடியோ	70.1m	இலத்திரன்களின் மின்னலைக் கம்பிகளில் ஏற்படும் விரைவான ஆர்முடுகல் அமர் முடுக்கலால்	மின்னலைக்கம் பிகளின் வாங்கிகள்	உலோகங்களால் தெறிக்கப் படும்
நுணுக்கலைகள்	0.1 m இலிருந்து 1mm வரை	கிளைகத்திரன் வாயில் அல்லது மகினத்திரன் வாயில்	தொடுபுள்ளி இருமைவாயில்	1. உலோகங்களால் தெறிக்கப் படும் 2. அலோகங்களால் ஒரு பகுதி உறிஞ்சப்படும்
செந்நிறக்கீழ்	1mm இலிருந்து 700nm வரை	அணுக்களினதும் மூலக்கூறுகளினதும் அதிர்வுகளால்	1. வெப்பஅடுக்கு 2. வெப்பக் கதிர்மாணி 3. செங்கீழ் நிறவொளி படவியல்	1. துலக்கியவெள்ளிமேற்பரப்புக்கள் சிறந்த தெறிகருவிகள் 2. கரும்மேற்பரப்புக்கள் சிறந்த உறிஞ்சிகள்
ஒளி	700nm இலிருந்து 400 nm வரை	ஒரு சத்திமட்டத்திலிருந்து தாழ்சத்தி மட்டத்திற்கு தாவும்பொழுது அணுஇலத்திரன்கள் ஒளியைக் காலும்	1. கண் 2. ஒளிமின்கலங்கள் 3. ஒளிப்படப்படலம்	1. வெள்ளொளியில் நிறமேற்பரப்புகள் தத்தம் நிறங்களுையே தெறிக்கும் மற்ற நிறங்கள் உறிஞ்சப்படும்
ஊதாக்கடந்த	400 nm இலிருந்து 1nm வரை	உட்கோதிலுள்ள இலத்திரன்கள் ஒரு சத்திமட்டத்திலிருந்து தாழ்சத்திமட்டத்துக்கு தாவும்பொழுது	1. ஒளிமின்கலங்கள் 2. ஒளிப்படப்படலம்	கண்ணாடியால் உறிஞ்சப்படும்
X கதிர்கள்	<1nm	X ray குழாய்கள் அல்லது உட்கோது இலத்திரன்கள்	1. ஒளிப்படப்படலம் 2. கைகரெண்ணி 3. அயனாக்க அறை	1. உலோகங்களுக்கூடாக ஊடுருவும் 2. வாயுக்கள் அயனாக்கப்படும்
காமாக்கதிர்கள்		கருவின் கிளர்மின் தேய்வு		

வினாக்கள்

வெற்றிடத்தில் ஒளியின் கதி = $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ எனக்கொள்க

1 (a) ஒரு வரிப்படத்தின் உதவியுடன் மி.கா. அலைகளின் தகைமைகளை அவற்றை ஆக்கும் மின் - காந்தப்புலங்களின் சார்பாக விவரிக்க

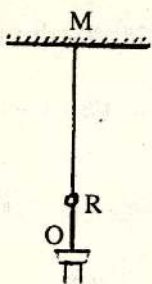
(b) வெற்றிடத்தில் ஒரு மி.கா. அலையின் செறிவு = $\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 c$ இதனில் c ஒளியின் கதியாகும், ϵ_0 மின் புலமாறிலி = $8.85 \times 10^{-12} \text{ Fm}^{-1}$ ஆகும் அத்துடன் E_0 அதன் மின் புலத்தின் உச்சிப்பெறு மாணமாகும் ஒரு குறித்த ரேடியோ

வாங்கி ரேடியோ அலைகளின் மின் புலச் செறிவு 1mVm^{-1} ஆக இருப்பின் ரேடியோ அலைகளை உணரத்தக்கதாகும். எனவே வாங்கியினால் உணரத்தக்க ரேடியோ அலைகளின் அதிதாழ் செறிவைக் கணிக்க [விடை: 1.33 nWm^{-2}]

2. (a) வளியில் ரேடியோ அலைகளின் அலைநீளம் 1500m ஆகும் ரேடியோ அலைகளின் மீடறனைக் கணிக்க [விடை: 200 KHz]

3. ரேடியோ அலைகளுக்கும் ஊதாக் கடந்த கதிர் வீச்சுகளுக்கும் இடையே யுள்ள இரு ஒத்த இயல்புகளையும் இரு வித்தியாசங்களையும் கூறுக.

4



படம் 82

O என்னும் ஒரு சிறு மி. கா. அலை முதலானது M என்னும் தள உலோக தெறிகருவியிலிருந்து ஒரு தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. தெறிகரு விக்குச் செங்குத்தாக இருக்கும் OM என்னும் நேர் கோட்டுக்கு இடையே அத்துடன் கோட்டின் வழியேயும் நகர்த்தப்படும் R என்னும் வாங்கி அதனில் தொடுக்கப்பட்டுள்ள மானியின் அடுத்தடுத்து வரும் உயர் தாழ் வாசிப்புக்களை உணர்கின்றது.

(a) இவ்வாசிப்புகள் ஏன் பெறப்படுகின்றன என்பதை விளக்குக

(b) அடுத்தடுத்த தாழ்வுகளுக்கிடையே யுள்ள சராசரித்தூரம் 1.5cm ஆகவும் மி.கா. அலையின் கதி வளியில் $3.0 \times 10^8\text{ ms}^{-1}$ ஆகவுமிருப்பின் O என்னும் முதலின் மீடறனைக் கணிக்க [விடை: 10^{10} Hz]

பல்தேர் வினாக்கள்

1 மின்காந்த அலைகளைப் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக் களைக் கருதுக

A- ஆர்முடுகல் அடையும் மின்னேற்றங்களினாலேயே மின்காந்த அலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன

B- மின்காந்த அலைகள் சத்தியைப்பெற்றிருப்பதுடன் அவற்றால் சத்தியை இடமாற்றவும் முடியும்

C- மின் காந்த அலைகள் எப்போதும் ஒரே வேகத்தைக் கொண்டிருக்கும். மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

(i) A மாத்திரம் உண்மை

(ii) A, B ஆகியன மாத்திரமே உண்மையானவை

(iii) A, C ஆகியன மாத்திரம் உண்மையானவை

(iv) B, C ஆகியன மாத்திரம் உண்மையானவை

(v) A, B, C ஆகிய எல்லாம் உண்மையானவை

2 X- கதிர்களைப்பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களில் எது உண்மையற்றது

- வெற்றிடத்தில் X- கதிர்கள் ஒளியின் கதியுடன் செலுத்தப்படும்
- பளிங்குச் சாலகத்தினால் X- கதிர்களை கோணலடையச் செய்யமுடியும்
- X- கதிர்களால் ஒளியின் மின்விளைவை உண்டாக்கமுடியும்
- மின்புலங்களினாலோ அல்லது காந்தப்புலங்களினாலோ X- கதிர்களை திரும்பலடையச் செய்யமுடியும்
- X- கதிர்களால் வாயுவொன்றை அயனாக்க முடியும்

3 ஒலிஅலைகளையும் நேடியோ அலைகளையும் பின்வரும் கூற்றுக்களில் எது உண்மையானது?

- இவை ஒவ்வொரு அலையும்
- நெட்டங்காகவோ, குறுக்காகவோ அலைய முடியும்
 - தெறிப்படையச் செய்யவோ, முறிவடையச் செய்யவோ கூடியது
 - மனிதக் காதினால் கேட்கப்படக் கூடியது
 - சில திரவியங்களில் வளியிலுள்ளதை விட விரைவாக நகரக்கூடியது
 - மின் காந்த இயல்புடையது

4 பின்வரும் மின்காந்த அலைக்கூட்டங்களில் எந்தவொன்று குறையும் மீடறன் வரிசையிலுள்ளது?

- காமாக்கதிர்கள், கழியூதாக்கதிர்கள், நேடியோ அலைகள்
- காமாக்கதிர்கள், கட்புலவொளி, கழியூதாக்கதிர்கள்
- நுணுக்கலைகள், கட்புலவொளி, செங்கீழ்க்கதிர்ப்பு
- நுணுக்கலைகள், கழியூதாக்கதிர்கள், X- கதிர்கள்
- நேடியோ அலைகள், கட்புலவொளி, செங்கீழ்க் கதிர்கள்

5 காமாக்கதிர்கள், தொலைக்காட்சி அலைகள், X- கதிர்கள், வானொலி அலைகள் ஆகியவற்றின் மீடறன்கள் முறையே n_G, n_r, n_x, n_R எனின் அவற்றின் பெறுமானங்கள் ஏறுவரிசையில் ஒழுங்கு படுத்தப்படும் போது கிடைப்பது

- n_r, n_R, n_x, n_G
- n_R, n_r, n_G, n_x
- n_x, n_r, n_R, n_G
- n_R, n_r, n_x, n_G
- n_G, n_R, n_x, n_r

6 பின்வரும் மின்காந்த அலைகளினது மீடறன்களின் இறங்கு வரிசையாது?
(A) கட்புலஒளி (B) அதிஉயர் மீடறன் (VHF) (C) கழிஉயர் மீடறன் (UHF)
தொலைக்காட்சி அலைகள் (D) மீடறன் மட்டிசைத்த (FM) நேடியோ அலைகள்

- A, C, B, D
- A, B, C, D
- D, C, B, A
- D, B, C, A
- C, B, A, D

7 மின் காந்த அலைகளைப் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களைக்கருதுக
(A) எந்த ஊடகத்திலும் இவை எல்லாம் ஒரே கதியைக் கொண்டவை

(B) இவை குறுக்கலைகளாகும்

(C) இவற்றின் செலுத்துகைக்கு திரவிய ஊடகம் அவசியமற்றது மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

(i) B மாத்திரமே உண்மையானது (ii) B,C ஆகியவை மாத்திரமே உண்மையானவை (iii) A,C ஆகியவையே உண்மையானவை (iv) A,B ஆகியவையே உண்மையானவை (v) A,B,C, ஆகிய எல்லாமே உண்மையானவை

8 பின் வரும் கூற்றுக்களில் எந்த ஒன்று, மின்காந்த அலைகளுக்கு உண்மையாகும், ஆனால் வேறு எந்தக் குறுக்கலைகளுக்கு உண்மையாகாது?

- (i) சத்திக்காப்புத் தத்துவத்துக்குக் கீழ்ப்படியும்
 (ii) மீப்பொருத்தல் தத்துவத்துக்கு இவை கீழ்ப்படியும்
 (iii) முடிவுள்ள கதி ஒன்றுடன் இவை நகரும்
 (iv) வெற்றிடத்தில் இவை நகரும்
 (v) இவற்றைத் தெறிப்படையச் செய்யலாம்

அலகு 3

3.1 பஸ்தேர் வினாக்களின் விடைகள்

- | | | | | | |
|--------|--------|-------|---------|---------|---------|
| (1) iv | (2) ii | (3) v | (4) iii | (5) i | (6) iv |
| (7) i | (8) i | (9) v | (10) ii | (11) iv | (12) iv |

3.2

- | | | | | | |
|---------|---------|---------|---------|--------|---------|
| (1) iii | (2) iii | (3) ii | (4) v | (5) i | (6) iii |
| (7) iii | (8) iii | (9) i | (10) iv | (11) i | (12) ii |
| (13) v | (14) i | (15) iv | (16) v | | |

3.3

- | | | | | | |
|---------|--------|---------|----------|--------|---------|
| (1) iv | (2) i | (3) ii | (4) iv | (5) iv | (6) ii |
| (7) i | (8) v | (9) ii | (10) iii | (11) i | (12) v |
| (13) ii | (14) i | (15) ii | (16) i | (17) v | (18) ii |

3.4

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| (1) v | (2) ii | (3) iv | (4) ii | (5) ii | (6) iii |
| (7) iv | (8) iv | (9) i | (10) iv | | |

3.5

- | | | | | | |
|--------|--------|--------|-------|--------|-------|
| (1) ii | (2) iv | (3) ii | (4) i | (5) iv | (6) i |
| (7) ii | (8) iv | | | | |

அலகு 3.6 ஒளியியல்

ஒளியும் நேர்கோட்டுச் செல்லுகையும்

ஒளி

ஒளி என்பது பார்வை என்னும் உணர்ச்சியை உண்டாக்கும் ஒரு புறம்பான பௌதிக ஏதுவாகும். ஒரு பொருளிலிருந்து வெளிவரும் ஒளி கண்ணை அடைந்ததும் உட்பக்கத்திலிருக்கும் விழித்திரையில்விழும். அங்கு நரம்பு முடிவிடங்கள் ஏராளமாகக் காணப்படுவதால், அவை இவ்வொளியால் அருட்டப்படும். அப்பொழுது ஏற்படும் நரம்புக் கணத்தாக்கங்கள் மூளையால் பார்வையாக விளக்கப்படும். ஒரு பொருளிலிருந்து வரும் ஒளி கண்ணை அடைந்தாலொழிய அப்பொருள் கண்ணுக்குப் புலப்படமாட்டாது. எனினும் ஒளி சக்தியின் (வீசு கதிர்ச்சக்தி) ரூபமாக இருப்பதால் அது கண்ணுக்குப் புலப்படாததொன்றாகும்.

ஒளியின் தன்மை

ஒளி சில தோற்றப்பாடுகளில் அலைகள் போன்றும் வேறு சிலவற்றில் துணிக்கைகள் போன்றும் செயற்படுகின்றது. இது ஒளியின் இரு தன்மைப்பாட்டைக் காட்டுகின்றது. இவ்வலைகள் நேடியோ அலைகளைப் போன்றன. ஆனால் நீளத்தைப் பொறுத்தளவில் மிகக்குறுகியன உதாரணமாக, குறுகிய நேடியோ அலைகள் சுமார் 20 மீற்றர் தொடக்கம் 30 மீற்றர் வரையும், ஒளி அலைகள் 4×10^{-5} சமீ. தொடக்கம் 7×10^{-5} சமீ. வரையும் நீளமுடையன இவை குறுக்கு மின்காந்த அலைகள் எனப்படும். வெற்றிடத்தில் இவற்றின் வேகம் செக்னுக்கு 3×10^8 மீற்றர்களாகும். திரவிய ஊடகங்களில் இதனிலும் குறையவும் இருக்கும். ஒளியின் அலைநீளம் குறுக, அதன் செயற்பாடு கூடுதலாகத் துணிக்கைத் தன்மையாக இருக்கும். பேசும் படக்காட்சிகளில் உபயோகிக்கப்படும் ஒளிமின்கலம் ஒளியின் இச் செயற்பாட்டுக்கு ஒர் உதாரணமாகும்.

ஒளியானது கற்பிக்கப்படும் பொழுது, அது பரந்த வெளியில் ஊடுருவிச் செல்லும் ஈதர் என்னும் ஊடகத்தினூடு செல்லும் குறுக்கலை எனச் சொல்லப்படும். ஆனால் ஈதர் உண்டோ, இல்லையோ ஒருவருக்கும் தெரியாத தொன்றாகும் எனினும் இதன் உதவிகொண்டு பெரும்பாலான ஒளியின் தன்மைகளை விளக்கலாம். ஒளியானது மின் காந்த அலைகளினது கூட்டத்தின் கட்புலனாகு பகுதியெனவும், அதன் பொருட்டு தலையீடு, கோணல் என்னும் தகைமைகளையுடையன எனவும் முன் அத்தியாயத்தில் விளக்கப்பட்டுள்ளது.

சில வரைவிலக்கணங்கள்

ஒளிர் பொருள் : ஒளியை வெளியே காலும் பொருள் தற்றொளிர்ப் பொருள் எனப்படும்.

உதாரணம் :- சூரியன், விளக்கொளி, மெழுகுதிரிச் சுவாலை.

ஆயினும் பெரும்பாலான பொருள்கள் ஒளிராப் பொருள்கள் ஆகும். அவை தற்றொளிர்ப் பொருள்களிலிருந்து வரும் ஒளியைப்பெறுவதன் மூலம் கண்ணுக்குப் புலப்படுகின்றன.

பொருளொன்றினூடு ஒளி செல்லுமாயின் அது ஓர் ஒளியியல் ஊடகம் எனப்படும். ஊடகத்தின் ஒவ்வொரு புள்ளியினதும் இயல்புகள், ஒரே மாதிரியிருப்பின் அது ஒளிமான ஊடகம் எனவும் மாறின் அது பல்லினமான ஊடகம் எனவும் பெயர் பெறும்.

ஒளியைத் தன்னூடு செல்லவிடத் தக்கதும் வேறு பொருள்களை அதற்கூடாகப் பார்க்கத் தக்கதாகவும் இருப்பின், அவ்வூடகம் ஒளிபுகவிடும் ஊடகம் எனப்படும்.

ஒளியைத் தன்னூடு செல்லவிடாத ஊடகம் ஒளிபுகவிடாத ஊடகம் எனப்படும். உதாரணம்: சந்திரன், கல் முதலியன.

ஒளிகசி பொருள்:

ஒளியை ஓரளவிற்குத் தன்னூடு செல்லவிடத் தக்கதும், வேறு பொருள்களை அதற்கூடாகப் பார்க்க இயலாததாகவும் இருப்பின், அப்பொருள் ஒளிகசி பொருள் எனப்படும்.

உதாரணம்:- தேய்த்தகண்ணாடி, எண்ணெய்த்தாள்.

ஓர் ஊடகத்தினூடு ஒளி செல்லும்பாதை கதிர் எனப்படும் இது ஒளிமான ஊடகத்தில் நேர்கோட்டில் செல்லும், அதன்திசையை அக் கோட்டில் குறிக்கப்படும் அம்புக்குறி காட்டும். கதிர்களின் ஒரு கூட்டம் கற்றை எனப்படும். சமாந்தரக் கதிர்களைக்கொண்ட ஒரு கூட்டம் சமாந்தரக் கற்றை என்றும், ஒரு புள்ளியில் ஒருங்குகின்ற கதிர்களைக் கொண்ட கூட்டம் ஒருங்கு கற்றை என்றும் ஒரு புள்ளியிலிருந்து விரியும் கதிர்களைக் கொண்ட ஒரு கூட்டம் விரியும் கற்றை என்றும் சொல்லப்படும்.

ஒளியின் வேகம் செக்கனுக்கு 3×10^8 மீற்றர் ஆகும். ஒளிராப் பொருளில் ஒளி விழும் பொழுது விழும் ஒளியின் ஒரு பகுதி எல்லாத் திசைகளிலும் சிதறும். இச் சிதறும் ஒளி கண்ணில் படும் பொழுது அப்பொருள் கண்ணுக்குப் புலப்படும்.

ஒளியியலின் பிரிவுகள்:

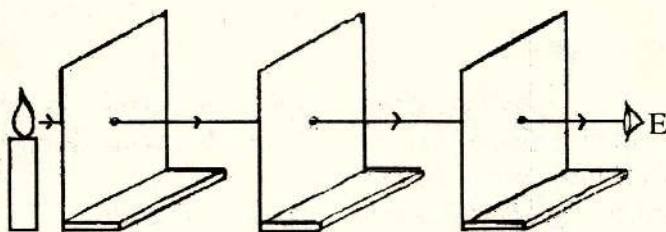
ஒளியியல் (1) கேத்திரகணித ஒளியியல் (2) பௌதிக ஒளியியல் என இரு பெரும் பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

கதிர்கள், கற்றைகள் என்பவற்றினது அடிப்படையின் கீழ் கேத்திரகணித முறையால் ஒளி கற்றல் கேத்திரகணித ஒளியியல் என்றும்: தலையீடு, முனைவாக்கம், கோணல், ஒளியின் தன்மை என்பவற்றைக்கொண்ட பகுதி பௌதிக ஒளியியல் என்றும் பெயர்பெறும்.

கேத்திரகணித ஒளியியல் மூன்று பொது விதிகளை ஆதாரமாகக் கொண்டுள்ளது. அவையாவன (i) ஒளி நேர்கோட்டில் செல்லும் விதி (ii) தெறிப்புவிதி. (iii) முறிவுவிதி. இவ்வத்தியாயத்தில் ஒளியின் நேர்கோட்டுச் செல்லுகை கருத்திற் கொள்ளப்படும்.

ஒளியின் நேர்கோட்டுச் செல்லுகை :-

ஒளிமுதலுக்கும் கண்ணுக்குமிடையே ஒரு சிறு தடுப்பு வைக்கப்படின அவ்வொளி முதல் கண்ணுக்குப் புலப்படுவதில்லை. இது ஒளி நேர்கோட்டில் செல்கின்ற தென்பதைக் காட்டுகின்றது இவ்வண்ணமையை வருமாறு பரிசோதிக்கலாம்.



படம் 94

நடுவில் சிறு துவாரங்கள் துளைக்கப்பட்ட மூன்று அட்டைகளை எடுக்குக. பின்பு இவ்வட்டைகளைத் துவாரங்கள் மூன்றும் ஒரு நேர் கோட்டில் இருக்குமாறு சரிசெய்க (படம்:94). ஒரு நேரிய மெல்லிய கம்பியை மூன்று துவாரங்களுக் கூடாகவும் புகுத்தி நேர்கோட்டில் இருக்கும் வண்ணம் சரி செய்தபின் அகற்றிவிடுக. ஒரு மெழுகுதிரிச் சுவாலையை முதல் அட்டையின் முன்னால் வைக்க. கடைசி அட்டையின் துவாரத்துக்குப் பின்னால் ஓர் அவதானியின் கண் இருப்பின் அவதானிக்குச் சுவாலையின் ஒரு புள்ளி தெரியுமாகும். ஓர் அட்டை இப்பொழுது சற்று பெயர்க்கப்படின சுவாலையின் அப்புள்ளி தெரிவதில்லை. இங்கு சுவாலைக்கும் கண்ணுக்கும் இடையிலுள்ள

ஊடகம் வளி ஆகும். ஆகவே இப் பரிசோதனை ஓர் ஒளிமான ஊடகத்தில் ஒளி நேர்கோட்டில் செல்கின்றதென்பதைக் காட்டுகின்றது.

குறிப்பு - ஒளி நேர்கோட்டில் செல்வது அண்ணளவான தென்றும், மூலைகளில் வளைகிறதென்றும் அறியப்பட்டுள்ளது.

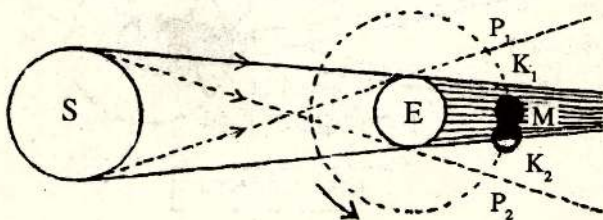
மேலும் போவின் இழிவு நேரத் தத்துவத்தின்படி. ஒரு புள்ளியிலிருந்து இன்னொரு புள்ளிக்கு மிக்க குறைந்த நேரத்தில் எப்பொழுதும் ஒளி செல்லத்தக்கதாக அப் புள்ளிகளுக்கிடையே ஒளிக்கதிரின் பாதை அமையுமென அறியப்படுகிறது இதிலிருந்து முக்கியமான விளைவொன்றான கதிர்களின் நேர்மாறாகக் கல் வெளிப்படையாகிறது. அதாவது கதிர்களின் பாதை நேர்மாறாகக் கப்படி அமை தாம் வந்த ஆரம்பப் பாதையிலேயே திரும்பியும் செல்வன வாகும்.

ஒளியின் நேர்கோட்டுச் செல்லுகையை ஊசித்துளைக் கமராப்பரிசோ தனை, நிழல்கள் உண்டாதல், கிரகணங்கள் உண்டாதல் மேலும் உறுதிப்ப டுத்துகின்றன.

கிரகணங்கள்

வான் பொருளொன்றின் நிழல் இன்னொரு வான் பொருளின் மீது விழும்பொழுது கிரகணம் உண்டாகின்றது.

சந்திர கிரகணம்

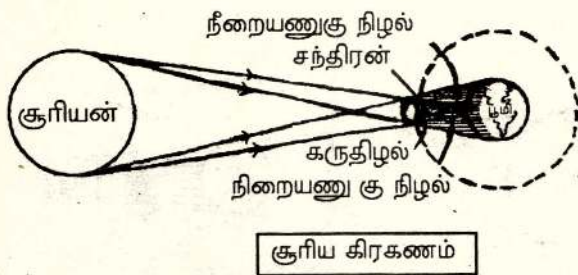


படம் 95

சூரியனால் ஏற்படும் பூமியின் நிழலானது, நிறைவணுகுநிழலால் சூழப்பட்ட ஒரு கருநிழல் கூம்பைக் கொண்டுள்ளது. படம் 95 ஆனது சூரியன் S, பூமி E சந்திரன் M ஆகியவற்றையும் பூமியால் விளைந்துள்ள கருநிழல் கூம்பையும் காட்டுகின்றது. P_1 , P_2 என்பவை சந்திரனின் ஒழுக்கில் நிறைவணுகு நிழல் பிரதேசத்தின் எல்லைப் புள்ளிகளாகும். K_1 , K_2 என்பவை அதே ஒழுக்கில் கருநிழல் கூம்பின் எல்லைப்புள்ளிதளாகும். பூமியைச் சுற்றிவரும் சந்திரன் கருநிழல் கூம்புக்குள் புகும்பொழுது கிரகணம் உண்டாகின்றது. சந்திரன் கருநிழல் கூம்புக்குள் அதாவது K_1 , K_2 க்குள் இருக்கும் பொழுது உண்டாகும்

கிரகணம் முழுக்கிரகணம் ஆகும். சந்திரனின் ஒரு பகுதி கருநிழலுக்குள்ளும் மீதிப் பகுதி அதற்கு வெளியிலும் இருக்கும்பொழுது பகுதிக் கிரகணம் உண்டாகும். சந்திரன் P, இலிருந்து K₁ க்குச் செல்லும் பொழுது சூரியனிலிருந்து அதுபெறும் ஒளி படிப்படியாகக் குறையும். ஆகவே கிரகணம் நிகழ்வதற்கு முன்னதாகச் சந்திரனின் தூலக்கம் மங்கும். சந்திரகிரகணம் எப்பொழுதும் பெளர்ணமிகளில் நிகழும். அவ்வேளைகளில் பூமியானது சூரியனுக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையில் இருக்கும். ஆயினும் ஒவ்வொரு பெளர்ணமியிலும் இது நிகழ்வதில்லை. ஏனெனில் சந்திரனின் ஒழுக்கு சூரியனைச் சுற்றி பூமியின் ஒழுக்குக்கு சுமார் 5° சாய்வில் இருப்பதால், சந்திரனின் பாதை முற்றாக பூமியின் நிழற் கூம்புக்கு வெளியில் இருக்க நேரிடும். பூமியினது ஒழுக்கின் தளத்தை சந்திரனின் பாதை இரு புள்ளிகளில் வெட்டும். அப்புள்ளிகள் கணுக்கள் எனப்படும், கணுக்களை இணைக்கும் கோடு வெகு மெதுவாகச் சுழலும். கணுக்களும், சூரியனும், பூமியும் ஒரே நேர் கோட்டில் இருக்கும்பொழுது சந்திரன், கணு வில் அல்லது அதற்கு அருகில் வரின் கிரகணம் உண்டாகும். கருநிழல் கூம்பின் உச்சி சந்திரனின் ஒழுக்குக்கப்பால் இருப்பதால் இங்கு ஒரு பொழுதும் கங்கண கிரகணம் உண்டாக மாட்டாது.

சூரிய கிரகணம்



படம் 96 .

சூரியகிரகணம் அமாவாசையில் நிகழும். அப்பொழுது சந்திரன் சூரியனுக்கும் பூமிக்கும் இடையில் இருக்கும். சூரியன் சந்திரனிலும் மிகப் பெரிதானதால் சந்திரனின் பிற்பக்கத்தில் கருநிழல் கூம்பும் நிறைவணுகுநிழற் பகுதியும் உண்டாகும். இவை சில நேரங்களில் பூமியின் மேற்பரப்பைத் தொடும். சில நேரங்களில் தொடமாட்டா. இதற்கு இரு காரணங்கள் உள். அவையாவன (1) பூமியைச் சுற்றி சந்திரனது ஒழுக்கின்தளம் பூமியின் ஒழுக்கின் தளத்துக்கு 5° சாய்வாக இருக்கின்றது. (2) பூமியைச் சுற்றி சந்திரனின் ஒழுக்கு ஒரு நீள்வளையமாக இருக்கின்றது. இவற்றால் சில நேரங்களில் பூமியின் மேற்பரப்பு

சந்திரனின் கருநிழல் கூம்பின் உச்சிக்கு இப்பாலும், சில நேரங்களில் அப்பாலும் வரும். எனவேதான் ஒவ்வொரு அமாவாசையிலும் சூரியகிரகணம் உண்டாவதில்லை. மேலும் பூமியிலிருந்து சந்திரனின் தூரம் காரணத்தினால் கருநிழல் கூம்பின் உச்சி பூமியின் மேற்பரப்பை அடைய இயலாக் கட்டங்களில் சூரியன். ஒரு மோதிர வடிவ ஒளியை பூமியின்மேற் பரப்பில் தோற்று விக்கும். இதுவேகங்கண கிரகணம் எனப்படும். இதன்வடிவம் வருமாறு.

வினாக்கள்

1. ஒளிகசிபொருள், கதிர், ஒருங்குகற்றை என்றால் என்ன? ஒளிமான ஊடகத்தில் ஒளி நேர்கோட்டில் செல்லும் என்பதனைக் காட்ட ஒரு பரிசோதனை விவரிக்க.
2. கருநிழல், நிறைவணுகு நிழல் என்றால் என்ன? ஒளிமுதல், தடுப்பிலும் பெரிதாக இருக்கும் பொழுது அவை உண்டாகின்றன என்பதை விளக்குக.
3. சந்திரகிரகணம், சூரியகிரகணம் உண்டாதலை வேண்டிய வரிப்படங்களுடன் விளக்குக.

கங்கண கிரகணம் என்றால் என்ன? இது ஏன் சந்திர கிரகணங்களில் உண்டாவதில்லை.

அலகு 3.7

தளமேற்பரப்புகளில் தெறிப்பு -

ஒளி ஒரு மேற்பரப்பில் படின், அதன் ஒரு பகுதி மேற்பரப்பால் உறிஞ்சப்படும். ஒரு பகுதி தெறிக்கப்படும். ஒரு பகுதி முறிவடையப்படும். இப்பகுதிகளின் பருமன்கள் ஒளிபடும் மேற்பரப்பின் தன்மையைப் பொறுத்ததாகும். தெறிப்பு விதிகள் தொன்று தொட்டகாலத்திலிருந்தே தெரிந்தனவாகும். அவ்விதிகளாவன:

(i) படுகதிர், தெறிக்கதிர் மேற்பரப்பின் படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வன் இவையாவும் ஒரு தளத்தில் உள்ள:

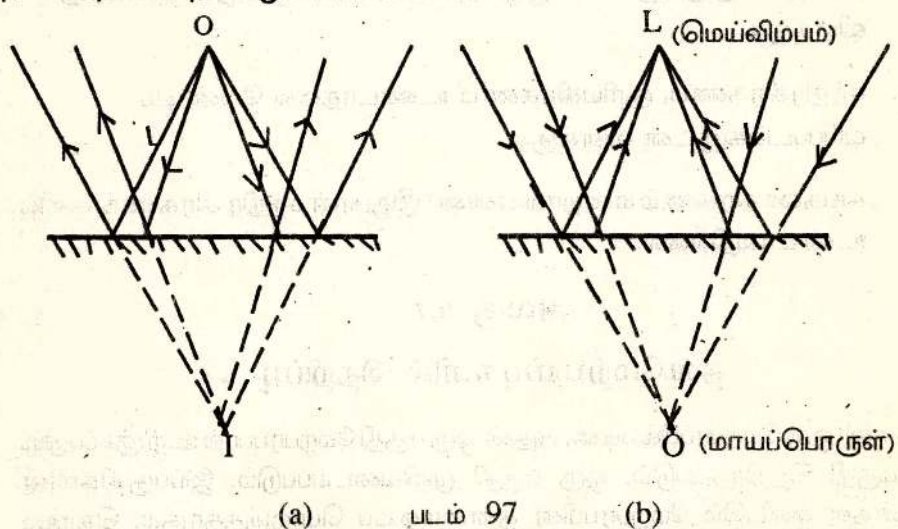
(ii) படுகோணமும், தெறிக்கோணமும் ஒன்றுக்கொன்று சமன்.

இவ்விதிகள் அறிமுறையின் படியும், பரிசோதனையின் படியும் உண்மையெனக் காணப்பட்டுள்ளன. ஓர் உயர்தூலக்கமுள்ள ஒப்பமான மேற்பரப்பு ஆடிபோல்

தொழிற்படும். தெறிப்பு முகம் தளமாயின், அது தளவாடி எனவும், கோளமாயின் கோளவாடி எனவும்பெயர் பெறும். ஒரு மேற்பரப்பு எவ்வளவுக்கு ஒப்பமானதோ அவ்வளவுக்கு ஒளித்தெறிப்பும் ஒழுங்காக இருக்கும்.

ஒரு தளமேற்பரப்பு நிறை ஒப்பமாக இருப்பின் அங்கு படும் ஒளி ஒழுங்காகத் தெறிப்படையும். நிறை ஒப்பமில்லாதிருப்பின், படும் ஒளி பரவல் தெறிப்படையும். ஆயினும் இரு மேற்பரப்புகளிலும் தெறிப்பு, தெறிப்பு விதிகளுக்கமையவே நிகழும். ஒரு சமாந்தரக்கற்றை தெறிமேற்பரப்பில் பட்டுச் சமாந்தரக்கற்றையாகத் தெறிப்படையின் அம்மேற்பரப்பு நிறை ஒப்பமான மேற்பரப்பெனவும் அங்குமிங்குமாகத் தெறிப்படையின் அம்மேற்பரப்பு ஒப்பமில்லாத மேற்பரப்பெனவும் கொள்ளப்படும்.

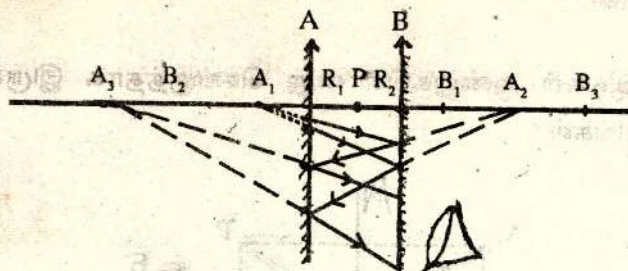
தளவாடியில் தோன்றும் விம்பங்கள்:



படம் 97 (a) இல் காட்டியவாறு O என்னும் பொருளிலிருந்து விரிகற்றை ஆடியில் படும்பொழுது ஒரு மாயவிம்பம் தோன்றும். படம் 97 (b) இல் காட்டியவாறு ஓர் ஒருங்கு கற்றை ஆடியில் படும் பொழுது ஒரு மெய்விம்பம் ஆடிக்கு முன்னால் ஏற்படும். முதலாம் சந்தர்ப்பத்தில் ஒரு மெய்ப்பொருள் தளவாடியில் மாயவிம்பத்தையும் இரண்டாம் சந்தர்ப்பத்தில் ஒரு மாய்ப்பொருள் தளவாடியில் ஒரு மெய்விம்பத்தையும் உண்டாக்குவதைக் காணமுடிகிறது. ஆயினும் விம்ப தூரங்களும் பொருட்டூரங்களும் ஆடியிலிருந்து சமனாகவே இருக்கும்.

ஈர் ஆடிகளின் மீது அடுத்தடுத்த தெறிப்புகளினால் உண்டாகும் விம்பங்கள்.

(1). சமாந்தர ஆடிகள்:



படம் 98

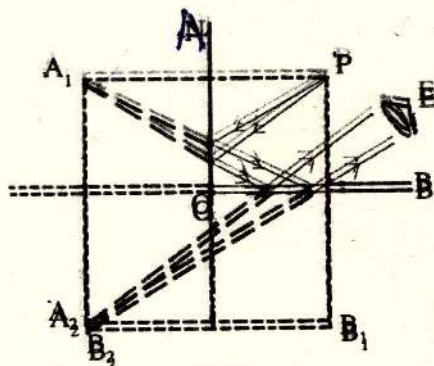
A, B என்னும் இரு சமாந்தர ஆடிகளுக்கிடையே ஓர் ஒளிப்புள்ளிப் பொருள் P வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஆடிகளுக்கிடையே ஓர் அவதானி பார்க்கும்பொழுது எண்ணற்ற விம்பங்கள் காணப்படும். P இலிருந்து PR_1 , PR_2 என்னும் செங்குத்துக்களைக் கீறி நீட்டிவிடுக. இக்கோட்டிலே எல்லா விம்பங்களும் இருக்கக் காணப்படும், $PR_1 = X$ எனவும், $PR_2 = Y$ எனவும் கொள்க.

இரு விம்பத் தொகுதிகள், ஒன்று A இற் கூடாகவும், மற்றது B இற் கூடாகவும் தெரியுமாகும். முதல் A இல் தெறிப்பு ஆரம்பிக்கும் பொழுது உண்டாகும் விம்பங்களை எழுதுக. A இல் P இன் விம்பம் A_1 ஆகும், அப்பொழுது $A_1R_1 = X$ பின்பு A_1 ஒரு பொருளாக B இல் தெறிப்பு நிகழும்பொழுது இருப்பின் A_2 ஆனது B இல் விம்பமாக இருக்கும். அப்பொழுது $A_1R_2 = A_2R_2 = 2X+Y$. அடுத்தாற்போல் A_2 பொருளாக A இல் நிகழும் தெறிப்புக்கு இருக்கும் பொழுது A_3 , A இல் விம்பமாகத் தோன்றும். தொடர்ந்து இந் நிகழ்வுகள் மேன்மேலும் நடைபெறும். அடுத்த தொகுதி விம்பங்கள் B இல் தெறிப்பு முதல் ஆரம்பிக்கும் பொழுது உண்டாகும். மேல் விவரித்தவாறே இங்கும் தொடர்ச்சியாக விம்பங்கள் தோன்றும்; படம் 98 இல் சில விம்பங்களே குறிக்கப்பட்டுள்ளன. இங்கு பின்வரும் பெறுபேறுகள் பெறப்படும். A இல் தெறிப்பு ஆரம்பிக்கும் பொழுது ஏற்படும் விம்பங்களுக்கு $PA_1 = 2X$; $PA_2 = 2X+2Y$; $PA_3 = 4X+2Y$; $PA_4 = 4X+4Y$; இவ்வாறே மற்றவைக்கும் பெறப்படும். B இல் தெறிப்பு ஆரம்பிக்கும் பொழுது ஏற்படும் விம்பங்களுக்கு $PB_1 = 2Y$; $PB_2 = 2Y+2X$; $PB_3 = 4Y+2X$ இவ்வாறே மற்றவைக்கும் பெறப்படும்.

இரண்டு ஆடிகளுக்கூடாகவும் விம்பங்களை நோக்கும் பொழுது அவை எண்ணற்றவையாக இருக்கும். எனினும் சில விம்பங்களே துலக்கமாக

இருக்கும். மற்றவை மங்கலாகக் காணப்படும். ஏனெனில் ஒவ்வொரு தரமும் தெறிக்கும்பொழுது ஒளிச்செறிவு ஒரு மாறா விகிதத்தில் குன்றுகின்றது. படம் 98 இல் ஓர் அவதானி விம்பம் A_3 ஜப்பார்ப்பதற்கான கதிர்கள் காட்டப்பட்டுள்ளன.

இரண்டு ஆடிகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருக்கையில் தோன்றும் விம்பங்கள்.

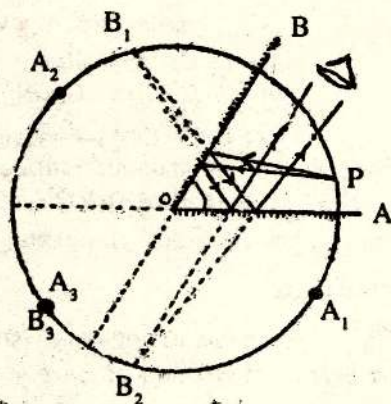


படம் 98

OA , OB என்னும் ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தாக இருக்கும் ஆடிகளுக்கிடையே ஓர் ஒளிர் புள்ளி இருப்பின் அவற்றினூடு தோன்றும் விம்பங்கள் வருமாறு கணக்கிடப்படும். P இலிருந்து OA இல் தெறிப்பதும் கதிர்கள் OB இல் படும்பொழுது A_1 இலிருந்து வருவனபோல் உள் ஆணால் A_1 ஆனது OA இல் தோன்றும் P இன் விம்பமாகும். இதேபோல் OB இல் P இலிருந்து முதல் தெறிப்பதும் கதிர்கள் OA இல் படும்பொழுது B_1 இலிருந்து வருவனபோல் இருக்கும் மேலும் சில கதிர்கள் இரண்டு ஆடிகளிலும் அடத்தடுத்துத் தெறிப்பதுகின்றன. உதாரணமாக P இலிருந்து OA இல் படும் கதிர்கள் தெறிப்பற்று A_1 இலிருந்து வருவனபோல் OB இல் பட்டுத்தெறிப்பதும். இத் தெறிகதிர்கள் A_2 இலிருந்து வருவன போல் இருக்கும். இதேபோல் OB இல் முதல் தெறிப்பதும் கதிர்களும் B_1 இலிருந்து வருவனபோல் OA இல் பட்டுத் தெறிப்பதும் இத் தெறிகதிர்கள் B_2 இலிருந்து வருவனபோல் தோன்றும். கேத்திர கணிதமுறையால் A_2 உம் B_2 உம் ஒரே புள்ளியில் உள்ளனவெனச் சுலபமாகக் காட்ட முடியுமாகும். அத்துடன் இவ்விம்பங்கள் இரண்டு ஆடிகளுக்கும் பின்னால் உண்டாவதால் இதன் பின்பு வேறு விம்பங்கள்

உண்டாவதில்லை. ஆகவே மூன்று விம்பங்கள் இறுதியாகக் காணப்படும் அவையும் பொருளும் $PA_1 A_2 B_1$ என்னும் செவ்வகத்தின் உச்சிகளில் இருக்கக் காணப்படும். பொருளும் விம்பங்களும் O விலிருந்து சமதூரங்களில் இருப்பதால் O வை மையமாகவும் OP ஐ ஆரையாகவும் கொண்ட ஒரு வட்டத்தின் பரிதியில் இவை இருக்கும்

60° சாய்வில் இருக்கும் இரண்டு ஆடிகளுக்கிடையே தோற்றம் விம்பங்கள்.



படம் 100

60° சாய்வில் இருக்கும் இரண்டு ஆடிகளுக்கிடையே P என்னும் புள்ளிப் பொருளொன்று இருக்கும் பொழுது P இன் இறுதி விம்பங்களானவை $A_3 B_3$ இல் ஒன்றுடன் ஒன்று பொருந்தும். இங்கு விம்பங்களின் மொத்த எண்ணிக்கை ஐந்து ஆகும். படம் 100 விம்பம் B_2 ஐப் பார்ப்பதற்கான கதிர்ப்படத்தைக் காட்டுகின்றது. இவ்விம்பங்கள் யாவும் O வை மையமாகவும் OP ஐ ஆரையாகவுங்கொண்ட வட்டத்தின் பரிதியில் இருக்கும்.

மேற்கூறிய இரண்டு எடுத்துக் காட்டுகளையும் கொண்டு, 180° இன் உபமடங்கு θ வை இடைக் கோணமாகக் கொள்ளும் இரண்டு ஆடிகளுக்கிடையே ஒரு புள்ளிப்பொருள் இருப்பின் தோன்றும் விம்பங்களின் எண்ணிக்கையை $\left(\frac{360}{\theta} - 1\right)$ என்னும் கோவையினால் பெறமுடியுமாகும்.

அடுத்தடுத்த தெறிப்புக்களின் பிரயோகங்கள்:

(i) எளிய சூழ்பொருள் காட்டி



படம் 101

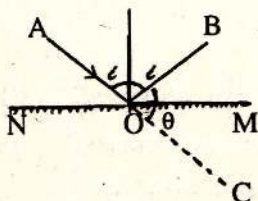
ஒருபொருளானது சுவர் போன்ற தடுப்புக்குப் பின்னால் இருப்பின் அதனைச் சுவரமாகப் பார்ப்பதற்கு சூழ் பொருள்காட்டி ஓர் உகந்த அமைப்பாக விளங்குகின்றது. இதன் அமைப்பு படம் 101 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. M_1 , M_2 என்னும் இருதளவாடிகள் ஒரு நீளமான குழாய்க்குள் அதன் தலைமை அச்சக்கு 45° சாய்வில் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு வெகு தூரத்தில் இருக்கும் பொருளொன்றின் ஒளி இவ்வாடிகளில் அடுத்தடுத்துத் தெறிப்படைந்து அவதானியின் கண்களை அடைகின்றது. இக்கருவி ஓர் அகழியில்

இருந்து வெளியில்நிகழும் சம்பவங்களைப் பார்க்கப் பயன்படுத்தக்கதாகும். நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் லிருந்து சமுத்திரத்தின் மேல் இருக்கும் பொருள்களைப் பார்க்கவும் இத்தகைய கருவியே பெரிதும் பயன்படுகிறது.

(ii) பன்னிறவுருக்காட்டி:

இக்கருவி, ஒரே பருமனுடைய மூன்று தளவாடித் துண்டுகளைக் கொண்டுள்ளது. இவை ஓர் உருளைக் குழாய்க்குள் ஒன்றுக்கொன்று சாய்வில் இருக்கும் வண்ணம் தாங்கப்படுகின்றன. இக் குழாய்க்குள் பொருந்தும் இருவட்டக் கண்ணாடித் தகடுகளுக்கிடையே நிறமூட்டப்பட்ட சிறுமணிகள் அடைக்கப்பட்டு குழாயின் ஒரு முனையில் வைக்கப்படுகின்றன. மறுமுனையிலிருக்கும் நோக்குத் துவாரத்துக் கூடாகப் பார்க்குமிடத்து மணிகளின் அலங்காரமான தோற்றம் தெரியும். இது நிறமூட்டப்பட்ட மணிகளின் ஒளி அடுத்தடுத்து சாய்ந்த மூன்று ஆடிகளிலும் தெறிப்பதால் ஏற்படுகின்றதாகும்.

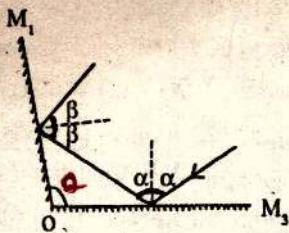
தெறிப்பினால் விளையும் கொண விவகல்



படம் 102

ஒளி ஒரு மேற்பரப்பில் தெறிப்படையும் பொழுது தனது தொடக்கப் பாதையிலிருந்து விலகுகின்றது. படம் 102 இல் படுகதிர் AO. ஆனது MN என்னும் மேற்பரப்பு இல்லாவிடில் OC வழியே செல்லும் ஆனால் மேற்பரப்பு இருப்பதால் தெறிப் பின்காரணமாக OB வழியே செல்கின்றது கதிர் அடையும் விகைல் θ ஆனது $\theta = 180 - 2i$ என்பதால் பெறப்படும்.

அடுத்தடுத்த தெறிப்புக்களின் காரணமாக ஏற்படும் விலகல்:

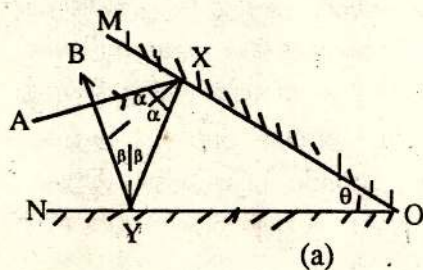


படம் 103

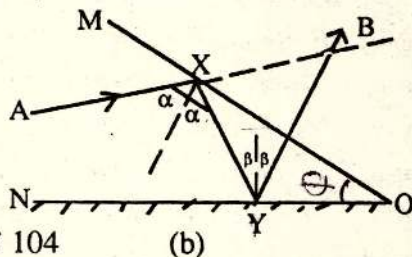
ஆயின், அங்கு விலகல் $180 - 2\beta$ ஆகும். ஆகவே மொத்த விலகல் $360 - 2(\alpha + \beta)$ ஆகும். ஆனால் $\alpha + \beta = \theta$

\therefore விலகல் $d = 360 - 2\theta$

இவ்விலகல் வலஞ்சுழியாகவளது இடஞ் சுழியாக விலகல் கணிக்கப்படின் அது 2θ விற்குச் சமனாகும். அத்துடன் இங்கு ஆரம்பக்கதிரின் திசைக்கும் இறுதிக் கதிரின் திசைக்கும் இடையேயுள்ள கோணமும் 2θ ஆகும்.



படம் 104



படம் 104 (a) ஐ நோக்கும்பொழுது OM இல் AX என்னும் படுகதிர் $180 - 2\alpha$ என்னும் விலகலை வலஞ்சுழியாகவும் பின்பு ON இல் XY என்னும் கதிர் $180 - 2\beta$ என்னும் விலகலையும் வலஞ்சுழியாக அடையும். ஆகவே தேறும் விலகல்

$d = 360 - 2(\alpha + \beta)$ ஆகும்.

ஆனால் ΔXYO இல் $\angle NYX = \angle YOX + \angle YXO$
 $90 + \beta = \theta + 90 - \alpha$
 $\alpha + \beta = \theta$

\therefore வலஞ்சுழியாகத் தேறிய விலகல் $d = 360 - 2\theta$

எனவே இடஞ்சுழியாகத் தேறும் விலகல் $= 2\theta$ ஆகும்.

படம் 104(b) இல் காட்டியவாறு சுதிரர் AX அடுத்தடுத்துத் தெறிப்படையும்போது ஏற்படும் விலகல் d வருமாறு துணியப்படும். AX என்னும் படுகதிர் α என்னும் படுகோணத்துடன் OM இல்படுகின்றது அப்பொழுது XY என்னும் திசையில் தெறிக்கும், ஆகவே வலஞ்சுழியாக ஏற்பட்ட விலகல் $2(90 - \alpha) = 180 - 2\alpha$ ஆகும். XY என்னும் தெறிகதிர் இப்பொழுது ON இல் β என்னும் படுகோணத்துடன் விழுகின்றது. அப்பொழுது தெறிகதிர் YB இடஞ்சுழியாக ஆக்கும் விலகல் $2(90 - \beta) = 180 - 2\beta$ ஆகும். ஆகவே இறுதியாக இடஞ்சுழியாகத் தேறும் விலகல்.

$$d = 180 - 2\beta - (180 - 2\alpha) = 2(\alpha - \beta)$$

$$\Delta XYO \text{ இல் } \angle XYN = \angle YOX + \angle YXO$$

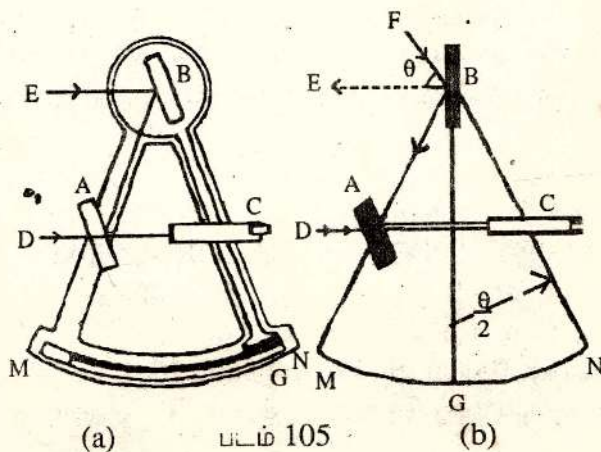
$$90 - \beta = \theta + 90 - \alpha$$

$$\alpha - \beta = \theta$$

\therefore இடஞ்சுழியாகத் தேறிய விலகல் $d = 2(\alpha - \beta) = 2\theta$

இவ் விளக்கங்களிலிருந்து இரண்டு ஆடிகளில் அடுத்தடுத்துத்தெறிப்பு நிகழ்வதன் மூலம் பெறப்படும் விலகல் படுகோணங்களில் தங்குவதில்லை என்பதும், ஆனால் ஆடிகளுக்கிடையிலுள்ள கோணத்தில் தங்குகின்றது என்பதும் வெளிப்படையாகிறது. மேலும் $\theta = 90^\circ$ ஆயின் அதாவது ஆடிகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருப்பின் ஆரம்பப் படுகதிரும் இறுதித் தெறிகதிரும் ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாகவும், அவற்றின் திசைகள் ஒன்றுக்கொன்று எதிராகவும் இருக்கும் எனவும் காணப்படும்.

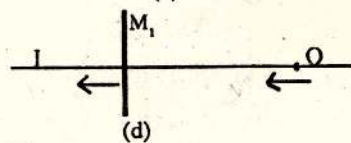
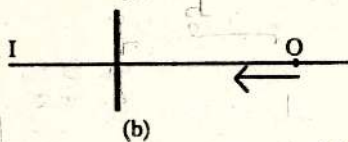
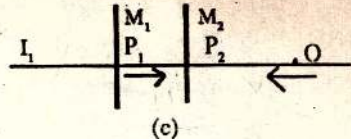
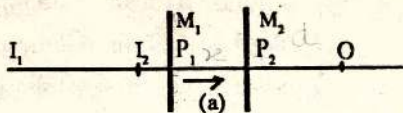
சட்டிடம்



சட்டமம் என்னும் கருவியில் இரண்டு ஆடிகளுக்கிடையே அடுத்தடுத்துத் தெறிப்பு நிகழும் தோற்றப்பாடு பிரயோகிக்கப்படுகிறது. படம் 105 (a) இது பெரும்பாலும் கப்பல்களிலிருந்து வான் பொருள்களின் உயரங்களை அல்லது ஏற்றங்களை அளக்கப் பயன்படுகின்றது. A என்பது ஒரு நிலையான ஆடியாகும். ஆனால் இதன் மேற்பரப்பின் அரைவாசிப் பங்கே வெள்ளி பூசப்பட்டது எஞ்சியது வெள்ளி பூசப்படாததாகும். இப்பகுதிக் கூடாகத் தொலைகாட்டி மூலம் அடிவானத்தை DAC வழியே பார்க்க முடியுமாகும். ஆகவே இது "அடிவானக் கண்ணாடி" எனப்படும். B என்னும் இரண்டாம் ஆடி "சட்டிக் கண்ணாடி" எனப்படும். இதன் மூலமும் அடிவானத்தை தொலைகாட்டிக் கூடாகப் பார்க்க முடியுமாகும். அப்பொழுது அடிவானத்திலிருந்து வரும் EB என்னும் கதிர் B இல் பட்டு BA வழியே தெறிப்படைந்து A இற் பட்டு அங்கும் தெறிப்புற்று AC வழியே தொலைகாட்டிக்குச் செல்லும். இந்நிலையில் A, B என்னும் இரண்டு ஆடிகளும் சமாந்தரமாக இருக்கும். அப்பொழுது ஓர் அவதானி தொலைகாட்டிக்கூடாக அடிவானத்திலிருந்து நேரடியாக A இன் வெள்ளி பூசப்படாத பாகத்தினூடு வரும் கதிரையும், அடிவானத்திலிருந்து A இன் வெள்ளி பூசப்பட்ட பாகத்திலும் B இலும் அடுத்தடுத்துத் தெறிப்புற்று வரும் கதிரையும் ஒரே நேரத்தில் பார்க்க முடியுமாகும். ஆடி B ஆனது B பற்றி சுழலத்தக்கதாகப்பயம் BG இல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. G இல் ஒரு வேணியர் அளவுத்திட்டமும் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றது. அது ஒரு நிலையான அளவுத்திட்டம் MN மீது சுழலத்தக்கதாகும். A உம், B உம் சமாந்தரமாக இருக்கும் நோத்தில் வேணியர் ஆனது MN என்னும் அளவுத்திட்டத்தில் பூச்சியத்தை வாசிக்கும். அப்பொழுது தொலைகாட்டிக் கூடாகப் பார்க்கும் அடிவானத்தின் இரு பகுதிகளும் ஒரு தொடர்ந்த நேர்கோட்டில் தோற்றும்.

சூரியன் அல்லது ஒரு நட்சத்திரத்தின் ஏற்றம் காணவேண்டுமாயின் ஆடி B ஐக் காவுப் புயம் BG படம்: 105 (b) இல் காட்டப்படும் ஒரு நிலைக்குச் சுழற்றப்படும். அப்பொழுது பொருளிலிருந்து வரும் FB என்னும் கதிர் B இல் தெறிப்படைந்து BAC வழியே வருவதால் பொருள் பார்க்கக் கூடியதாக இருக்கும் அத்துடன் FBE என்னும் ஏற்றக்கோணம், MN இல் வேணியர் குறிக்கும் கோணத்தின் இருமடங்காகும். ஆனால் அளவுத்திட்டம் MN இல் ஏற்றத்தை நேரடியாக வாசிக்கும் பொருட்டு அதனில் ஒவ்வொரு பாகை சுழற்சி ஆனது 2^0 எனக் குறிக்கப்பட்டுள்ளது. ஆகவே அளவுத்திட்டத்தின் வாசிப்பு நேரடியாக, பொருளின் ஏற்றத்தைத் தரத்தக்கதாகும்.

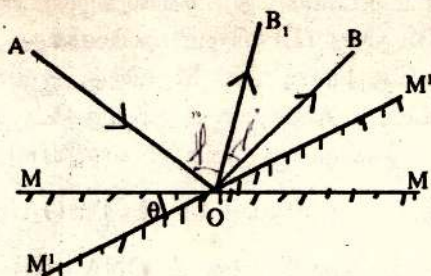
இயங்கும் ஆடியில் விம்பத்தின் பெயர்ச்சி :



படம் : 106

- (a) Oஎன்னும் பொருள் நிலையாக இருக்க ஆடி பொருளை நோக்கி அசையின் :- M_1 இலிருந்து பொருட்டீரம் d எனின் $OI_1 = 2d$ ஆகும் M_1 ஆனது x தூரத்துக் கூடாக M_2 க்கு அசையின் $OM_2 = d-x$. அப்பொழுது $OI_2 = 2(d-x)$. ஆகவே விம்பம் அசைந்த தூரம் $2d - 2(d-x) = 2x$ ஆகும். இதன் பிரகாரம் பொருள் நிலையாக இருக்க ஆடியானது v என்னும் வேகத்தடன் பொருளை நோக்கி அசையின் பொருள் சார்பாக விம்பத்தின் வேகம் $2v$ ஆகும். ஆடி பொருளை விலகி அசையும் பொழுதும் பொருள் சார்பாக விம்பத்தின் வேகமும் $2v$ ஆகும்.
- (b) ஆடி நிலையாக இருக்கப் பொருள் அசையின் : ஆடியிலிருந்து பொருட்டீரம் d ஆகும். ஆகவே பொருளுக்கும் விம்பத்துக்கு முள்ள தூரம் $2d$ ஆகும். பொருள் v வேகத்துடன் ஆடியை நோக்கி அசையின் ஒரு செக்கனுக்குப்பின் பொருட்டீரம் $d-v$ ஆகும். ஆகவே ஆடி சார்பாக விம்பத்தின் வேகம் v உம் அத்துடன் பொருள் சார்பாகவும் $2v$ யுமாகும்.
- (c) பொருளும் ஆடியும் ஒன்றையொன்று நோக்கி அணுகின். பொருளின் வேகம் V எனவும் ஆடியின் வேகம் U எனவும் கொள்க. ஆடி சார்பாக பொருளின் வேகம் $U+V$. ஆரம்பத்தில் ஆடியிலிருந்து பொருட்டீரம் d எனின் ஒரு செக்கனுக்குப் பின் பொருட்டீரம் ஆடியிலிருந்து $d-(U+V)$ ஆகும். ஆகவே விம்பதூரம் $d-(U+V)$ ஆகும். இതിலிருந்து ஆடிசார்பாக விம்பத்தின் வேகம் $(U+V)$ ஆகும். பொருள் சார்பாக விம்பத்தின் வேகம் $2d - 2\{d - (U+V)\} = 2(U+V)$ ஆகும்.
- (d) பொருளும் ஆடியும் ஒரே திசையில் விலகி இயங்கும் பொழுது பொருள் சார்பாக விம்பத்தின் வேகத்தை மேல் விளக்கியவாறு கணித்துக் கொள்க.

படுகதிர் மாறாதிருக்க ஆடி சுழற்றப்படும் பொழுது தெறிகதிரின் விலகல் :-



படம் : 107

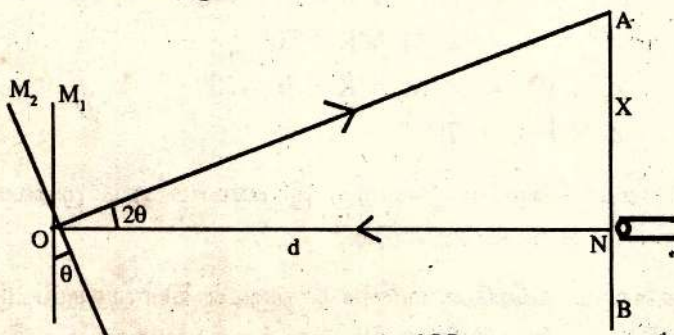
AO ஆனது MM இல் ஒரு படுகதிர். அதன் தெறிகதிர் OB. அப்பொழுது AO இன் படுகோணம் i ஆயின் $\angle AOB = 2i$. ஆடி θ விற்கூடாகச் சுழற்றப்பட்டு $M_1 M_1'$ இல் இருக்கும் பொழுது தெறிகதிர் OB_1 வழியே இருக்கிறதாகும். ஆடி θ விற்கூடாகச் சுழல, O விலுள்ள செவ்வனும் θ விற்கூடாகச் சுழலும். ஆகவே இப்பொழுது படுகோணம் $(i - \theta)$ ஆகும். ஆகவே $\angle AOB_1 = 2(i - \theta)$

$$\begin{aligned} \therefore \angle BOB_1 &= 2i - 2(i - \theta) \\ &= 2\theta \end{aligned}$$

\therefore தெறிகதிர் 2θ விற்கூடாகச் சுழற்றப்பட்டுள்ளது.

அதாவது படுகதிரின் திசை மாறாதிருக்க ஆடி θ விற்கூடாகச் சுழற்றப்படின் தெறிகதிர் 2θ விற்கூடாகச் சுழற்றப்படும்.

இத் தத்துவம் ஆடிக் கல்வனோமானிகளின் ஒளியியனெம்புக் கோலில் உபயோகிக்கப்படுகிறது.



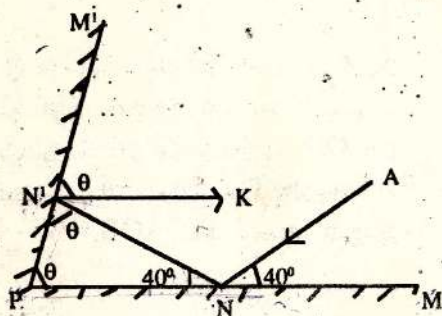
படம் 108

ஆடிக் கல்வனோமாளிகளில் M_1 என்னும் விறைப்பாகப் பொருத்தப்பட்ட சிறு ஆடி, மின்னோட்டம் பாயும் நேரங்களில் சுழற்றப்படும். அப்பொழுது ஒரு நிலையான விளக்கிலிருந்து (L) விழும் ஒளியானது ஆடி M_1 இலிருக்கும் பொழுது ON வழியே தெறிப்படையும். M_2 விற்கு ஆடி சுழற்றப்படும் பொழுது OA வழியே தெறிப்படையும். AB என்னும் அளவுத்திட்டத்தில் ஒளிப்பொட்டு A இல் விழும். ஒளியின் படுகதிரினது திசை ON வழியே எப்பொழுதும் இருக்கும்.

ஆகவே ஆடி θ விற்கூடாகத் திரும்ப, தெரிகதிர் OA ஆனது 2θ

விற்கூடாகத் திரும்பும். செங்கோண ΔONA இல் தான் $2\theta = \frac{X}{2d}$

ஆகவே X உம், d உம் தெரியப்படின θ கணிக்கப்படும்.



உத்திக்கணக்குகள் : ஒர் ஒளிக்கதிர் ஒரு கிடையான தளவாடியுடன் 40° ஆக்கத்தக்க வண்ணம் விழுகின்றது. ஒர் இரண்டாம் ஆடியை எவ்வாறு ஒழுங்கு செய்யின் அதனில் படும் முதலாம் ஆடியிலிருந்து வரும் தெரிகதிர் இவ்வாடியில் கிடையாகத் தெறிப்படையும். இதனை வரிப்படம் மூலம் விளக்குக

படம் 109

படம் 109 இன் படி $\angle ANM = 40^\circ$

$\therefore \angle ANM = \angle PNN' = 40^\circ$

$N'K \parallel PN$ ஆனதால்

$\therefore \angle PNN' = \angle NN'K = 40^\circ$

$\therefore \angle PN'N + \angle M'N'K = 2\theta = 140^\circ$

ஆனால் $\angle PN'N = \angle M'N'K = 70^\circ$

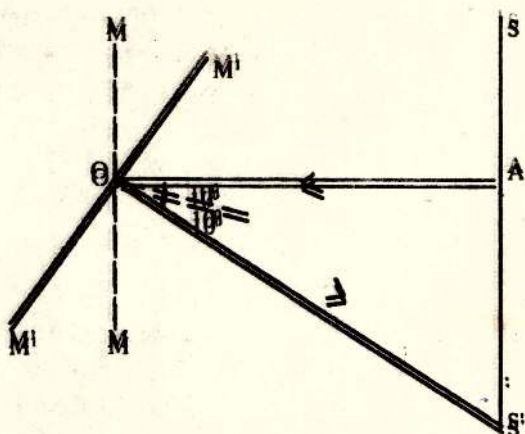
மேலும் $\angle N'PN = \angle M'N'K = \theta = 70^\circ$

$\therefore \angle N'PN = 70^\circ$

\therefore இந் நிபந்தனையை நிறைவேற்றுவதற்கு இரண்டாம் ஆடி முதலாவதான கிடையாடியுடன் 70° ஆக்கல் வேண்டும்.

3. ஒரு சிறு தளவாடி, கல்வனோமாளிச் சுருளுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. AO என்னும் கதிர் ஆடியில் படுகிறது இவ்வாடிக்குச் சமாந்தரமாக இருக்கும்

SS'. என்னும் அளவுத்திட்டத்தில் ஆடியில் தெறிப்படையும் கதிர் படுமாகும். ஆடிக்கும் அளவுத்திட்டத்துக்குமிடையிலுள்ள தூரம் 1 மீற்றர். கல்வனோமானிச் சுருளுக்கூடாக ஒரு மின்னோட்டம் பாயும்பொழுது ஆடியின் திரும்பல் 10° ஆகும். அப்பொழுது ஆடி M'M' என்னும் நிலையில் இருக்கும். ஒளிப்புள்ளி அளவுத்திட்டத்தில் அசைந்ததூரத்தைக் காண்க.



படம் 110

ஆடி 10° திரும்பும் பொழுது, தெறிக்கதிர் 20° கூடாகத் திரும்பிற்று.

செங்கோண $\triangle OAR'$ இல்

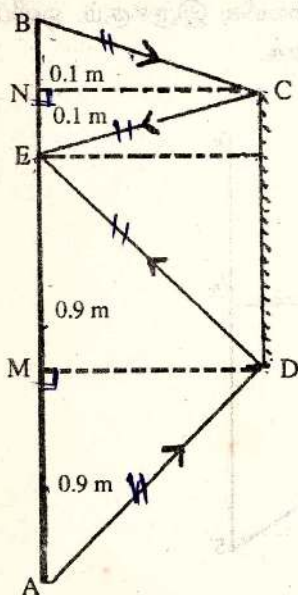
$$\text{தான் } 20^\circ = \frac{AR'}{100}$$

$$\begin{aligned} \therefore AR &= 100 \text{ தான் } 20^\circ \\ &= 100 \times 0.364 \\ &= 36.4 \text{ em.} \end{aligned}$$

ஒளிப்புள்ளி அசைந்த தூரம் $= 36.4 \text{ em.}$

4. 2 மீற்றர் உயரமுள்ள ஒரு மனிதன் தனது விம்பத்தை ஒரு நிலைக்குத்துத் தளவாடிக் கூடாகப் பார்க்கின்றான் அவன் கண்மட்டம் தரையிலிருந்து 1.5

மீற்றர் உயரத்திலுள்ளது. மனிதன் தன்னை முற்றாகப் பார்ப்பதற்கு வேண்டிய ஆடியின் மிகக் குறைந்த நீளத்தைக் காண்க. இதை விளக்க ஒரு கதிர்படமும் வரைக.



படம் 111

படம் 111 இல் AB மனிதனையும் மிகக்குறைந்த நீளத்தையுடைய ஆடியையும் CD குறிக்கின்றன. B தலையின் உச்சியையும் A அடியையும் E கண்மட்டத்தையும் குறிக்கின்றன. இதிலிருந்து வரும் கதிர் E இல் விழத்தக்கதாக C இல் படுகின்றது.

ΔBCE ஓர் இருசமபக்க முக்கோணமாகும், CN, BE க்குச்ங்குத்தாகும்.

$$BN = EN = 0.1\text{m}$$

மேற் காட்டியதுபோல் A இலிருந்து வரும் கதிர் E இல் விழத்தக்கதாக D இல் படுகின்றது. ΔADE ஓர் இரு சமபக்க முக்கோணமாகும். அத்துடன் DM, AE க்குச் செங்குத்தாகும்

$$AE = 1.8\text{m}$$

$$EM = 0.9\text{m}$$

$$\begin{aligned} \text{ஆனால் } CD &= MN = ME + EN = 0.1\text{m} + 0.9\text{m} \\ &= 1\text{m} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{ஆடியின் மிகக்குறைந்தநீளம்} = 1\text{m}.$$

தேர்வு வினாக்கள்

1. A, B என்னும் இரு மேற்பரப்புகளில் ஒரு சமாந்தர ஒளிக்கற்றை விழுகின்றது. அப்பொழுது A இல் தெறிப்படையும் கதிர்கள் சமாந்தரக் கற்றையாகச் செல்கின்றன. B இல் தெறிப்படையும் கதிர்கள் அக்குமிங்குமாகச் செல்கின்றன. இவற்றைப்பற்றித் தரப்படும் பின்வரும் கூற்றுக்களுள் சரியானவை எவை?

(a) A இல் தெறிப்பு தெறிப்புவிதிக்கமையவும் B இல் தெறிப்பு தெறிப்புவிதிக்கு அமையாமலும் நிகழ்கின்றன.

(b) A இலும் B இலும் நிகழும் தெறிப்புகள் ஒழுங்கான தெறிப்புகள் ஆகும்.

(c) A ஆனது நிறை ஒப்பமான பரப்பும் B ஒரு நிறை ஒப்பமில்லாத பரப்பும் ஆகும்.

(d) A இலும் B இலும் தெறிப்பு விதிகளுக்கமையவே தெறிப்புகள் நிகழ்கின்றன. ஆனால் A ஒப்பமானதாகவும் B நிறை ஒப்பமில்லாததாகவும் இருக்கும்

- (i) a உம் b உம் (ii) a உம் c உம் (iii) c மட்டும்
(iv) c உம் d உம் (v) d மட்டும்

2. இரு தளவாடிகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருக்கின்றன. முதலாம் ஆடியில் படும் கதிர் ஆடியுடன் 60° ஆக்குகின்றது. இதனில் தெறிப்படையும் கதிர் இரண்டாம் ஆடியில் பட்டுத்தெறிப்படையும். பொழுது அத் தெறிப்படையும் கதிர்.

(i) ஆரம்பப் படுகதிருக்குச் சமாந்தரமாகவும் அதன் திசைக்கு எதிராகவும் செல்லும்.

(ii) ஆரம்பப் படுகதிருக்குச் சமாந்தரமாகவும் அதன் திசையுடையதாகவும் செல்லும்.

(iii) இரண்டாம் ஆடிக்குச் செங்குத்தாகச் செல்லும்.

(iv) இரண்டாம் ஆடியுடன் 60° ஆக்கிக் கொண்டு செல்லும்.

(v) இரண்டாம் ஆடியில் படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வனுடன் 30° ஆக்கிக் கொண்டு செல்லும்.

3. இரு தளவாடிகளுக்கிடையேயுள்ள கோணம் 72° ஆகும் அவற்றிடையே ஒரு சவாலை வைக்கப்பட்டுத் தெரியப்படும் விம்பங்களின் எண்ணிக்கை.

- (i) 5 (ii) 4 (iii) 3 (iv) 6 (v) எண்ணற்றவை

4. இரு தளவாடிகள் ஒன்றுக்கொன்று சாய்வில் 40° இருக்கின்றன ஒரு படுகதிர் 45° சாய்வில் ஓர் ஆடியில் பட்டுத் தெறிப்படைந்து மீண்டும் இரண்டாம் ஆடியில் பட்டுத் தெறிப்படையும். இறுதித்தெறிப்படையும் கதிரின் திசைக்கும் தொடக்கப் படுகதிரின் திசைக்குமிடையிலுள்ள கோணம்.

(i) 40° (ii) 90° (iii) 45° (iv) 130° (v) 80°

5. ஒரு தளவாடியின் மீது ஓர் ஒருங்கு கற்றை விழுமாயின்

(i) பொருள் மெய்யும் விம்பம் மாயமுமாகும்
 (ii) பொருளும் விம்பமும் மாயமாகும்
 (iii) பொருளும் விம்பமும் மெய்யாகும்
 (iv) பொருள் மாயமும் விம்பம் மெய்யுமாகும்
 (v) விம்பம் ஏற்படுவதில்லை

6. 10cm க்கப்பால் இருக்கும் A, B என்னும் இரு நிலைக்குத்துத் தளவாடிகளுக்கிடையே ஒரு புள்ளிப் பொருள் ஆனது A இலிருந்து 3cm தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது A இல் முதல்தெறிப்பு ஆரம்பித்து அதனில் இதன் இரண்டாம் தெறிப்பு நிகழும் பொழுது தோற்றும் விம்பத்தின் தூரம் A இலிருந்து cm இல்

(i) 3 (ii) 13 (iii) 23 (iv) 7 (v) 9

7. ஒரு தளவாடிக்கு முன்னால் ஒரு பொருள் உள்ளது; பொருள்தளவாடியை நோக்கி 10cm/s வேகத்துடன் அசையுமாயின், ஆடி சார்பாக விம்பத்தின் வேகம்

(i) 10 (ii) 20 (iii) 5 (iv) 15
 (v) 25cm/s ஆகும்.

8. மேற்கேள்வியில் பொருள் சார்பாக விம்பத்தின் வேகம்

(i) 10 (ii) 20 (iii) 30 (iv) 25
 (v) 5cm/s : ஆகும்.

9. ஒரு தளவாடிக்கு முன்னால் ஒரு பொருள் உள்ளது; பொருள் ஆடியை நோக்கி 30cm/s வேகத்துடனும், ஆடி 20cm/s வேகத்துடனும் பொருளை நோக்கியும் இயங்குகின்றன. விம்பத்தின் வேகம் ஆடி சார்பாக

(i) 50 (ii) 10 (iii) 60 (iv) 40
 (v) 100cm/s : ஆகும்.

10. மேற்கேள்வியில் பொருள் சார்பாக விம்பத்தின் வேகம்
 (i) 50 (ii) 10 (iii) 60 (iv) 40
 (v) 100cm / s. ஆகும்
11. அதே கேள்வியில் பூமி சார்பாக விம்பத்தின் வேகம்
 (i) 50 (ii) 70 (iii) 60 (iv) 40 (v) 100cm/s

வினாக்கள்

- ஒரு கடை 8m அகலமானது. அதன் எதிர்ச்சுவர்களின்மேல் தளவாடிகள் முற்றாகப்பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றன. ஒரு சுவரிலிருந்து ஒரு மணிதன் 3m தூரத்தில் நிற்கின்றான். ஒவ்வொரு ஆடியிலும் தோற்றம் மூன்றாம் விம்பம் அவனிலிருந்து என்ன தூரத்தில் உள்? [விடை: 22m, 26m]
- ஒரு மேசையில் இருக்கும் ஒரு மணிதன் 3m தூரத்திலே தொங்கும் ஒரு சிறு ஆடியைப் பார்க்கின்றான். ஆடி அவன் கண்மட்டத்துக்கு 2m மேல் இருக்கின்றது. அவன் தனக்குப்பின்னால் தூரத்தில் 8m இருக்கும் ஒரு அலுமாரிப் பலகையில் இருக்கும் மணிக்கூட்டைப் பார்க்கின்றான். மணிக்கூடு கண்மட்டத்துக்கு 1m மேல் இருக்கின்றது. தளவாடி நிலைக்குத்துடன் ஆக்கும் கோணத்தைக் காண்க. (விடை: $19^{\circ} 27'$)
- 6cm க்கப்பால் இருக்கும் இரு சமாந்தரத் தளவாடி களுக்கிடையே ஒரு புள்ளிப்பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. அடுத்தடுத்த எத்தனை தெறிப்புக்களின் பின் பொருளுக்கும் விம்பத்துக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் 36cm ஆகும்? (விடை: 6)
- இரு தளவாடிகள் ஒன்றுக்கொன்று θ என்னும் நிலையானகோணத்தில் சாய்ந்திருக்கின்றன. அடுத்தடுத்து இரு தெறிப்புகள் அனுபவித்துக்கொண்டு வரும் கதிரொன்றின் விலகல் முதல் ஆடியிலுள்ள படுகோணம் எவ்வாறாயினும். எப்பொழுதும் 2θ எனக் காட்டுக.
- (i) ஒளியியனம்புகோல் (ii) சட்டிமம் என்பவற்றை விவரிக்க.
- இரு தளவாடிகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக இருக்கின்றன. ஓர் ஒளிக்கதிர் இரண்டு ஆடிகளிலும் அடுத்தடுத்துத் தெறிப்புற்று

வெளிவரும்பொழுது அக்கதிர் தொடக்கக் கதிரின் திசைக்குச் சமாந்தரமாகவுள்ளதெனக் காட்டுக.

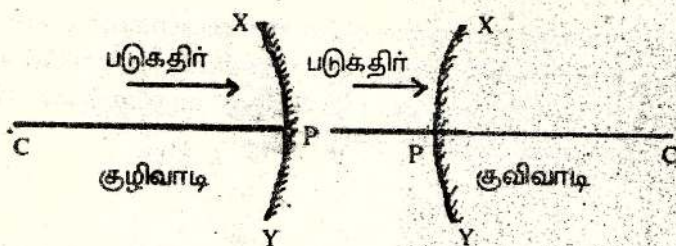
7. 2 மீற்றர் உயரமுள்ள ஒரு மனிதன் தனது தலையின் உச்சியையும் காலின் அடியையும் மட்டுமட்டாகப் பார்க்கத்தக்கவாறு ஒரு தளவாடியின் முன் நிற்கிறான். அப்பொழுது ஆடியின் நீளத்தைக் காண்க.
(விடை: 1 மீற்றர்)
8. ஒரு மனிதன் தளவாடியொன்றை நோக்கி நகரும் பொழுது அவன் விம்பமும் அவன் அணு கும் வேகத்தில் அணு கும் எனவும்; அத்துடன் ஆடி அவனை நோக்கி அணு கின் விம்பம் ஆடியின் இரு மடங்கு வேகத்தில் அணு கும் எனவங் காட்டுக.

கோளவாடிகளில் தெறிப்பு

கோளவாடிகள் தொன்றுதொட்ட காலத்தில் இருந்தே உபயோகிக்கப்பட்டு வந்தன. தற்காலத்தில் இவை மோட்டர்க் காரர்களிலும் வேறு வாகனங்களிலும், துருவ விளக்குகளிலும் உபயோகிக்கப்படுகின்றன.

சில வரைவிலக்கணங்கள்

கோளவாடிகள் இருவகை. அவையாவன: குழிவாடிகள், குவிவாடிகள். இவை கோள ஒடு ஒன்றினை ஒரு தளத்தால் வெட்டப்படும் பொழுது உண்டாகின்றன. இவற்றின் தோற்றங்கள் படம் 112(a) இலும் (b) இலும் காட்டப்படுகின்றன.



(a)

படம் 112

(b)

கோளவாடியின் முனைவு:

கோளவாடியின் தெறிமேற்பரப்பின் மையம் அவ்வாடியின் முனைவு எனப்படும். மேற்படங்களில் முனைவுகள் P ஆல் குறிக்கப்படுகின்றன.

வளைவு மையம்:

ஒரு கோளவாடி கோளமொன்றின் ஒரு பகுதியாக அமைவதனால் கோளத்தின் மையம் கோளவாடியின் வளைவுமையம் எனப்படும். இவை படங்களில் C ஆல் குறிக்கப்படும்.

வளைவினாரை:

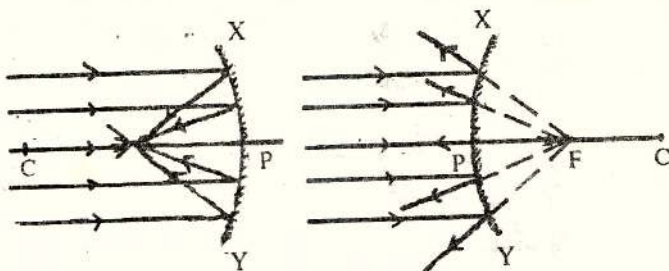
கோளத்தின் வளைவினாரை அக்கோளத்தின் ஆரையாகும்

கோளவாடியின் முனைவு
மையம்

தலைமை அச்சு

வளைவு மையத்தையும் முனைவையும் இணைக்கும் நேர்கோடு ஆடியின் தலைமை அச்சு எனப்படும்.

குவியம்:



படம் 113

தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகவும் அண்மையாகவும் உள்ள கதிர்கள் கோளவாடியில் தெறிப்படைந்த பின் தலைமை அச்சில் ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கும் அல்லது தலைமை அச்சில் ஒரு புள்ளியிலிருந்து வருவதுபோல் தோற்றும். அப்புள்ளி கோளவாடியின் குவியம் எனப்படும்.

துவாரம்

கோளவாடியின் தலைமை வெட்டுமுகம் வளைவு மையத்தில் எதிரமைக்கும் கோணம் துவாரம் எனப்படும்.

$$\begin{aligned} \text{அதாவது துவாரம்} &= \angle XCY \\ &= \frac{\text{வில் } XPY}{r} \quad (r = \text{வளைவினாரை}) \end{aligned}$$

குறிவழக்கு

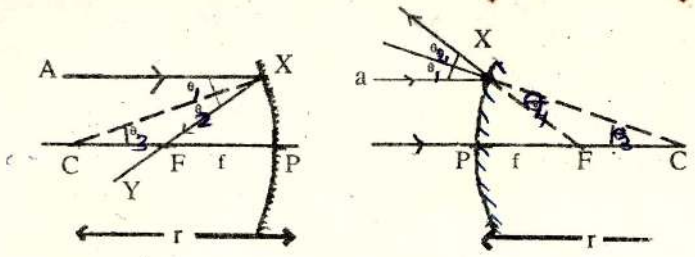
பழைய தெக்காட்டுக்குறி வழக்கே இப்புத்தகத்தில் உபயோகிக்கப் படுகின்றது. இவ்வழக்கின் படி படுகதிரின் திசைக் கெதிராக அளக்கப்படும் தூரங்கள் நேர் (+) எனவும் படுகதிரின் திசையின் வழியே அளக்கப்படும் தூரங்கள் எதிர் (-) எனவும் கொள்ளப்படும்.

இதன் பிரகாரம் ஒரு குழிவாடியின் குவியத்தூரம் வளைவினாரை நேர் (+) எனவும்

ஒரு குவிவாடியின் குவியத்தூரம், வளைவினாரை எதிர் (-) எனவும் கொள்ளப்படும்.

ஒரு கோளவாடியின் முனைவில் இருந்தே தூரங்கள் அளக்கப்படும்

குவியத்தூரத்திற்கும் வளைவினாரைக்கும் உள்ள தொடர்பு



படம் 114

தலைமை அச்சக்குச் சமாந்தரமான AX என்னும் கதிரைக் கருத்திற்கொள்க X இல் CX ஆனது செவ்வனாக இருப்பதால் XY தெறி சதிராகும் அப்பொழுது.

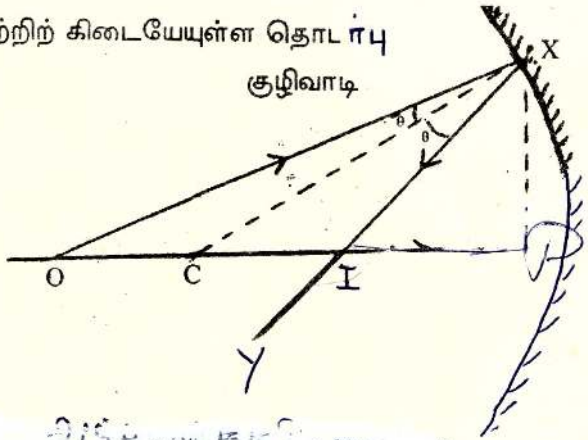
(a) குழிவாடிக்கு
 $\theta_1 = \theta_2$ & $\theta_1 = \theta_3$
 $\therefore \theta_2 = \theta_3$

(b) குவிவாடிக்கு
 $\theta_1 = \theta_2$ & $\theta_1 = \theta_3$ & $\theta_2 = \theta_4$
 $\therefore \theta_3 = \theta_4$

ஆகவே $XF = FC$. ஆனால் அச்ச அயற்கதிரைகளுக்கே $XC = PC$ அண்ணளவாக.

$\therefore PF = FC$ —
 அதாவது $f = \frac{r}{2}$

u, v, f என்பவற்றிற் கிடையேயுள்ள தொடர்பு



இந்த சிபிம் மெக் கி. பி. பி.

O விலிருக்கும் புள்ளியொன்றிலிருந்து வரும் OX, OP என்னும் கதிர்களைக் கருத்திற் கொள்க. இவற்றின் தொற்கதிர்கள் XY, PO ஆகும், இவை I இல் வெட்டுகின்றனவால் I ஆனது O வின் விம்பமாகும் (படம் 115). மேற்படத்தில் குறிக்கப்பட்ட θ என்னும் கோணங்கள் தெறிப்பு விதியின் பிரகாரம் சமமாகும் இங்கு OXI ஆனது ஒரு முக்கொணம். அதனில் XC, கோணம் OXI இன் இரு கூறாக்கியாகும்

$$\therefore \frac{XI}{XO} = \frac{IC}{OC} \quad (\text{கேத்திர கணிதப்படி})$$

X ஆனது P க் கருகில் இருக்கும் புள்ளி ஆனதால்
 $XI = PI$ அத்துடன் $XO = PO$

$$\therefore \frac{PI}{PO} = \frac{IC}{OC}$$

$$\text{ஆனால் } \frac{PI}{PO} = \frac{PC - PI}{PO - PC}$$

இங்கு $PO = u$, $PI = v$, $PC = r$ இவற்றை மேற்சமன்பாட்டில் பிரதியிடுக. u, v, r என்பன முனைவு P இலிருந்து அளக்கப்படும் பொருட்டீரம், விம்பதூரம், வளைவினாரையாகும்

$$\frac{v}{u} = \frac{r - v}{u - r}$$

குறுக்கப் பெருக்கத்தினால்

$$\begin{aligned} uv - vr &= ur - uv & \text{————— ①} \\ \therefore 2uv &= ur + vr \end{aligned}$$

இதனை uvr ஆல் பிரிக்க

$$\text{அப்பொழுது} \quad \frac{2}{r} = \frac{1}{v} + \frac{1}{u} \quad \text{பெறப்படும்}$$

$$\text{அதாவது} \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f}$$

குறுக்குப்பெருக்கத்தினால்

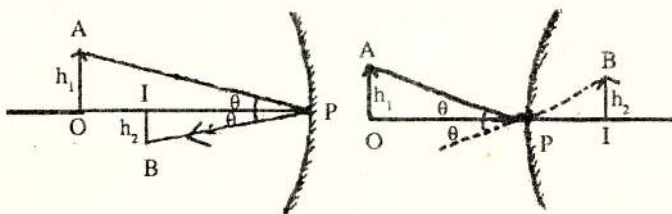
$$\begin{aligned} -uv + vr &= -ur + uv \\ ur + vr &= 2uv \end{aligned}$$

இதனை $u v r$ இனால் பிரிக்கும்பொழுது

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r} = \frac{1}{f} \text{ பெறப்படும்.}$$

எனவே இரு கோளவாடிகளுக்கும் ஆடிச்சூத்திரம் ஒரே மாதிரியானதாகும்.

நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கம்



(a) படம் 117 (b)

விம்பத்தின் உயரத்துக்கும் பொருளின் உயரத்துக்கும் உள்ளவிகிதம் உருப்பெருக்கம் எனப்படும். உருப்பெருக்கம் m ஆலும் விம்பத்தின் உயரம் h_2 ஆலும், பொருளின் உயரம் h_1 ஆலும் குறிக்கப்படின்.

$$m = \frac{h_2}{h_1} \text{ ஆகும்}$$

படம் 117 (a) இலும் (b) இலும் OA பொருளையும் IB விம்பத்தையும் குறிக்கின்றன.

முக்கோணங்கள் AOP உம் BIP உம் வடிவொத்தன.

$$\therefore \frac{IB}{OA} = \frac{IP}{OP}$$

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{v}{u}$$

$$\therefore m = \frac{v}{u}$$

இதனை $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்னுள் சமன்பாட்டில் பிரதியிடுக

அப்பொழுது

$$m = \frac{v}{f} - 1 \text{ உம் ; } \frac{1}{m} = \frac{u}{f} - 1 \text{ உம் பெறப்படும்.}$$

மேற்பரப்பு உருப்பெருக்கம்

பொருளுக்கு நீளமும் அகலமும் இருப்பின், ஆடியின் தலைமை அச்சுக்குச் செங்குத்தாக பொருள் இருக்கும் பொழுது பெறப்படும் விம்பம் நீளத்திலும் அகலத்திலும் உருப்பெருக்கம் அடையும்.

$$\begin{aligned} \text{மேற்பரப்பு உருப்பெருக்கம்} &= \frac{(\text{விம்பத்தின் நீளம்}) \times (\text{விம்பத்தின் அகலம்})}{(\text{பொருளின் நீளம்}) \times (\text{பொருளின் அகலம்})} \\ &= \frac{v}{u} \times \frac{v}{u} = \frac{v^2}{u^2} = m^2 \end{aligned}$$

நீயூற்றனின் சூத்திரம்

பொருட்டீரமும் விம்பதூரமும் ஆடியின் முனைவில் இருந்து அளக்கப்படாது குவியத்திலிருந்து அளக்கப்படுவதைக்கருத்திற்கொள்க. குவியத்திலிருந்து பொருளின் தூர்ம் x_1 எனவும் விம்பத்தின் தூரம் x_2 எனவும் கொள்க

அப்பொழுது:

$$\begin{aligned} x_1 &= u - f ; \quad x_2 = v - f \\ \therefore x_1 x_2 &= (u - f)(v - f) \\ x_1 x_2 &= uv - f(u + v) + f^2 \quad \text{----- (1)} \end{aligned}$$

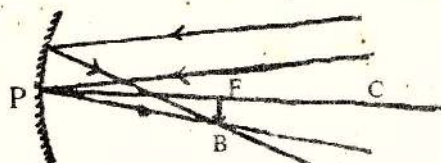
$$\text{ஆனால் } \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{ஆனால் } \frac{u + v}{uv} = \frac{1}{f}$$

$$\text{அது, } f(u + v) = uv \text{ அல்லது } uv - f(u + v) = 0$$

இனி, $uv - f(u + v) = 0$ என்பதை சமன்பாடு (1) இல் பிரதியிடுக.

$$\text{அப்பொழுது } x_1 x_2 = f^2 \text{ பெறப்படும்} \quad \text{----- (2)}$$

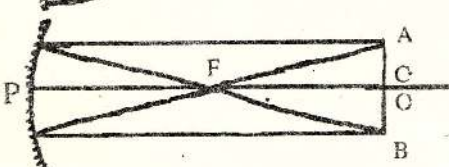
x_1 இனதும் x_2 இனதும் பெருக்கம் ஒரு மாறிலியும் நேரனதுமாகும். ஆகவே பொருளும் விம்பமும் குவியத்தின் ஒரு பக்கத்திலேயே இருக்கவேண்டுமாகும்.



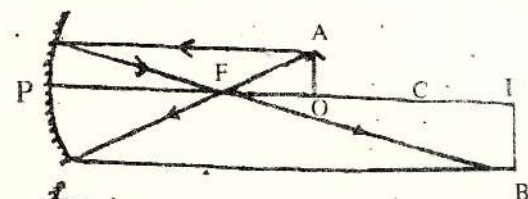
1. பொருள் முடிவிலியில் விம்பம் F இல்: மெய்யானது தலைகீழானது, சிறியது.



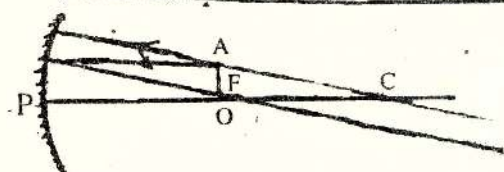
2. பொருள் C க்கு அப்பால்; விம்பம் C இற்கும் F இற்குமிடையில் மெய்யானது. தலைகீழானது. சிறியது.



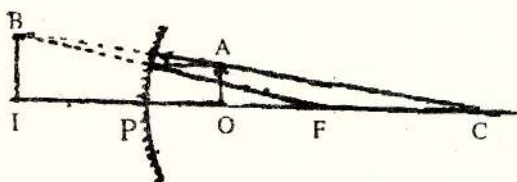
3. பொருள் C இல் விம்பம் C இல், மெய்யானது தலைகீழானது பொருளள வானது.



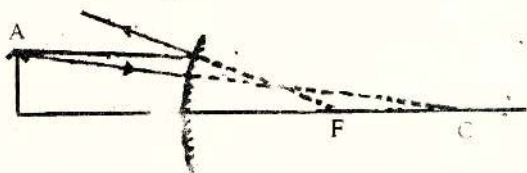
4. பொருள் C க்கும் F க்கு மிடையில் விம்பம் C க்கு வெளியே மெய்யானது. தலைகீழானது உருப்பெரு த்தது.



5. பொருள் F இல் விம்பம் முடிவிலியில்.



6. பொருள் F க்கும் P க்கும் இடையில் விம்பம் ஆடியின் பின்னே மாயமானது, நிமிர்ந்தது, உருப்பெரு த்தது.

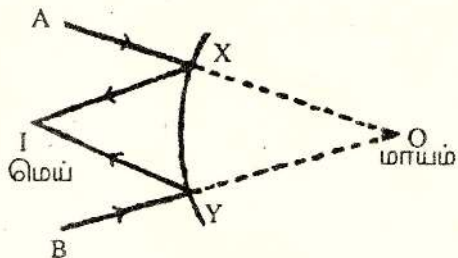


7. குவிவாடியில் பொருளின் எந்நிலைக்கும். விம்பம் ஆடிக்குப் பின்னே மாயமானது. நிமிர்ந்தது. உருக்கியுத்தது.

குவிவாடியும் மாயப்பொருளும்

குவிவாடி எப்பொழுதும் ஒரு பொருளின் மாய-விம்பத்தையே உண்டாக்கும். ஆயினும் சில சந்தர்ப்பங்களில் குவிவாடி ஒரு மாயப்பொருளின் மெய்விம்பத்தையும் உண்டாக்கும். அதற்குரிய கதிர்ப்படம் படம் 119 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒரு புள்ளியில் போய் ஒருங்கத் தக்க கற்றை அதாவது AX, BY இனால் எல்லைப்படுத்தப்பட்ட ஒளிக்கற்றை ஆடியில்படின். அது தெறிப்படைந்து I இல் ஒரு மெய்விம்பத்தை உண்டாக்கும்.

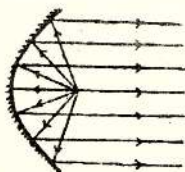


ஆடியின் உபயோகங்கள் —

படம் 119

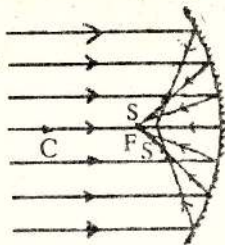
1. குவிவாடிகள் முகச்சவரஞ் செய்யும் பொழுது முகத்தைப் பார்ப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படுகின்றது. ஏனெனில் இங்கு முகம் ஆடிக்குக் கிட்ட அதன் முனைவுக்கும் குவியத்துக்குமிடையில் இருக்கும். அப்பொழுது முகத்தின் உருப்பெருத்த மாயவிம்பம் தோன்றும்.
2. குவிவாடிகள் மோட்டார் வாகனங்களில் கார்ச்சாரதிகள் இலகுவாகத் தங்களுக்குப்பின் உள்ள பொருள்களைப் பார்க்கப்பயன்படும் இத்தகைய ஆடி கார்ச்சாரதியின் வலப்பக்கத்தில் காருக்கு வெளியேபொருத்தப்படும். அப்பொழுது தெருவில் பின்னே வரும் வாகனங்களின் உருச்சிறுத்த விம்பங்கள் ஆடிக்குள் தெரியும். மேலும் ஆடியினூடு பார்க்கத்தக்க புலமும பெரிதானதாக இருக்கும்.
3. தளவாடிகள் அணிமேசைகளில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் அவற்றினூடு நிமிர்ந்த மாய, பொருளளவு விம்பம் தோன்றும்.

பரவளைவுத் திண்ம ஆடி



படம் 120

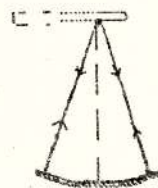
பரவளைவுத் திண்ம ஆடியில் அகன்ற சமாந்தர ஒளிக்கற்றை தலைமை அச்சக்குச் சமாந்தர மாகப் படுமாயின், அக்கற்றை தெறிப்படைந்து அதன் குவியத்தில் சந்திக்கும். இத்தகைய தன்மையின் காரணத்தால் இது துருவ விளக்குகளில் உபயோகிக்கப்படுகிறது.



படம் 121

ஒரு குழிவாடியில் அகன்ற சமந் தரக்கற்றை படிண் அவற்றின் தெறிகதிர்கள் ஒரு புள்ளியில் சந்திக் கமாட்டா: ஆனால் அத் தெறிகதிர்கள் குழிவாடியின் குவியத்தின் உச்சியை யுடையதான ஓர் எரிநிலை மேற்பரப்பைத் தொடுவதைப் போல் தோற்றும் (படம் 121). எனவேதான் இவ்வாடி துருவுவிளக்குகளில் உபயோகிக்கப்படுவதிக்கலை.

ஆடிகளின் குவியத்தூரம் வளைவினாரை என்பவற்றைத் துணிடல். குழிவாடி: முறை O என்னும் ஊசி ஆடிக்கு மேல்பிடிக்கப்பட்டு மேலும் கீழும் நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது ஒரு கட்டத்தில் ஊசியும் அதன் விம்பமும் ஒரு கோட்டில் பொருந்துவது போல் தோற்றும். இந்நிலையில் செப்பமாக இடம்புக இடமாறு தோற்றவழு இல்லாதவாறு ஊசியும் விம்பமும் பொருந்துமாறு சரி செய்யப்படும். அப்பொழுது ஊசிக் கும் ஆடியின் முனைவுக்கும் உள்ள தூரம் ஆடியின் வளைவினாரையைத் தரும். இதிலிருந்து $f = \frac{r}{2}$ ஐ உபயோகித்து f துணியப்படும்.



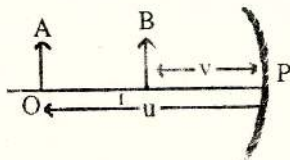
படம் 122

இப் பரிசோதனையில் r ஐ அளக்கும்பொழுது வழி ஏற்படலாம். அது மட்டுமன்றி இடமாறு தோற்றத்துக்குச் சரி செய்யும் பொழுதும்வழி ஏற்படலாம். பலமுறை பெற்ற வாசிப்புகளின் சராசரியைக்கொண்டு உண்மை r இனை அறியலாம்.

முறை நூது

இணைக்குவியங்கள்

பொருளினது இடமும் விம்பத்தினது இடமும் பரிவர்த்தனை செய்யத்தக்கதாக அமையின் அவ்விடங்கள் இணைக்குவியங்கள் எனப்படும்.



படம் 123

OA என்னும் ஊசி ஆடிக்கு முன் வைக்கப்பட்டு அதன் விம்பம், IB என்னும் துருவ ஊசியால் இடமாறு தோற்ற வழுவின்றிக் காணப்படும். அப்பொழுது பொருளின் தூரம் u வும் விம்பத்தின் தூரம் v உடம் அளக்கப்படும். இவ்விடங்கள் இணைக்குவியங்களாதலால் v ஆனது u ஆகவும் u ஆனது v ஆகவும் மாறும். ஆகவே ஒரு தர்கத்தில் ஒரு சோடி u க்களும் v க்களும் பெறப்படும். இவ்வாறு பொருளின் வெவ்வேறு நிலைகளுக்கு u க்களும் v க்களும் அளக்கப்பட்டு அட்டவணைப்படுத்தப்படும். அட்டவணை வருமாறு அமையும்.

u / cm	v / cm	$\frac{1}{u}$ / cm ⁻¹	$\frac{1}{v}$ / cm ⁻¹	$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$	$f = \frac{uv \text{ cm.}}{u+v}$

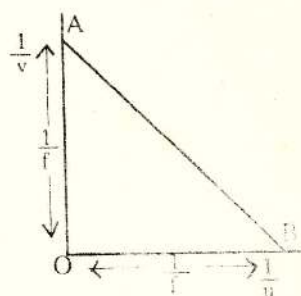
அட்டவணையிலுள்ள இறுதி நிரலிலுள்ள f இன்களினது சராசரியை பெறுமானம் f இன் திருத்தமான பருமனைத் தரும். இது சூத்திரத்தைக் கொண்டு பெற்ற பெறுமானமாகும்.

வரைபு முறை:

$$(a) \frac{1}{v} \text{ ஐ } Y \text{ அச்சிலும் } \frac{1}{u} \text{ ஐ } X \text{ அச்சிலும்}$$

கொண்டு ஒரு வரைபு அமைக்கப்படும் பொழுது அது படம் 124 இல் காட்டியவாறு அமையும்; இங்கு வெட்டுத்துண்டுகள் OA, OB முறையே $\frac{1}{f}$ இற்குச்

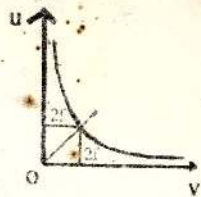
சமனாகும்.



படம் 124

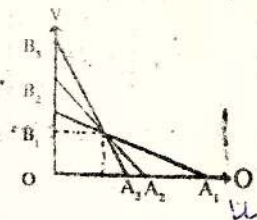
$$\therefore f = \frac{1}{OA} = \frac{1}{OB}$$

(b) u ஐ Y அச்சிலும் v ஐ X அச்சிலும் கொண்டு வரை பொன்று அமைக்கப்படும் யொழுது அது ஒரு நேர்கோண அதிபரவளைவாக அமையும். (படம் 125). நேர்கோணம் XOY இன் இருசமவெட்டி வரைபை வெட்டும் புள்ளியினது ஆள்கூறுகள் $2f, 2f$ ஆகும். அதிலிருந்து f துணியப்படும்.



படம் 125

(c) v இன் பெறுமானங்களை Y அச்சிலும், u இன் பெறுமானங்களை X அச்சிலும் குறிக்க. பின்பு இவ்வாறு u இனது பெறுமானத்தைக் குறிக்கும் புள்ளியையும் அதற்கொத்த v இன் பெறுமானத்தைக் குறிக்கும் புள்ளியையும் ஒவ்வொரு நேர்கோட்டால் இணைக்க. இக்கோடுகள் ஒரு புள்ளி P இல் வெட்டும். P இன் ஆள்கூறுகள் f, f ஆகும். இவ்வாறு f துணியப்படும். இதைவருமாறு நிறுவிக் காட்டலாம்.



படம் 126

நிறுவல்

P இன் ஆள்கூறுகள் x, y என்க.

$$OA_1 = u_1; OB_1 = v_1$$

ஒரு நேர்கோட்டின் சமன்பாட்டிலிருந்து

$$\frac{x}{u_1} + \frac{y}{v_1} = 1$$

$$\therefore x + \frac{u_1}{v_1} y = u_1 \quad \text{----- (i)}$$

இவ்வாறு $OA_2 = u_2; OB_2 = v_2$; அத்துடன் P ஆனது $A_2 B_2$ என்னும் நேர்கோட்டிலும் இருக்கின்றது

$$y = 1$$

$$\therefore x + \frac{u_2 y}{v_2} = u_2 \quad \text{--- (ii)}$$

$$(i) - (ii) \left(\frac{u_1}{v_1} - \frac{u_2}{v_2} \right) y = u_1 - u_2 \quad \text{--- (iii)}$$

அத்துடன் $\frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f}$

அல்லது $\frac{u_1}{v_1} + 1 = \frac{u_1}{f}$

$$\frac{u_1}{v_1} = \frac{u_1}{f} - 1$$

$$\frac{1}{v_2} + \frac{1}{u_2} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{u_2}{v_2} = \frac{u_2}{f} - 1$$

$\frac{u_1}{v_1}$ இனதும் $\frac{u_2}{v_2}$ இனதும் பெறுமானங்களை (iii) இல் பிரதியிடுக

$$\left(\frac{u_1}{f} - 1 - \frac{u_2}{f} + 1 \right) y = u_1 - u_2$$

$$(u_1 - u_2) \frac{1}{f} y = u_1 - u_2$$

$$y = f$$

இதேபோல் $x = f$ எனக் காட்டலாம்.

$$\therefore f = x = v$$

$\therefore P$ இன் ஆள்கூறுகள் f, f ஆகும்.

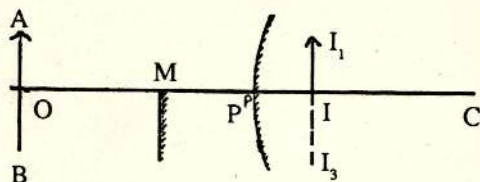
கோளமானி முறை

இது இருவகை ஆட்களினதும் வளைவினாரைகளை துணியப்பயன்படுத்தப்படும்.

கோளமானியை கோளமேற்பரப்பில் வைத்து அதன் நிலையாக **உள்ளிக்** கால்களையும், அசையும் நடுக்காலையும் கோள்ரம்பைத்தொடத்தக்கவறு சரிசெய்க. அப்பொழுது கோளமானியின் **வாழிப்பை** எடுத்துக் கோளமானியை

ஒரு குவிவில்லைக்கு முன் O என்னும் பொருளை வைத்து அதன் மெய்விம்பத்தைக் காண்க. அது C இல் இருக்கிறதாகும். பின்பு M என்னும் குவிவாடியை L க்கும் C க்கும் இடையே வைத்து O வில் விம்பம் வைக்கக்கவாறு Mஐச் சரிசெய்க. அப்பொழுது வில்லையில் முறிவடைந்து செல்லும் கதிர்கள் ஆடியில் செங்குத்தாக அவ்வப் புள்ளிகளில் விழுகின்றனவாகும். இதனால் கதிர்கள் ஆடியில் தெறிப்படைந்த பின் வந்த பாதையில் திரும்புகின்றனவால் விம்பம் O வில் ஏற்படுகின்றது. இதனால் ஆடியில் படும் கதிர்கள் ஆடிக்குப் பின்னால் நீட்டப்படின் C இல் சந்திக்கும் ஆகவே PC ஆடியின் வளைவினாரை r ஆகும் பரிசோதனையை O வின் வெவ்வேறு நிலையங்களுக்குச் சரி செய்து r இன் சராசரிப் பெறுமானத்தைக் கணித்துக் கொள்க. இதிலிருந்து $f = \frac{r}{2}$

முறை : II



படம் 129

AB என்னும் பொருளைக் குவிவாடிக்கும் M என்னும் தளவாடிக்கும் முன்னால் வைக்குக. குவிவாடிக் கூடாகத் தோற்றும் AB இன் விம்பம் I_1 உம், தளவாடிக் கூடாகத் தோற்றும் அதன் விம்பம் I_2 உம் இடமாறு தோற்ற வழுவின்றிப் பொருந்தும் வரை M ஐச் சரிசெய்க,

அப்பொழுது PO = u ஆகும்.

$$\begin{aligned} PI &= MI - MP = MO - MP \text{ ஆகும்.} \\ &= MO - MP = v \end{aligned}$$

இப்பெறுமானங்களை அளந்து $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்னுஞ்சூத்திரத்தில்

u, v க்களுக்குப் பிரதிபிட்டு f ஐத் துணிக. இதிலிருந்து $r = 2f$ ஐக் கொண்டு ஐயும் காண்க. குறிவழக்கை கவனித்துக்கொள்க.

உத்தி கணக்குகள்

1. 10cm. நீளமுள்ள ஒரு நேர்கோட்டுப் பொருள் 40cm வளை வினாரையுடைய குழிவாடியினது அச்சின் வழியே கிடக்கின்றது. பொருளின்

கிட்டிய முனை ஆடியிலிருந்து 25cm தூரத்தில்உளது. விம்பத்தின் நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கத்தைக் கணிக்க.

முதற் பொருளினது கிட்டிய முனையின் விம்ப தூரத்தைக்காண்க.

இங்கு $u = +25 \text{ cm}$

பழைய தெக்காட்டின் குறிவழக்கின் படி)

$$f = +20 \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{+25} = \frac{1}{+20}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{25}$$

$$= \frac{5 - 4}{100} = \frac{1}{100}$$

$$\therefore v = 100 \text{ cm}$$

ஆடிக்கு முன்னால் இம்முனையின் விம்பத்தின் தூரம் = 100 cm இனி பொருளினது எட்டிய முனையின் விம்பதூரத்தைக் காண்க. இங்கு

$$u = + (20 + 25) = +45 \text{ cm}$$

$$f = +20 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{45} = \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{1}{20} - \frac{1}{45}$$

$$= \frac{9 - 4}{180} = \frac{5}{180}$$

$$v = 36$$

ஆடிக்கு முன்னால் எட்டிய முனையினது விம்பதூரம் = 36 cm

$$\therefore \text{விம்பத்தின் நீளம்} = 100 - 36 = 64 \text{ cm.}$$

$$\therefore \text{உருப்பெருக்கம்} = \frac{64}{20} = 3.2$$

2. ஒரு குழிவாடி பொருளொன்றின் இரு மடங்கு உருப்பெருக்க முள்ள விம்பத்தை ஒரு திரையில் உண்டாக்குகின்றது. பொருளும் திரையும் இப்பொழுது நான்கு மடங்கு உருப்பெருக்கமுள்ள விம்பத்தைப் பெறும் பொருட்டு நகர்த்தப்படுகின்றன. அப்பொழுது திரை 20 cm க் கூடாக நகர்த்தப்பட்டன், பொருளின் நகர்வையும் ஆடியின் குவியத்தூரத்தையும் காண்க.

இங்கு $m = \frac{v}{f} - 1$ என்னும் சூத்திரத்தை உபயோகிக்க.

$$2 = \frac{v}{f} - 1 \quad \text{_____ (1)}$$

$m = 4$ ஆகும்பொழுது, விம்பதூரம் $v + 20$ ஆகும்.

$$\therefore 4 = \frac{v + 20}{f} - 1 \quad \text{_____ (2)}$$

$$3f = v \quad \text{_____ (3)}$$

$$5f = v + 20 \quad \text{_____ (4)}$$

$$(4) - (3) \quad 2f = 20$$

$$f = 10 \text{ cm}$$

(3) இலிருந்து $v = 30 \text{ cm}$,

அத்துடன் $v + 20 = 50 \text{ cm}$

$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ இல் v, f இன் பெறுமானங்களை பிரதியிடுக.

$$\frac{1}{30} + \frac{1}{u} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{10} - \frac{1}{30} = \frac{3-1}{30} = \frac{2}{30}$$

$$\therefore u = 15$$

அடுத்து $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ இல்

$$\frac{1}{50} + \frac{1}{u} = \frac{1}{10}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{1}{10} - \frac{1}{50} = \frac{5-1}{50}$$

$$= \frac{4}{50}$$

$$\therefore u = 12.5$$

$$\therefore \text{பொருளின் நகர்வு} = 15 - 12.5 = 2.5 \text{ cm.}$$

3. ஒரு குவிவாடியிலிருந்து ஒரு பொருள், 30cm தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. குவிவாடியின்குவியத்தாரம் 20cm ஆயின் விம்பத்தாரத்தையும் உருப்பெருக்கத்தையும் காண்க.

பழைய தெக்காட்டுக் குறிலழக்கின்படி

$$u = 30 \text{ cm}$$

$$f = -20 \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல் இவற்றைப்பிரதியிடுக.}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{30} = -\frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{v} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{30} = -\frac{3-2}{60}$$

$$= -\frac{5}{60}$$

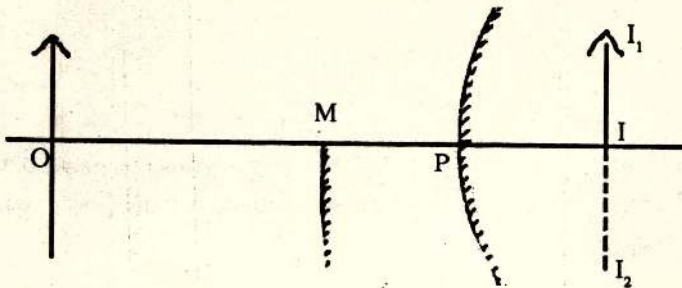
$$\therefore v = -12 \text{ cm.}$$

\therefore விம்பம் ஆடிக்குப் பின்னால் 12 cm. தூரத்தில் உள்ளது.

$$\text{உருப்பெருக்கம்} = \frac{12}{30} = \frac{3}{5}$$

$$= 0.4 \text{ ஆகும்}$$

4. ஒரு குவிவாடிக்கு முன்னால் தூரத்தில் 40cm ஓர் ஊசி நிலைக்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு தளவாடித்துண்டு குவிவாடிக்கும் ஊசிக்குமிடையே பிடிக்கப்பட்டு நகர்த்தப்படும் பொழுது, குவிவாடியிலிருந்து 10 cm தூரத்தில் தளவாடி இருக்கும் பொழுது குவிவாடியினூடும் தளவாடியினூடும் தெரியும் விம்பங்கள் ஒரே நேர்கோட்டில் பொருந்தக் காணப்பட்டன. குவிவாடியின் வளைவினாரையைக் கணிக்க,



படம் 130

$$\begin{aligned} \text{இங்கு விம்பதூரம்} &= MI - MP \\ &= OM - MP \\ &= 30 - 10 = 20\text{cm}. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{குறிவழக்குப்படி;} \quad u &= +40 \\ v &= -20 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r} \quad \text{இல் } u, v \text{ க்குப் பெறுமானங்களைப் பிரதியிடுக.}$$

$$-\frac{1}{20} + \frac{1}{40} = \frac{2}{r}$$

$$\frac{-2+1}{40} = \frac{2}{r}$$

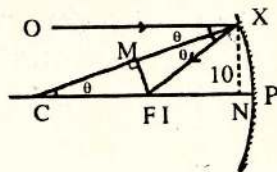
$$\frac{-1}{40} = \frac{2}{r}$$

$$r = -80$$

∴ குவிவாடியின் வளைவினாரை = 80 cm

5. 20cm அகலமுள்ள ஒரு சாந்தர ஒளிக்கற்றை தனது நடுக்கதிர் தலைமை அச்சில் இருக்கத்தக்கவாறு வளைவினாரையுடைய குழிவாடியொன்றிற் படுகின்றது. அப்பொழுது கற்றையின் எல்லைக் கதிர்கள் தலைமை அச்சில்

வெட்டும் புள்ளிக்கும் குவியத்துக்கும் இடையிலுள்ள தூரத்தைக் காண்க.



படம் 131

படம் 131 இல் காட்டியவாறு ΔCIX ஓர் இருசமபக்க முக்கோணமாகும். IM ஆனது CX க்குச் செங்குத்தாக வரையப்பட்டுள்ளது. எனவே கேத்திரகணிதப்படி.

$$CM = MX = \frac{26}{2} = 13 \text{ cm}$$

செங்கோண ΔCNX இல்

$$\text{சைன் } \theta = \frac{NX}{CX} = \frac{10}{26} = \frac{5}{13}$$

$$\therefore \text{கொசையின் } \theta = \frac{12}{13}$$

இப்பொழுது செங்கோண ΔCMI இல்

$$\text{கோசைன் } \theta = \frac{CM}{CI}$$

$$\begin{aligned} \therefore CI &= \frac{CM}{\text{கோசைன் } \theta} = \frac{13 \times 13}{12} \\ &= \frac{169}{12} = 14 \frac{1}{12} \end{aligned}$$

$$\therefore FI = CI - CF$$

$$= 14 \frac{1}{12} - 13 = 1 \frac{1}{12} \text{ cm}$$

தேர்வு வினாக்கள்

1. 10cm, 20cm; 25cm குவியத்தூரங்களையுடைய மூன்று கோளவாடிகளும் ஒரு தளவாடித்துண்டும் முறையே 20cm நீளமுள்ள நான்கு உருளைக் குழாய்களினது ஒவ்வொரு முனையிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இக் குழாய்கள் ஒவ்வொன்றினதும் மறுமுனையில் ஒரே பொருளை வைத்துப் பார்த்த பொழுது இரு குழாய்களில் தெரிந்த விம்பங்களுரேபரும னுடையனவாகவும் ஆனால் ஒன்று நிமிர்ந்ததாகவும் மற்றது தலைகீழானதாகவும், காணப்பட்டன. ஆகவே அவ்விரு குழாய்களுக்குள்ளி ருக்கும் ஆடிகள்
 - (i) ஒன்றில் 10 cm குவியத்தூரமுள்ள குழிவாடியும் மற்றதில் 25 cm குவியத்தூரமுள்ள ஒரு குவிவாடியுமாக இருக்கலாம்.
 - (ii) ஒன்றினில் 20 cm குவியத்தூரமுள்ள குழிவாடியும் மற்றதில் தளவாடித் துண்டுமாகவும் இருக்கலாம்.
 - (iii) ஒன்றினில் 10 cm குவியத்தூரமுள்ள குழிவாடியும் மற்றதில் தளவாடித் துண்டுமாகவும் இருக்கலாம்.
 - (iv) ஒன்றினில் 25 cm குவியத்தூரமுள்ள குவிவாடியும் மற்றதில் தளவாடித் துண்டுமாகவும் இருக்கலாம்.
 - (v) ஒன்றினில் 20 cm குவியத்தூரமுள்ள குழிவாடியும் மற்றதில் 25 cm குவியத் தூரமுள்ள குவிவாடியுமாகவும் இருக்கலாம்.
2. ஒரு குழிவாடியின் குவியத்தில் இருந்து குவியத்துக்கு வெளியேயுள்ள ஒரு பொருளின் தூரம் 25 cm ஆகும். இதன், விம்பத்தின் தூரம் பொருள் இருக்கும் பக்கமாக குவியத்திலிருந்து 9cm ஆகும். இக்குழிவாடியின் குவியத்தூரம்.
 - (i) 34 cm (ii) 15 cm (iii) 2.8 cm (iv) 50 cm (v) 45 cm
3. 20cm குவியத்தூரமுள்ள ஒரு குழிவாடிக்கு முன் ஒரு பொருள் இருக்கும் பொழுது அதன் நான்கு மடங்கு உருப்பெருக்கம் உள்ள விம்பம் ஒன்று பெறப்பட்டது, பொருள் $\frac{1}{4}$ மடங்கு உருப்பெருக்கம் உள்ள விம்பத்தைப் பெறுதற்கு விம்பம் அசையப்பட்ட தூரம்.
 - (i) 75 cm (ii) 25 cm (iii) 100 cm (iv) 80 cm (v) 20 cm
4. ஒரு குழிவாடியின் முன் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டு பொருட் றீரங்கள் u உம் மெய்விம்பதூரங்கள் v உம் அளக்கப்பட்டன. பின்பு (u + v) ஐ

Y அச்சிலும் uv ஐ X அச்சிலும் கொண்டு வரைபு அமைக்கப்படும் பொழுது பெற்ற நேர்கோட்டின் சாய்வு விகிதம் .05 ஆகும். ஆகவே ஆடியின் குவியத்தூரம் cm இல்

- (i) 40 (ii) 100 (iii) 50 (iv) 20 (v) 10

5. ஒரு குழிவாடிக்குமுன் பொருளொன்று வெவ்வேறு நிலைகளில் வைக்கப்பட்டு அதன் பொருட்டிரங்கள் u உம் அதற்குரிய மெய்விம்பங்களின் உருப் பெருக்கங்கள் m உம் அளக்கப்பட்டன. பின்பு உற்பத்தித் தானத்தைக் கொண்ட Y அச்சிலும் X அச்சிலும் $\frac{1}{m}$ உம் u வும் குறிக்கப்பட்டன. அப்பொழுது X அச்சில் ஒரு வெட்டுத்துண்டை ஆக்கும் ஒரு நேர்கோடு பெறப்பட்டது. இவ்வரைபிலிருந்து தரப்படும் கூற்றுக்களில் சரியானது எது?

- (a) வரைபின் சாய்வுவிகிதமும் X அச்சில் உள்ள வெட்டுத் துண்டும் குழிவாடியின் f ஐத் தரும்.
 (b) வரைபின் சாய்வு விகிதம் f ஐயும் X அச்சிலுள்ள வெட்டுத் துண்டு $\frac{1}{f}$ ஐயும்தரும்.
 (c) வரைபின் சாய்வுவிகிதம் $\frac{1}{f}$ ஐயும் X அச்சிலுள்ள வெட்டுத் துண்டு f ஐயும்தரும்.
 (i) a மட்டும் (ii) a உம் b உம் (iii) b உம் c உம்
 (iv) c மட்டும் (v) a உம் c உம்

6. ஒரு குவிவாடிக்கு முன் 5cm தூரத்தில் ஒரு தளவாடித்துண்டு வைக்கப்பட்டு ஒரு பொருள், குவிவாடிக்கூடாகத் தெரியும் இதன் விம்பமும் தளவாடித் துண்டுக்கூடாகத் தெரியும் விம்பமும் ஒன்றும்படி சரி செய்யப்பட்டது அப்பொழுது பொருளின் தூரம் குவிவாடியிலிருந்து 25cm ஆகும் ஆகவே குவிவாடியின் வளைவினாரை cm இல்
 (i) 37.5 (ii) 30 (iii) 20 (iv) 50 (v) 75

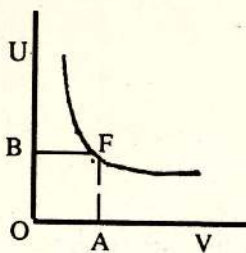
7. பின்வரும் கூற்றுக்களுள் மிகச் சரியானவை எவை?

- (a) ஒரு குவிவாடியில் எப்பொழுதும் மாய விம்பத்தையே பெறலாம்.
 (b) ஒரு குவிவாடியில் எப்பொழுதும் பொருளொன்றின் மாயவிம்பம் தோன்றலாம். ஆயினும் ஒர் ஒருங்கு ஒளிக்கற்றையைக் கொண்டு மெய்விம்பத்தையும் பெறலாம்
 (c) ஒரு குழிவாடியில் பொருளொன்றின் மாயவிம்பத்தையும் பெறலாம். மெய்விம்பத்தையும் பெறலாம்.
 (i) a (ii) a, b (iii) a, c (iv) c (v) b, c

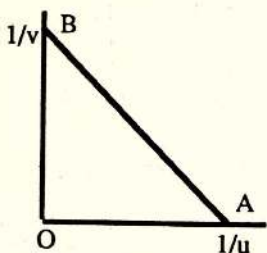
8. ஒரு குழிவாடியில் உருச்சிறுத்த தலைகீழான மெய் விம்பத்தைப் பெறுதற்கு

- பொருள் C க்கு அப்பாலும் விம்பம் C க்கும் f க்கும் இடையிலும் இருத்தல் வேண்டும்.
- பொருளும் விம்பமும் C க் கப்பால் இருத்தல் வேண்டும்.
- பொருளும் விம்பமும் C இல் இருத்தல் வேண்டும்.
- பொருள் C க்கும் f க்கும் இடையிலும் விம்பம் C க் கப்பாலும் இருத்தல் வேண்டும்.
- பொருள் f இற்குள்ளும் விம்பம் ஆடிக்குப் பின்னாலும் இருத்தல் வேண்டும்.

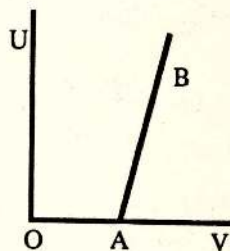
9. மேல் வரைபுகள் ஒரு குழிவாடிக்குக் கீறப்பட்டன. இவ்வரைபுகளிலிருந்து சில முடிபுகள் தரப்பட்டன. அவற்றுள் சரியானவை எவை?



(a)



(b)



(c)

படம் 132

(d) வரைபு (a) இல் $OA = f$; $OB = f$; அத்துடன் வரைபு (b)

$$\text{இல் } OA = \frac{1}{f}; \quad OB = \frac{1}{f}$$

(e) வரைபு (a) இல் $OA = 2f$; $OB = 2f$ அத்துடன் வரைபு

$$(b) \text{ இல் } OA = \frac{1}{f}; \quad OB = \frac{1}{f}$$

(f) வரைபு (b) இல் $OA = \frac{1}{2f}$; $OB = \frac{1}{2f}$ அத்துடன் வரைபு

$$C \text{ இல் } OA = f$$

(g) வரைபு (a) இல் $OA = 2f$; $OB = 2f$ அத்துடன் வரைபு

$$(c) \text{ இல் } OA = f$$

$$(i) \text{ d உம் f}$$

$$(ii) \text{ e உம் f உம்}$$

$$(iii) \text{ d உம் g உம்}$$

$$(iv) \text{ f உம் g உம்} \quad (v) \text{ e உம் g உம்}$$

10. துருவிளக்குக்கு உகந்ததாக அமையும் ஓர் ஆடி

(i) குழிவாடி

(ii) குவிவாடி

(iii) பரவளைவுத்திண்ம ஆடி

(iv) தளவாடி

(v) செங்கோண அரியம்

11. கோள ஆடியில் செய்யப்பட்ட பரிசோதனையின் போது பெறப்பட்ட u, v பெறுமா னங்களைக் கொண்டு X அச்சில் $\left(\frac{v+1}{v}\right)$ ஐயும் Y அச்சில் $\left(\frac{u+1}{u}\right)$ ஐயும் கொண்டு வரைபு அமைக்கப்பட்டது. வரைபின் Y அச்சில், வெட்டுத்துண்டு C சாய்வுவீதம் m எனின்

$$(i) \text{ ஆடியின் } f = \frac{1}{C-2}, \quad m = -1$$

$$(ii) \text{ ஆடியின் } f = \frac{1}{C+2}, \quad m = f$$

$$(iii) \text{ ஆடியின் } f = C+2, \quad m = \frac{1}{f}$$

$$(iv) \text{ ஆடியின் } f = \frac{1}{C-2}, \quad m = -2$$

$$(v) \text{ ஆடியின் } f = \frac{1}{2+C}, \quad m = 1$$

வினாக்கள்

1. ஒரு பொருள் (i) 6 cm (ii) 3 cm தூரத்தில் 5 cm குவியத்தூரமுள்ள ஒரு குழிவாடிக்கு முன் வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் அளவுத்திட்டத்துக்கேற்ப விம்பத்தைக் கீறி கணிப்பு முறையால் விம்ப தூரத்தையும் உருப்பெருக்கத்தையும் காண்க.

$$[\text{விடை : (i) } 30, m = 5 \quad (\text{ii) } 7.5, m = 2.5]$$

2. ஒரு குவிவாடியின் குவியத்தூரம் 16cm. ஆடியிலிருந்து பொருட்டூரம் (i) 20cm, (ii) 8cm ஆக இருக்கும் பொழுது விம்பத்தை அளவுத்திட்டப்படி கீறி கணிப்பு முறையாக விம்பதூரத்தையும் உருப்பெருக்கத்தையும் காண்க.

$$[\text{விடை : (i) } 8 \frac{8}{9}, m = \frac{4}{9} \quad (\text{ii) } 5 \frac{1}{3}, m = \frac{2}{3}]$$

3. ஒரு பொருள் ஒரு குழிவாடியின் தலைமை அச்சில் வைக்கப்பட்டு மும்மடங்கு உருப்பெருக்கமுள்ள ஒரு மாயவிம்பம் முதலாகவும் பின்பு அதே உருப்பெருக்கமுள்ள ஒரு மெய் விம்பமும் பெறப்பட்டது. குழி வாடியின் வளைவினாரை 6 cm ஆயின் இரு விம்பங்களுக்குமிடையேயுள்ள தூரத்தைக் காண்க.

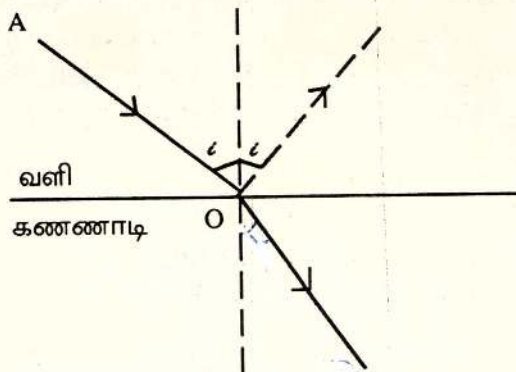
$$[\text{விடை : } 3b]$$

4. 12 cm நீளமுள்ள ஒரு கோல் குவிவாடியொன்றின் தலைமை அச்சில் கிடத்தப்பட்டது, அதன் வளைவினாரை 6 cm ஆகும். ஆடியிலிருந்து கோலின் கிட்டியமுனை 4 cm ஆகும். ஆடியில் கோலின் நீளத்தைக் காண்க.
[விடை: 0.83 cm]
5. ஒரு குழிவாடியால் பொருளொன்றின் மும்மடங்கு உருப்பெருக்கப்பட்ட விம்பம் ஒரு திரையில் பிடிக்கப்பட்டுள்ளது. பின்பு பொருளின் நான்கு மடங்கு உருப்பெருக்கமுள்ள விம்ப மொன்றைப் பெறும் முகமாக பொருளும் திரையும் நகர்த்தப்பட்டுள்ளது. அப்பொழுது திரை 30cm நகர்த்தப்பட்டிருப்பின் ஆடியின் குவியத்தூரத்தையும் பொருளின் நகர்வையும் காண்க.
[விடை : 30, 2.5 cm]
6. (i) குழிவாடியின் (ii) குவிவாடியின் குவியத்தூரத்தைத் திருத்தமாக அளப்பதற்குகந்த முறையை விளக்கிப் பின் விவரிக்க.
7. ஒரு குவிவாடிக்கு $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்னும் சூத்திரத்தைப் பெறுக.
ஓர் ஒளிர் பொருள் 30 cm தூரத்தில் ஒரு குவிவாடியிலிருந்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஒரு தளவாடி, இரு ஆடிகளினூடும் தோற்றும் விம்பங்கள ஒன்றத்தக்க வாறு சரிசெய்யப்பட்டுள்ளது அப்பொழுது தளவாடி பொருளிலிருந்து 22cm தூரத்திலிருப்பின் குவிவாடியின் வளைவினாரை என்ன?
[விடை : 52.5 cm]
8. (a) கோளமானி முறையால் (b) ஒளியியல் முறையால் ஒரு குவிவாடியின் வளைவினாரையை எவ்வாறு துணியலாம்?
இரு சமாந்தர ஒளிக்கதிர்கள் 10cm. வளைவினாரையுடைய குழிவாடியில் தெறிப்புறுகின்றன. ஒரு கதிர் தலைமை அச்சக்கருகில் செல்கின்றது. மற்றது தலைமை அச்சிலிருந்து 6cm உயரத்தில் செல்கின்றது. தெறிப்புற்றபின் இக்கதிர்கள் தலைமை அச்சில் சந்திக்கும் புள்ளிகளுக்கிடையே யுள்ள தூரத்தைக் காண்க.
[விடை: 1.25 cm]
9. 5cm வளைவினாரையுடைய ஒரு குழிவாடியின் வட்ட ஓரத்தின் ஆரை. 4cm ஆகும். இதன் விளிம்பைச் சுற்றியிருக்கும் பகுதியொன்றைத் தவிர மற்ற எல்லாப் பாகங்களும் கறுப்பாக்கப் பட்டுள்ளது. தலைமை அச்சக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும் ஓர் ஒளிக்கற்றை ஆடியில் விழுகின்றது. ஒளிமு தலச்சில் வந்து குவியும் புள்ளிக்கும் வளைவுமையத்துக்கு மிடையேயுள்ள தூரத்தைக்காண்க.
[விடை: $4\frac{1}{6}$ cm]

அலகு 3.9

தளமேற்பரப்புக்களில் ஒளிமுறிவு

ஒர் ஊடகத்தினூடு செல்லும் ஒர் ஒளிக்கற்றை அவ்வூடகத்திலிருந்து இன்னோர் ஊடகத்தைப் பிரிக்கும் மேற்பரப்பின் மீது விழும் பொழுது அதன்



படம் 133

ஒரு பகுதி வந்த ஊடகத்தினுள் தெறிப்புறு கின்றது. மீதி அடுத்த ஊடகத்தினுட்புகுகின்றது. இவ் வொளி இரண்டாம் ஊடகத்தினுள் புகும்பொழுது புகும் புள்ளியில் முறிவடைகின்றது. ஒளிக்கற்றையின் இம் முறிவு ஒளிமுறிவு எனப்படும். இத்தோற்றப்பாடு படம் 133 இல் காட்டப்படுகின்றது. அங்கு படும் கதிரை AO வும் முறிகதிரை OB உம் படுகோணத்தை i உம் முறிவுக் கோணத்தை r உம் குறிக்கின்றன.

ஒளிமுறிவு இருவிதிகளுக்கிணங்க நிகழ்கின்றது அவ்விதிகளாவன: -

- (i) படுகதிர், முறிகதிர், படுபுள்ளியிலுள்ள செவ்வனுக்கு எதிர்ப்பக்கங்களிலிருக்கின்றனவும் அத்துடன் அக்கதிர்களும் செவ்வனும் ஒரு தளத்திலும் உள்ளனவாகும்
- (ii) தரப்பட்ட ஈர் ஊடகங்களுக்குப் படுகோணத்தின் சைனுக்கும் முறிவுக் கோணத்தின் சைனுக்கும் உள்ள விகிதம் ஒரு தரப்பட்ட நிறத்துக்கு ஒரு மாறிலியாகும்.

$$\text{அதாவது } n = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} \quad (\text{சினெலின் விதி})$$

இங்கு n என்னும் மாறிலி ஒருதரப்பட்ட நிறத்துக்கு, முதலாம் ஊடகம் சார்பாக இரண்டாம் ஊடகத்தின் முறிவுக் கூட்டி எனப்படும். எந்த ஈர் ஊடகங்களுக்கும் இதன் பெறுமானம் படுகதிரின் நிறத்தில் பொறுத்த தொன்றாகும். சிவப்புக்கு குறைவாகவும் திருசியத்தில் காணப்படும் நிறங்களினது ஒழுங்கின்படி படிப்படியாகக்கூடி ஊதாவுக்கு உயர்வாகவும் இருக்கும். ஆனால் இப்பெறுமானங்களுக்கிடையேயுள்ள வித்தியாசம் மிகமிகச்சிறிதாகும் ஒளியின் நிறம் குறிக்கப்படாவிடில், மஞ்சள் ஒளிக்குரிய n இன் பெறுமானமே முறிவுக் கூட்டியின் பெறுமானமெனக் கொள்ளப்படும்

மேலும் a என்னும் ஊடகத்தில் செல்லும் ஒளிக்கதிர் b என்னும் ஊடகத்தினூடு முறிவுபெற்றுச் செல்லும்பொழுது, இங்கு முறிவுக் கூட்டி என்னும்பொழுது a சார்பாக b இன் முறிவுக்கூட்டி $n_1 n_2$ ஆகும். இவ்வாறு $n_1 n_2$ என்னும் பொழுது ஊடகம் 1 சார்பாக ஊடகம் 2 இன் முறிவுக்கூட்டி ஆகும் அத்துடன் படுகதிர் 1 இலும் முறிகதிர் 2 இலும் இருக்கின்றன வென்பதும் புலப் படும்.

தனிமுறிவுக்கூட்டி

வெற்றிடத்திலிருந்து செல்லும் ஓர் ஒளிக்கதிர் திரவிய ஊடக மொன்றிற்கூடாக முறிவடைந்து செல்லும்பொழுது வெற்றிடம் சார்பாகத் திரவியத்தின் முறிவுக்கூட்டி பெறப்படும். இது தனி முறிவுக்கூட்டி எனப் பெயர்பெறும். அப்பொழுது n என்னும் தனிக் குறியினால் இது குறிக்கப்படும். செய்முறையில் வளிசார்பாக ஒரு திரவியத்தின் முறிவுக்கூட்டியையே தனிமுறிவுக்கூட்டி எனக் கொள்ளப் படுகின்றது. இது திண்ம, திரவ ஊடகங்களுக்கு மிகப் பொருத்தமானதாகும்.

முறிவுக்கூட்டி வேகங்களின் விகித சார்பாகவும் வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

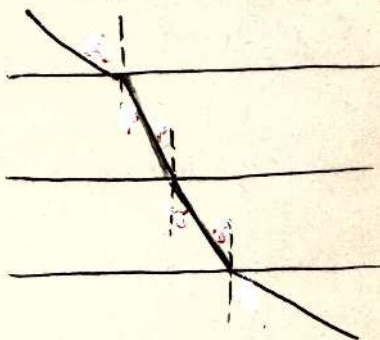
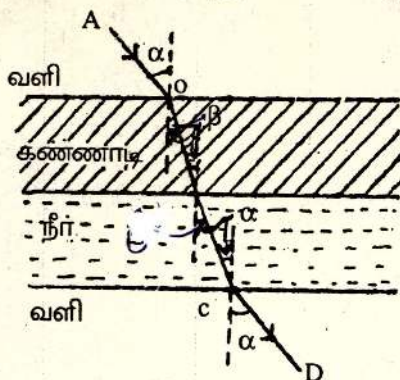
ஒளிக்கதிர் ஊடகம் 1 இலிருந்து ஊடகம் 2 இற்குள் முறிந்து செல்லும் பொழுது,

$$n_1 n_2 = \frac{\text{ஊடகம் 1 இல் ஒளியின் வேகம்}}{\text{ஊடகம் 2 இல் ஒளியின் வேகம்}} \text{ ஆகும்.}$$

இதேபோல ஒளி வெற்றிடத்திலிருந்து ஒரு திரவியத்திற்குள் முறிந்து செல்லும்பொழுது தனிமுறிவுக்கூட்டி

$$n = \frac{\text{வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம்}}{\text{திரவியத்தில் ஒளியின் வேகம்}}$$

வளியிலுள்ள AO என்னும் படுகதிரைக் கருத்திற் கொள்க இது கண்ணாடியின் எல்லையிற் பட்டு அதற்குள் முறிந்து செல்கின்றது.



படம் 134

இதிலிருந்து பின்பு நீருக்குள் முறிந்தும் இறுதியாக வளியில் வெளியேறுகின்றது இவ்வூகங்களின் எல்லைகள் சமாந்தரமாக இருப்பதால் வெளிப்படுகதிர் பரிசோதனையின்படி படுகதிர் AO இற்குச் சமாந்தரமாகவுளதாகும்.

$$\text{ஆகவே } \frac{\text{சைன் } \alpha}{\text{சைன் } \beta} \times \frac{\text{சைன் } \beta}{\text{சைன் } \gamma} \times \frac{\text{சைன் } \gamma}{\text{சைன் } \alpha} = 1$$

$$\therefore {}_a n_g \times {}_g n_w \times {}_w n_a = 1$$

$$\therefore {}_g n_w = \frac{1}{{}_a n_g \times {}_w n_a}$$

மேலும் ${}_w n_a = \frac{1}{{}_a n_w}$ என முன்பே தெரியுமாகும்.

$$\therefore {}_g n_w = \frac{{}_a n_w}{{}_a n_g}$$

$$\text{அல்லது } {}_w n_g = \frac{{}_a n_g}{{}_a n_w}$$

உதாரணமாக ${}_a n_g = 1.5$ எனவும்
 ${}_a n_w = 1.3$ எனவும் தரப்படின்

$$\begin{aligned} {}_w n_g &= \frac{{}_a n_g}{{}_a n_w} = \frac{1.5}{1.3} \\ &= 1.15 \text{ ஆகும்.} \end{aligned}$$

தனிமுறிவுச்சட்டியும் சினெலின் விதியும்

சினெலின் விதி சமச்சீராக வருமாறும் எழுதப்படும். ஒளிமுறிவு ஊடகம் 1 இலிருந்து ஊடகம் 2 இற்கு நிகழுமாயின், n_1 n_2 அவ்வூடகங்களின் தனிமுறிவுச் சட்டிகளுமாயின்

$${}_1n_2 = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

$${}_1n_v \times {}_v n_2 = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} \quad (\because v = \text{வெற்றிடம்})$$

$$\frac{1}{n_1} \times n_2 = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

$$\therefore \frac{n_2}{n_1} = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

$$\therefore n_1 \text{ சைன் } i = n_2 \text{ சைன் } r$$

சுருங்கக் கூறின் n சைன் $i =$ ஒரு மாறிலி

இங்கு n கதிர் செல்லும் ஊடகங்களின் தனிமுறிவுச் சட்டி களைக் குறிக்கும். i அவ்வூடகங்களிலுள்ள படுகோணங்களாகும்.

உதாரணம்:-

1.33 முறிவுச்சட்டி உடைய ஊடகத்தில் படுகோணம் 60° ஆக இருக்கும் கதிரொன்று 1.5 முறிவுச்சட்டியுடைய ஊடகத்தில் செல்லும்பொழுது முறிவுக் கோணம் என்னவாகும்?

n சைன் $i =$ மாறிலி என்பதை உபயோகிக்க

$$\therefore 1.33 \times \text{சைன் } 60^\circ = 1.5 \text{ சைன் } r$$

$$\text{சைன் } r = \frac{1.33}{1.5} \text{ சைன் } 60^\circ$$

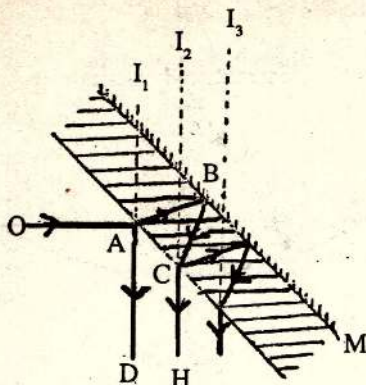
$$= 0.7619$$

$$\therefore r = 50^\circ \text{ (ஏறத்தாழ)}$$

தளவாடியில் பல விம்பங்கள்

ஒரு தளவாடிக்குமுன் ஒரு பொருள் அல்லது ஒரு மெழுகுதிரிச் சுவாலை வைக்கப்பட்டின் ஒரு துலக்கமான விம்பத்துடன் மங்கலான ஒரு விம்பத்தொடரும் தோற்றுவதை அவதானிக்கலாம். O என்னும் பொருள் ஆடிக்குமுன் இருக்கும் பொழுது OA என்னும் கதிர் A இல் பட்டு AD வழியே தெறிக்கின்றது. அப்பொழுது I_1 என்னும் மங்கலான விம்பம் ஒன்று தோற்றும். அதே வேளையில் A இல் முறிவு பெறும் மீதி ஒளிச்சத்தி AB வழியே சென்று வெள்ளி

பூசப்பட்டபின்பக்கம் B இல் தெறிப்படையும். அக்கதிர் BC வழியே வந்து

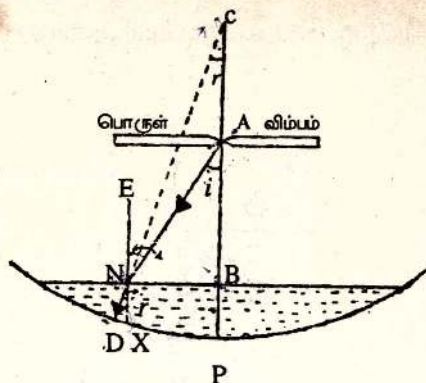


படம் 135

C இல் CH வழியே முறிவு பெறும். அப்பொழுது ஒரு துலக்கமான விம்பம் I_2 இல் தோற்றும். C இல் ஒரு சிறுபகுதி ஒளி கண்ணாடிக்குள் தெறிப்பறுவதனால் படம் 135 இல் காட்டியவாறு I_3 என்னும் மங்கலான விம்பமும் தோற்றும். இவ்வாறு வேறு மங்கலான விம்பங்களும் தோற்றுகின்றன. இதனால் பல விம்பங்களின் தொடர் பெறப்படுகின்றது. இத் தொடரில் மிக்க துலக்கமானது I_2 இல் தோற்றும் விம்பமாகும்.

குழிவாடியொன்றை உபயோகித்து திரவமொன்றின் முறிவுச் சுட்டியைத் துணிதல்

ஒளிபுகவிடத்தக்க திரவங்கள் சிறிதளவில் கிடைக்கப்படின, அவற்றின் முறிவுச்சுட்டிகள் வருமாறு துணியப்பபும், முறிவுச்சுட்டி காணப்படப்போகும் திரவத்தின் ஒரு துளி குழிவாடியொன்றில் விடப்படும். ஓர் ஊசியானது (பொருள்) இப்பொழுது ஆடியின் அச்சின் வழியே மேலும் கீழும் நகர்த்தப்பட்டு அதன் விம்பத்தோடு ஒன்றும் நிலை இடமாறுதோற்ற வழுவின்றிக் காணப்படும். அந்நிலையில் ஊசி A இல் இருக்கும். A இலிருந்து புறப்படும் கதிர் திரவ மேற்பரப்பிலுள்ள N என்னும் புள்ளியில் படின அது ND வழியே முறிந்து மீண்டும் DN வழியேயும் NA வழியேயும் வந்து பொருளுடன் ஒன்றுகின்றது. இக் கட்டத்தில் ND என்னும் முறிகதிர் N இல் செங்குத்தாகப்படுகிறதாகும். ஆகவே நீட்டப்பட்ட DN தலைமை அச்சை C இல் சந்திக்கும். எனவே C ஆடியின் வளைவுமையமாகும்.



படம் 136

N இல் ENX ஆனது திரவமேற்பரப்புக்குச் செவ்வன் ஆகும். ஆகவே கோணம் ENA = கோணம் NAB = படுகோணம் i அத்துடன் கோணம் XND = NCB = முறிவுக்கோணம் r ஆகும். முக்கோணம் ANB இலும் CNB இலும்,

$$\text{சைன் } i = \frac{NB}{NA}; \text{ சைன் } r = \frac{NB}{NC}$$

$$\therefore n = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \frac{NB}{NA} \cdot \frac{NC}{NB} = \frac{NC}{NA}$$

NC, NA ஆகியன தலைமை அச்சுக்கு அருகே இருப்பதால் $NC = BC$ எனவும், $NA = BA$ எனவும் அண்ணளவாகக் கொள்ளப்படும்

$$\therefore n = \frac{CB}{AB}$$

மேலும் திரவத்தின் ஆழம் ஆனது AB உடன் ஒப்பிடப்படும் பொழுது சிறிதென்பதால், $CB = CP$, $AB = AP$ அண்ணளவாக

$$\text{எனவே } n = \frac{CP}{AP} \text{ (அண்ணளவாக)}$$

இங்கு CP உம் AP உம் நேரடியாக ஒரு மீற்றர் சட்டத்தைக் கொண்டு அளக்கப்படும். அளத்தலின்போது வழக்கள் ஏற்படக்கூடும்.

குற்றியிலிருந்து வெளியேறும். OM க்கு அருகேயுள்ள OO_1 என்னும் கதிர் O_1N வழியே முறிந்து NR வழியே வெளியேறும். கண்ணாடிக் குற்றிக்கு மேலுள்ள அவதானி பொருளை I இல் அதாவது RN உம் SM உம் சந்திக்கும் புள்ளியில் காணத்தக்கதாக இருக்கும்.

O_1 இலுள்ள செவ்வன் ஆனது INஐ I_1 இல் வெட்டின் O_1I_1 க்கு OM சமாந்தரமாகும். அத்துடன் OO_1 க்கு IR சமாந்தரமாகும். எனவே உருவம் OO_1I_1I ஓர் இணைகரம். இதன் பிரகாரம் $O_1I_1 = OI$. எனவே O_1 இலுள்ள பொருளின் தோற்றநிலை I_1 இல் ஆகும். ஆனால் $O_1I_1 = OI$ ஆனதால் பொருள் குற்றிக்குக் கீழ் எங்கிருப்பினும் இடப்பெயர்ச்சி பொருளின் நிலையால் பாதிக்கப்பட வில்லையென்பது வெளிப்படடை. இங்கும் இடப்பெயர்ச்சி

$$OI = t \left(1 - \frac{1}{n} \right) \text{ ஆகும்}$$

மெய்யாழம் தோற்றவாழம் என்பவற்றிற்கான பொதுச்சூத்திரம்

N இல் படுகோணம் i_1 உம் முறிவுக்கோணம் i_2 வமாகும்.

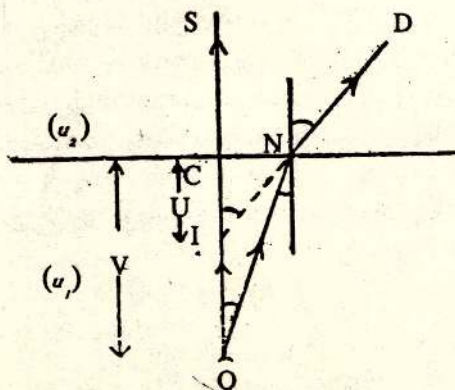
ஆகவே n சைன் $i =$ மாறிலிக்கிணங்க

$$n_1 \text{ சைன் } i_1 = n_2 \text{ சைன் } i_2$$

$$\Delta OCN \text{ இல்; சைன் } i_1 = \frac{NC}{NO}$$

$$\Delta ICN \text{ இல்; சைன் } i_2 = \frac{NC}{NI}$$

$$\therefore n_1 \frac{NC}{NO} = n_2 \frac{NC}{NI}$$



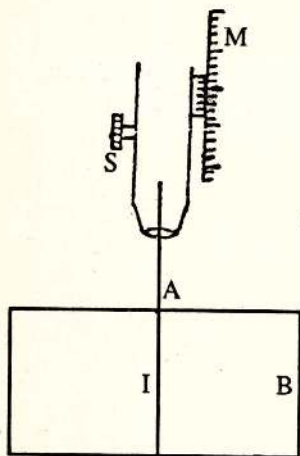
$$\therefore \frac{n_1}{NO} = \frac{n_2}{NI}$$

ON ஆனது OC க் கருகேயுள்ளதாயிருப்பதால் NO = CO; NI = CI அண்ணளவாக

$$\therefore \frac{n_1}{CO} = \frac{n_2}{CI}$$

அதாவது $\frac{n_1}{u} = \frac{n_2}{v}$

தோற்றவாழ முறையால் முறிவுச்சுட்டியைத் துணிதல்



படம் 140

இம்முறையால் ஓர் ஊடகத்தின் முறிவுச்சுட்டி மிகத் திருத்தமாகத் துணியப்படும். இங்கு பொருள், விம்பம் ஆகியவற்றின் நிலைகளை அறிதற்குநகரு நுணுக்குக்காட்டி உபயோகிக்கப்படும். கண்ணாடி, நீர், போன்ற பதார்த்தங்களின் முறிவுச்சுட்டிகள் துணிதற்கு இது ஓர் உகந்த முறை. உதாரணமாகக் கண்ணாடியை எடுக்க. முதல் ஓர் அட்டையில் பென்சிலால் அல்லது மையால் ஒருகுற்று இடுக. இது ஒரு பொருள் என இங்கு கொள்ளப்படும். இது நுணுக்குக்காட்டியின் அடித்தளத்தில் பொருள்வில்லைக்குக் கீழ்வைக்கப் படும். பின்பு நுணுக்குக் காட்டிக்கூடாகப் பார்த்துக் கொண்டு மேலும் கீழும் அதனை நகர்த்துக. ஒரு கட்டத்தில்

குற்றின் தெளிவான விம்பம் தோற்றும். அந்நிலையில் காட்டியின் வாசிப்பு 'a' ஐக் குறிக்க. அடுத்து குற்றுக்கு மேல் கண்ணாடியை வைத்து அதன் தெளிவான விம்பம் பார்க்கத்தக்கதாக இருக்கும் வரை நுணுக்குக் காட்டியைச் சரிசெய்க. அப்பொழுது காட்டியின் வாசிப்பு 'b' ஆகட்டும். இதன் பின்பு குற்றைக் குற்றிக்குமேல் வைத்து தெளிவான விம்பத்துக்கு நுணுக்குக்காட்டியின் வாசிப்பைப் பெறுக அது c ஆகட்டும்.

ஆகவே மெய்யாழம் = c - a cm.

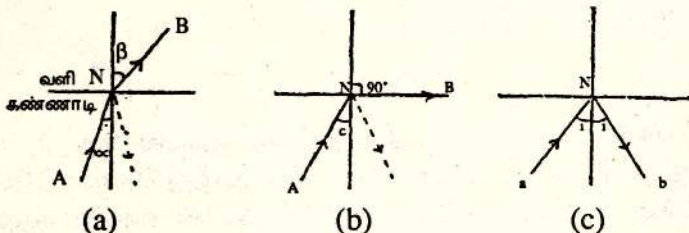
தோற்றவாழம் = c - b cm.

$$\therefore n = \frac{\text{மெய்யாழம்}}{\text{தோற்றவாழம்}} = \frac{c - a}{c - b}$$

இங்கு பொருள்வில்லை தன் தலைமை அச்சக்கருகிலுள்ள கதிர்களைச் செல்ல விடுவதால் இம்முறை அறிமுறை நிபந்தனைக் கேற்ப நிகழ்கின்றது ஆகவே இங்கே துணியப்படும் பெறுமானம் செம்மையுடையதெனக் கொள்ளப்படும்.

நீரின் முறிவுச் சுட்டியும் இம்முறையால் துணியப்படும். இதனில் ஒரு குண்டுசியைப் பொருளாக உபயோகிக்கலாம் நீரின் மட்டத்தை அளப்பதற்கு இலைக்கப்போடியும் பொடியை உபயோகித்து மட்டிடலாம்.

முழு அகத்தெறிப்பும் அவதிக்கோணமும்.



படம் 141

ஒளி ஓர் ஒளியால் அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஒளியால் ஐதான ஊடகத்துட் செல்லும் பொழுது செவ்வனை விலகி முறிகின்றது. அதாவது முறிவுக்கோணம் படுகோணத்திலும் பெரிதாகும் (படம் 141a) படுகோணம் படிப்படியாக அதிகரிக்கப்படும்பொழுது முறிவுக்கோணமும் அவ்வாறே அதிகரிக்கும் ஒரு கட்டத்தில் முறிவுக்கோணம் 90° ஆகும். அப்பொழுது முறிகதிர் பிரிக்கும் பரப்பை மருவிச் செல்லும் (படம் 141 b) இந்நிலையில் உள்ள படுகோணம் அவ்வூடகங்களுக்குரிய அவதிக்கோணம் (c) எனப்படும். இதற்கு மேலும் படுகோணம் அதிகரிக்கப்படின ஒளியானது பிரிக்கும் பரப்பில் முழுமையாகத் தெறிப்படையும். இத்தோற்றப்பாடு முழுவுட்தெறிப்பு எனப்படும்.

ஆகவே முழுவுட்தெறிப்புக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள்.

- (i) ஒளி, ஒளியால் அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஐதான ஊடகத்துள் செல்லல் வேண்டும்
- (ii) படுகோணம் அவதிக்கோணத்திலும் பெரிதாக இருத்தல் வேண்டும்

மேலும் அவதிக்கோணம் உதாரணமாகக் கண்ணாடி-வளி ஊடகங்களுக்கு C எனின்

$${}_g n_a = \frac{\text{சைன் } C}{\text{சைன் } 90^\circ} = c^0$$

$$\therefore {}_a n_g = \frac{1}{\text{சைன் } 90^\circ}$$

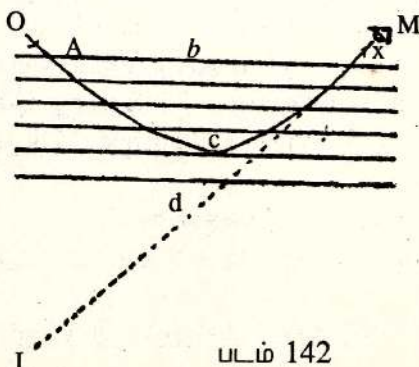
இதன் பெறுமானம் ஊடகங்களின் தன்மையிலும், ஒளியின் நிறத்திலும் தங்கியுள்ளது.

கண்ணாடி - வளி ஊடகங்களுக்கு	$C = 42^\circ$	(அண்ணளவாக)
நீர் - வளி	$C = 48^\circ$	(" ")
கண்ணாடி - வளி நீர்	$C = 63^\circ$	(" ")

முழுவுட்தெறிப்பின் சில விளைவுகள்

(i) கானனீர்

கானனீர் முழு அகத்தெறிப்பின் ஒரு தோற்றப்பாடாகும். வனாந் திரங்களில் வளியின் வெப்பநிலை மணல் தரைகளை நோக்கி உயர்ந்து கொண்டு போகும். இதனால் வளியின் அடர்த்தி bcd என்னும் திசையின் வளியே குறைந்து கொண்டு போகும். ஒரு மரத்திலிருந்து வரும் OA என்னும் கீழ்முகக் கதிர் செவ்வனிலிருந்து மேலும் மேலும் முறிந்து செல்லும்; ஆனால் ஒரு வளிப்படையில் உதாரணமாக, C இல் அவதிக்கோணத்தை அடையும். அந்நிலையில் கதிர் முழுஅகத்தெறிப்புற்று மேல்முகமாக CK வளியே செல்லும். தூரத்தில் நிற்கும் அவதானி M பொருள் O வை I ல் காண்பார். எனவே அவதானிக்கு ஓர் தடாகத்தில் பொருளின் விம்பம் தெறிப்பினால் தோற்றுவதைப் போல் இருக்கும். இத்தோற்றப்பாடு கானனீர் எனப் பெயர்பெறும்.

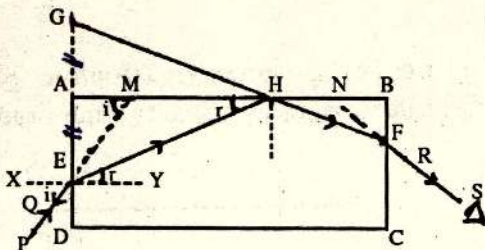


படம் 142

(ii) வைரம் 2.4 முறிவுச்சுட்டியையுடையது. வைரத்திலிருந்து வளிக்கு அவதிக்கோணம் ஏறத்தாழ 24° ஆகும். வைரத்தின் முகங்கள், புகும் ஒளியை

மீண்டும் மீண்டும் முழுஅகத் தெறிப்புச் செய்து ஒரு அல்லது இரு முகங்களுக்கூடாக வெளியேறச் செய்யத்தக்கவாறு வெட்டப்படுகின்றன. எனவே இம் முகங்கள் மின்னுகின்றன. இதனால் வைரம் துலக்கமுள்ளதாகிறது

முழு அகத்தெறிப்பு முறையால் முறிவுச்சுட்டியை துணிதல்
(1) திண்மம் (கண்ணாடி)



படம் 143

ஒரு கடதாசித்தானை வரைபலகையின் மீது பொருத்தி அதனின் ஒரு செவ்வகக் கண்ணாடிக்குற்றியை வைக்க. இதன் புறவருவைத் தாளில் வரைக. P,Q என்னும் ஈர் ஊசிகளை AD என்னும் முகத்துக்குச் சாய்வான கோட்டில் குத்துக. அப்பொழுது PQ என்னும் கதிர் AD இல் முறிந்து AB இல் படும். இம்முறிகதிர் AB இல் படும் பொழுது கண்ணாடி - வளி அவதிக்கோணத்திலும் பெரிய ஒரு படுகோணத்தையுடையதாக அமையும். ஆகவே முழுஅகத்தெறிப்பு அங்கு நிகழ்ந்து BC என்னும் முகத்திற்கூடாக வெளியேறும். BC க்கூடாகப் பார்த்துக்கொண்டு P,Q என்னும் ஊசிகளின் விம்பங்களுடன் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கத்தக்கவாறு R,S என்னும் ஈர் ஊசிகளைக் குத்துக ஊசிகளின் நிலைகளைக் குறிக்க. பின்பு அமைப்பை வருமாறு செய்க.

PQ என்பதை AD ஐ E இலும் AB ஐ M இலும் வெட்டுமாறு நீட்டுக. SR ஐயையும் BC ஐ F இலும் AB ஐ N இலும் வெட்டுமாறு நீட்டுக. DA ஐ EA=AG ஆகுமாறு G க்கு நீட்டுக. FG ஐ இணைக்க. இக்கோடு AB ஐ H இல் வெட்டும். EH ஐ இணைக்க. EH கண்ணாடிக் குற்றியுள் முறிகதிரின் பாதையைக் குறிக்கும். இக்கதிர் ஆனது HF வழியே முழு அகத்தெறிப்படையும்.

E இல் XEY ஆனது AD இன் செவ்வனாகும்.

$$\therefore \angle XEP = i; \angle HEY = r$$

$$\text{ஆனால் } \angle XEP = \angle AME = i$$

$$\angle HEY = \angle AHE = r$$

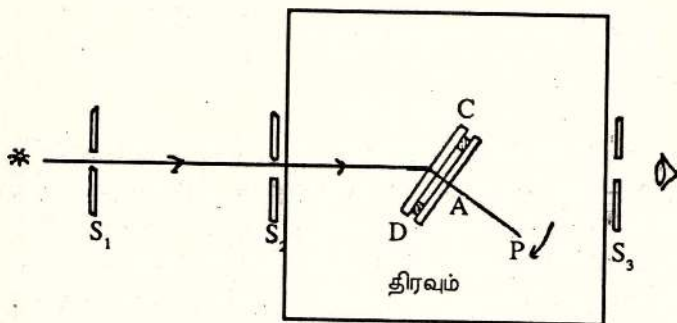
$$\therefore n = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \frac{AE}{ME} / \frac{AE}{HE} = \frac{HE}{ME}$$

$$\text{இதேபோல் } n = \frac{FH}{FN}$$

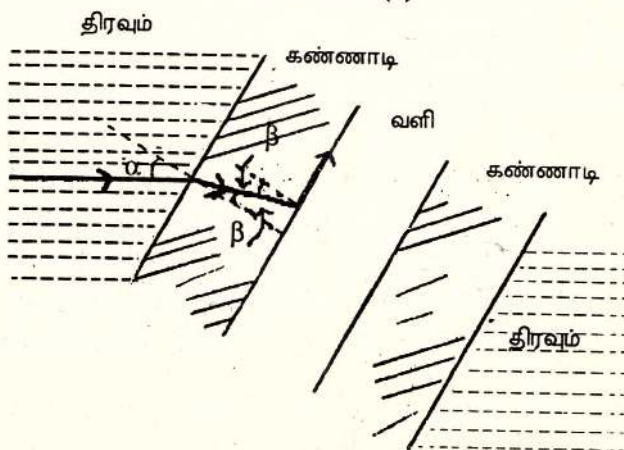
ஆகவே HE, ME இன் நீளங்களை அளப்பதன் மூலமும் FH, FN இன் நீளங்களை அளப்பதன் மூலமும் முறிவுச்சுட்டியைத் துணிந்து கொள்ளலாம்,

(2) திரவம்

இம்முறையில் முறிவுச்சுட்டி காணப்படப்போகும் திரவமானது ஒரு செவ்வகப் பாத்திரத்தில் கொள்ளப்படுகிறது. பாத்திரம் மெல்லிய சிறந்த



படம் 144 (a)



படம் 144 (b)

வகைக் கண்ணாடியால் அமைக்கப்பட்டதாகும். பாத்திரத்தினுள் ஒரு வளி - கலம் அமிழ்த்தப்படும். இக்கலம், நுணுக்குக் காட்டி வழக்கிகள் இரண்டை ஒன்றாகக் கனடா மரப்பிசினால் பொருத்தி அமைக்கப்பட்டதாகும். இவ்வழக்கிகளுக்கிடையே வளிப் படலம் உண்டு. மேலும் வளி - கலம் கௌவியொன்றில் தாங்கப்பட்டு ஒரு நிலைக்குத்துக் கோலில் பொருத்தப்படுகிறது. கோலுடன் ஒரு காட்டி பாகைமாளியொன்றின் மீது சுழலத்தக்கவாறு பொருத்தப் படும். இத்தகைய ஒழுங்கு படம் 144 (a) இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

கொள்கை

இப் பரிசோதனையில் ஓர் ஒருநிற ஒளியானது திரவத்துள் அமிழ்த்தப்பட்ட வளி - கலத்தினூடு செலுத்தப்படுகிறது. அப்பொழுது அவதிக் கோணத்தைப் பெறும் முகமாக அவதானிப்புக்கள் குறிக்கப்படும். இது தெரியின் முறிவுச்சட்டி

$n = \frac{1}{\text{சைன் } C}$ என்னும் சூத்திரத்தை உபயோகித்துப் பெறப்படும்.

படம் 49 (b) ஐப் பார்க்க

$$\frac{\text{சைன் } \alpha}{\text{சைன் } \beta} = {}_1n_g$$

$$\therefore \text{சைன் } \alpha = {}_1n_g \text{ சைன் } \beta \quad \text{----- (1)}$$

$$\frac{1}{\text{சைன் } \beta} = {}_1n_g$$

$$\therefore \text{சைன் } \beta = \frac{n_a}{n_g} \quad \text{----- (2)}$$

இதனை (1) இல் பிரதிபிடுக.

$$\therefore \text{சைன் } \alpha = \frac{{}_1n_g \times n_a}{n_g}$$

$$\therefore n_1 = \frac{1}{\text{சைன் } \alpha}$$

இங்கு இச் சமன்பாட்டில் α திரவ - வளிக்குரிய அவதிக் கோணத்தைக் குறிக்கின்றது.

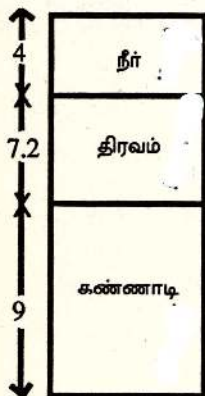
முறை

கலத்தின் ஒரு பக்கத்தில் ஓர் ஒரு நிற ஒளியை வைக்க. இதற்கும் கலத்திற்கும் இடையில் S_1, S_2 என்னும் இரு திரைகள் உள. அவற்றில் 1 மி.மி. அகலமுடைய பிளவுகள் உண்டு. கலத்தின் மறு பக்கத்திலும் S_3 என்னும் திரை உண்டு. கலத்தைத் திரவத்தால் நிரப்பித் திரைகளின் நிலைகளை ஒளி அவற்றின் பிளவுகளினூடு கலத்துக்குச் செங்குத்தாக செல்லத்தக்கவாறு சரி செய்க. இவ்வாறு செல்லும் ஒளி S_3 இனூடும் பார்க்கத்தக்கவாறு இருத்தல் வேண்டும். வளி-கலத்தை ஒளிக்கற்றைக்குச் செங்குத்தாக இருக்கத்தக்கவாறு பாத்திரத்தினுள் வைக்க. பின்பு E இலிருந்து பார்க்கும்பொழுது ஒளி

மறையும்வரை வலப்பக்கமாக கலத்தைச் சுழற்றுக அப்பொழுது காட்டி AP பாகைமானியில் குறிக்கும் வாசிப்பை எடுக்க. இவ்வாறு இடப்பக்கமாகவும் சுழற்றி வாசிப்பை எடுக்க. இவ்விதம் பலதடவைகள் பரிசோதனையைச் செய்து சராசரி அவதிக் கோணத்தைக் காண்க. அவதிக் கோணம் கணித்தபின் $n = \frac{1}{\text{சைன் } C}$ இல் C இன் பெறுமானத்தைப் பிரதியிட்டு n ஐக் காண்க. இங்கு இரு வாசிப்புகளுக்கு மிடையேயுள்ள வித்தியாசம் 2C யைத் தரும்.

உத்திக் கணக்குகள்

1. ஒரு தாங்கி 9 cm தடிப்பும் 1.5 முறிவுச்சுட்டியையும் உடைய ஒரு கண்ணாடிக் குற்றியைக் கொண்டுள்ளது. இதற்கு மேல் 7.2cm தடிப்பும் 1.44 முறிவுச்சுட்டியும் உடைய ஒரு திரவம் உண்டு இத்திரவத்துக்கு மேல் 4 cm தடிப்பும் $\frac{4}{3}$ முறிவுச் சுட்டியும் உடைய நீர் உண்டு. தாங்கியின் அடித்தளத்தில் இருக்கும் பொருளொன்றின் தோற்றநிலை மேல் இருந்து பார்ப்பதற்கு அடியிலிருந்து என்ன தூரத்தில் இருக்கும்?



படம் 145^o

O வைப் பொருள் என்க. ஊடகங்களின் எல்லைகள் சமாந்தரமானதால் O வின் முழு இடப்பெயர்ச்சி ஒவ்வொரு ஊடகத்தினால் ஆகும் இடப்பெயர்ச்சிகளின் கூட்டுத் தொகையாகும்.

கண்ணாடிக்கு

$$d = t \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 9 \left(1 - \frac{1}{1.5}\right) = 3 \text{ cm}$$

திரவத்துக்கு

$$d = t \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 7.2 \left(1 - \frac{1}{1.44}\right) = 7.2 \times \frac{44}{144} = 2.2 \text{ cm}$$

நீருக்கு

$$d = t \left(1 - \frac{1}{n}\right) = 4 \left(1 - \frac{3}{4}\right)$$

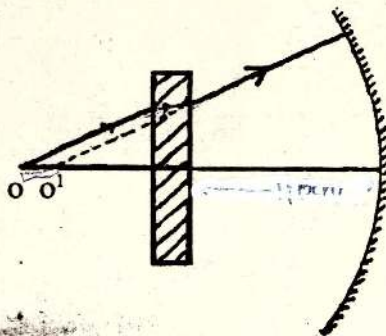
$$= 4 \times \frac{1}{4} = 1 \text{ cm}$$

∴ மொத்த இடப் பெயர்ச்சி = 3 cm + 2.2 cm + 1 cm = 6.2 cm

∴ அடித்தளத்திலிருந்து பொருளின் தோற்றநிலை = 6.2 cm.

2. ஒரு சிறு பொருள் 30cm வளைவினாரையுடைய குழிவாடியினது முனைவிலிருந்து 40cm தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. 1.5 முறிவுச்சட்டியும் 12cm தடிப்பும் உடைய ஒரு சமாந்தரப்பக்கக் கண்ணாடிக்குற்றி ஆடிக்கும் பொருளுக்குமிடையில் தலைமை அச்சக்குச் செங்குத்தாக வைக்கப்படின். விம்பதூரத்திலும்பருமனிலும் எவ்வளவால் மாற்றம் நிகழும்.

பழைய தெக்காட்டின் குறிவழங்கு இங்கு உபயோகிக்கப்படுகிறது.



படம் 146

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{40} = \frac{2}{30}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{2}{30} - \frac{1}{40} = \frac{8-3}{120} = \frac{5}{120}$$

$$\therefore v = 24\text{cm}$$

$$\begin{aligned} \text{இப்பொழுது இடப்பெயர்ச்சி } OO' &= t \left(1 - \frac{1}{n} \right) \\ &= 12 \left(1 - \frac{2}{3} \right) \\ &= 12 \times \frac{1}{3} = 4 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\leftarrow \text{ருப்பெருக்கம்} = \frac{24}{40} = \frac{3}{5} = 0.6$$

ஆகவே இப்பொழுது பொருள் ஆனது O' இல் இருப்பதுபோல் கணிப்புக்களில் செய்யப்படும். ஏனெனில் ஆடியில் படுகதிர் ஆனது O' இலிருக்கும் பொருளிலிருந்து வருவது போல் தோற்றுகின்றது.

$$\therefore \text{புது } u = 36$$

$$\therefore \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r} \quad \text{இல்}$$

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{36} = \frac{2}{30}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{2}{30} - \frac{1}{36} = \frac{12 - 5}{180}$$

$$= \frac{7}{180}$$

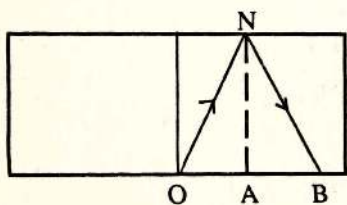
$$\therefore v = \frac{180}{7} = 25 \frac{5}{7} \text{ cm}$$

$$\therefore v \text{ இல் மாற்றம்} = 1 \frac{5}{7} \text{ cm}$$

$$\text{அத்துடன் உருப்பெருக்கம்} = \frac{180}{7 \times 36} = \frac{5}{7}$$

$$\text{உருப்பெருக்கத்தில் மாற்றம்} = \frac{5}{7} - \frac{3}{5} = \frac{4}{35}$$

3. 4 cm தடிப்புடைய கண்ணாடிக்குற்றியின் அடித்தளத்தில் ஒரு ஒளிப்புள்ளி வைக்கப்பட்டு அதன் ஒளிக்கதிர் மேல்முகத்தில் முற்றாக முழுஅகத் தெறிப்படைந்து அம் முழு அகத்தெறிகதிர்கள் கீழ்முகத்தில் 6.4 cm ஆரையுடைய ஒரு வட்டத்தை ஆக்குகின்றன. கண்ணாடியின் முறிவுச்சட்டி என்ன?



படம் 147

இங்கு படம் 147 இல் காட்டியவாறு ON என்னும் படுகதிர் N இல் முழு வட்டெறிப்படையும். அப்பொழுது $\angle ONA =$ அவதிக் கோணம் எனக் கொள்ளப்படும். NB ஆனது முழுவுட்தெறிகதிர் ஆகும். ஆகவே OB இக்கதிர்கள் ஆக்கும் வட்டத்தின் ஆரையாகும்.

செங்கோண ΔOAN இல் $OA = 3.2$ cm; $NA = 4$ cm

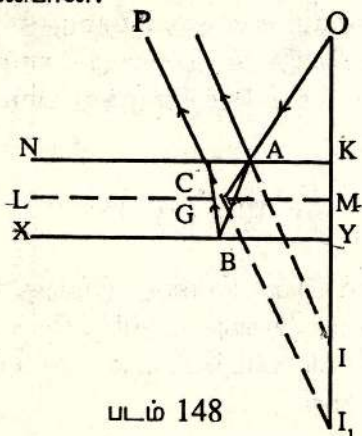
$$\therefore \text{தான் } C^{\circ} = \frac{3.2}{4} = 0.8$$

$$\therefore \text{சைன் } C^{\circ} = \frac{0.8}{1.28}$$

$$\therefore n = \frac{1}{\text{சைன் } C} = \frac{1.28}{0.8}$$

$$= \frac{12.8}{8} = 1.6$$

4. ஒரு தளவாடி ஆனது $\frac{3}{2}$ முறிவுச்சட்டியும் 1cm தடிப்புமுடைய கண்ணாடியாலானது. இதன் பின்பக்கம் வெள்ளி பூசப்பட்டது. ஆடியின் முகத்திலிருந்து 50 cm, தூரத்தில் நிற்கும் ஒருவன் ஆடியைச் செங்குத்தாகப் பார்க்கும் பொழுது முன்பக்கத்திலிருந்து தனது விம்பத்தை என்ன தூரத்தில் காண்பான்?



படம் 148

O இன் தெளிவான விம்பம் I_1 இல் இருக்கும். விம்பம் I_1 தோன்றும்பொழுது நீட்டப்பட்ட OA உம் நீட்டப்பட்ட PC உம் G இல் சந்திக்கின்றன. எனவே XY இல் தெறிப்பு நிகழ்வதற்குப் பதிலாக LM என்னும் தளத்தில் தெறிப்பு முற்றாக G என்னும் புள்ளியில் நிகழுமெனக் கொள்ளப்படும். அதாவது இங்கு LM தெறிப்பு முகமாகத் தொழிற் படும்.

பொருள் O வின் விம்பம் I_1 , LM இல் படுகதிர் தெறிப்பதனால் ஏற்படுகிறதாகும்.

$$BG = t \left(1 - \frac{1}{n} \right)$$

$$= 1 \left(1 - \frac{2}{3} \right) = \frac{1}{3} \text{ cm}$$

$$KM = \frac{2}{3} \text{ cm}$$

\therefore LM இலிருந்து பொருள் O வின் தூரம் $= 50 + \frac{2}{3} = 50 \frac{2}{3}$ cm

\therefore I_1 ஆனது LM இலிருந்து $= 50 \frac{2}{3}$ cm ஆகும்

\therefore முன்பக்க முகத்திலிருந்து I_1 இன் தூரம் $= 50 \frac{2}{3} + \frac{2}{3}$

$$= 51 \frac{1}{3} \text{ cm}$$

தேர்வு வினாக்கள்

1. ${}_1n_2$ ${}_2n_3$ என்னும் முறிவுச்சுட்டிகள் $\frac{3}{2}$ உம் $\frac{4}{3}$ உம் ஆகும். இவற்றிலிருந்து ${}_3n_1$ இன் பெறுமானம்

- (i) $\frac{8}{9}$ (ii) $\frac{8}{9}$ (iii) 2 (iv) $\frac{1}{2}$ (v) 4

2. வெற்றிடத்தில் ஒளியின் வேகம் 3×10^8 m/s கண்ணாடியினதும் நீரினதும் முறிவுச்சுட்டிகள் $\frac{3}{2}$ உம், $\frac{4}{3}$ உம் ஆகும். ஆகவே கண்ணாடியில் ஒளியின் வேகத்துக்கும் நீரில் ஒளியின் வேகத்துக்கும் உள்ள விகிதம் ஆனது

- (i) $\frac{9}{8}$ (ii) $\frac{8}{9}$ (iii) 2 (iv) $\frac{9}{4}$ (v) $\frac{4}{9}$

3. ${}_g n_g = 1.5$, ${}_g n_w = 1.3$ ஆயின், 1.15

- (i) ${}_w n_g$ (ii) ${}_g n_w$ (iii) ${}_g n_g$ (iv) ${}_g n_g \times {}_g n_w$ (v) ${}_w n_g$

4. ஒரு கண்ணாடிக்குற்றியின் தடிப்பு 10 cm ஆகும். அதன் பதார்த்தத்தின் முறிவுச்சுட்டி 1.5. கண்ணாடிக்குற்றிக்குக் கீழ் இருக்கும் பொருளொன்றை அதற்கு நிலைக்குத்தாகக் கண்ணாடியின் மேற்பக்கத்திலிருந்து பார்க்கும் பொழுது பொருளின் இடப் பெயர்ச்சி

- (i) 3.33 (ii) 0.8 (iii) 6.66 (iv) 10 (v) 15

5. ஒரு சாடியின் அடியில் ஓர் ஊசி வைக்கப்பட்டுள்ளது. இதற்கு மேல் 4.5cm உயரத்துக்கு 1.5 முறிவுச்சுட்டியுடைய திரவமும் அதற்கு மேல் 6cm உயரத்துக்கு $\frac{4}{3}$ முறிவுச்சுட்டியுள்ள நீரும் விடப்பட்டன, சாடியின் அடித்தளத்திலிருந்து பொருளின் தோற்றநிலை

- (i) 1.25 (ii) 7.5 (iii) 1.5 (iv) 3 (v) 9

6. பின்வரும் கூற்றுக்களுள் சரியானவை எவை?

(a) t என்னும் தடிப்பும் n என்னும் முறிவுச்சுட்டியும் உடைய ஒரு குற்றிக்குக் கீழ் அதன் அடித்தளத்துடன் பொருள் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது மட்டுமே மேல்நின்று நோக்கும்பொழுது அதன் இடப்பெயர்ச்சி

$$t \left(1 - \frac{1}{n} \right) \text{ ஆகும்.}$$

(b) மேற்சொன்ன குற்றிக்குக் கீழ் பொருள் எங்கிருப்பினும் பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி $t \left(1 - \frac{1}{n} \right)$ ஆகும்

(c) ஒளி அடர்ந்த ஊடகத்திலிருந்து ஐதான ஊடகத்துள் செல்லும்பொழுது அவதிக்கோணம் ஐதான ஊடகத்திலேயே ஏற்படுமாகும்.

(d) ஒளிமுறிவு ஏற்படுவது ஈர் ஊடகங்களுக்கூடாக ஒளி வித்தியாசமான வேகங்களுடன் செல்வதால்.

(i) A உம் B உம் C உம் (ii) A உம் C உம் (iii) B உம் D உம்

(iv) A, B, C, D (v) B உம் C உம் D உம்

7. $n_g = \frac{3}{2}$; கண்ணாடி - வளியின் $C = 42^\circ$
 $n_w = \frac{4}{3}$; நீர் - வளியின் $C = 48.5^\circ$
 இத்தரவுகளைக் கொண்டு பெறப்படும் கண்ணாடி - நீர் இனது C°
 (i) 45.25° (ii) 63° (iii) 84° (iv) 97° (v) 30°

8. AB என்னும் படுகதிர் சமாந்தரப்பக்கக் கண்ணாடிக் குற்றியின் ஒரு முகத்தில் புள்ளி B இல் படுகின்றது. இதன் முறிகதிர் எதிர்ப்பக்கத்தில் C என்னும் புள்ளியிலிருந்து வெளிப்படுகிறது. நீட்டப்பட்ட AB இப்பக்கத்தை D இல் சந்திக்கின்றது. அப்பொழுது CD அளக்கப்படும். இவ்வாறு வெவ்வேறு படுகோணங்களுக்கு CD அளக்கப்பட்டு CD-Y அச்சிலும், (தான் i - தான் r) X அச்சிலும் குறிக்கப்பட்டு பெறப்படும் வரைபின் சாய்வீதம்

- (i) குற்றியின் தடிப்பைத் தரும்.
 (ii) குற்றியின் அகலத்தைத் தரும்.
 (iii) குற்றியின் முறிவுச்சுட்டியைத் தரும்.
 (iv) குற்றியின் பரப்பைத் தரும்.
 (v) குற்றியின் நீளத்தைத் தரும்.

9. நீரில் பகுதியாக அமிழ்த்தப்பட்ட நேரிய கோல், வளியில் மேல் நின்றுபார்க்கும் பொழுது மேற்பரப்புடன் 45° சாய்ந்திருப்பது போல் தோற்றுகின்றது. கோலின் உண்மையான சாய்வு மேற்பரப்புடன் என்ன?

- (i) 53° (ii) 49° (iii) 45° (iv) 8° (v) 98°

வினாக்கள்

1. ஓர் ஒளிக்கதிர் 35° படுகோணத்தில் (i) வளியில் இருந்து கண்ணாடியில் (ii) கண்ணாடியிலிருந்து வளியில் (iii) நிரிலிருந்து கண்ணாடியில் விழுகிறது. ($n_g=1.5, n_w=1.33$) ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் முறிவுக்கோணத்தைக் கணிக்க.

[விடை: (i) 22.5° (ii) 59.4° (iii) 30.6°]

2. தோற்றவாழ்முறையால் நீரின் முறிவுச்சட்டியைக் காணும் முறையை விவரிக்க இம்முறையின் கொள்கையைத் தருக.

3. ஒரு பாத்திரம் 10cm தடிப்புடைய கண்ணாடிக் குற்றியைக் கொண்டுள்ளது. குற்றியின் அடியில் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டு நேர்மேலே கண்ணாடியினூடு இதைப் பார்க்கும்பொழுது இதன் தோற்ற இடப்பெயர்ச்சி என்ன? கண்ணாடிக் குற்றியின் மேல் 6cm தடிப்புடைய நீர்ப்படை வைக்கப்பட்டு நேர் மேலிருந்து ஈர் ஊடகங்களுக்கூடாகவும் பார்க்கும் பொழுது பொருளின் இடப்பெயர்ச்சி என்னவாகும்.

[விடை: $3\frac{1}{2}$, $4\frac{5}{8}$ cm]

4. சிறிதளவு திரவம் தரப்படின், குழிவாடியொன்றைக் கொண்டு அதன் முறிவுச்சட்டியை எவ்விதம் துணியலாம் என்பதை விவரிக்க. இம்முறையின் கொள்கையைத் தருக.

5. வளி - கலம் முறையால் திரவத்தின் முறிவுச்சட்டியைக் காணும் முறையை விவரிக்க. முறையின் கொள்கையைத் தருக. திருத்தமான பெறு பேறுதற்கு ஏன் வெள்ளொளியை உபயோகிப்பதில்லை?

6. 9cm தடிப்புடைய செவ்வகக் கண்ணாடிக் குற்றி 6cm தடிப்புள்ள நீர்ப்படையையும் அதற்குமேல் 4cm தடிப்புள்ள எண்ணெய்ப்படையையும் கொண்டுள்ளது. கண்ணாடி, நீர், எண்ணெய் ஆகியவற்றின் முறிவுச்சட்டிகள் முறையே 1.5, 1.33, 1.1 ஆயின்; குற்றியின் அடியிலுள்ள பொருளொன்றின் இடப்பெயர்ச்சியை நேர்மேலிருந்து பார்க்கும்பொழுது கணிக்க

[விடை: 4.86 cm]

7. 8cm வளைவினாரையுடைய குழிவாடியிலிருந்து 12cm தூரத்தில் ஒருபொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பொருளுக்கும் ஆடிக்குமிடையில் தலைமை அச்சக்குச் செங்குத்தாக 3cm. தடிப்புள்ள செவ்வகக் கண்ணாடிக் குற்றி வைக்கப்படின் விம்ப நிலையில் ஏற்படும் இடப்பெயர்ச்சியைக் கணிக்க. $n_g=1.5$

[விடை: $\frac{2}{7}$ cm]

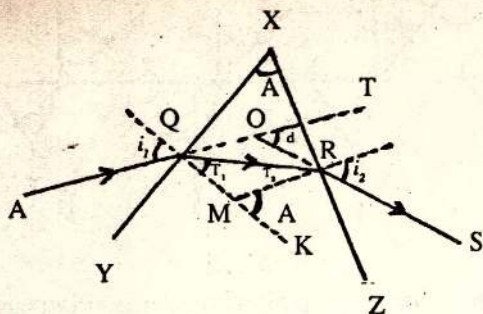
8 ஒரு மாதிரிக் கண்ணாடியின் முறிவுச்சட்டி நீல ஒளிக்கு 1.643 உம் சிவப்பு ஒளிக்கு 1.618 உம் ஆகும். கண்ணாடியில் இவ்விரு நிறங்களுக்குமுரிய ஒளியின் வேகங்களின் வித்தியாசத்தைக் கணிக்க. வெற்றிடத்தில் ஒளியின்வேகம் 3×10^8 m/s எனக்கொள்க. [விடை: 2.82×10^6 m/s]

9. ஒரு செவ்வக மெல்லிய கண்ணாடித்தாங்கி 30cm ஆழத்துக்கு நீரைக் கொண்டுள்ளது சூரிய ஒளிக்கதிர்கள் தாங்கியிலுள்ள நீரிற்கூடாகச் செல்லும் பொழுது ஏற்படும் பக்கப்பெயர்ச்சியை முதற் தத்துவத்திலிருந்து காண்க. சூரியனின் ஏற்றக்கோணம் 50° நீரின் முறிவுச்சட்டி $\frac{4}{3}$ [விடை: 6.63 cm]

10. ஒரு தளவாடி $\frac{1}{4}$ cm தடிப்புள்ள ஒரு கண்ணாடித்தாளைக் கொண்டுள்ளது இதன் பின்பக்கம் வெள்ளி பூசப்பட்டது ஆடிக்குமுன் $\frac{1}{2}$ cm தூரத்தில் ஒரு புள்ளி இருப்பின், அதனில் 60° க்கும் 65° க்கும் இடையில் படுகோணங்களை ஆக்கத்தக்கவாறு விம்பம் கதிர்களினால் உண்டாக்கப்படும் மாயவிம்பத்தின் தூரத்தைக் காண்க. அத்துடன் பொருளிலிருந்து ஏறத்தாழச் செவ்வனாகக் கண்ணாடியில் விழும் கதிர்களினால் உண்டாக்கப்படும் விம்பத்திலிருந்து மேற்கூறிய விம்பத்தின் தூரம் என்ன? $n = 1.65$

[விடை: புள்ளியிலிருந்து 1.18cm, 0.125 cm]

ஓர் அரியத்தினூடு முறிவு:



படம் 150

A என்னும் முறிக்கோணத்தையுடைய அரியமொன்றின் முகம் XY இல் படும் வளியிலுள்ள AQ என்னும் கதிரைக் கருத்திற் கொள்ள. இங்கு XYZ அரியத்தின் தலைமைவெட்டு முகமாகும் (படம் 150) அத்துடன் i_1, r_1 , உம் i_2, r_2 , உம் Q, R என்னும் புள்ளிகளிலுள்ள படுகோணங்களும், முறிவுக்கோணங்களுமாகும். மேலும் n அரியத்தினது திரவியத்தின் முறிவுச்சூட்டியுமாகும்.

இங்கு சைன் $i_1 = n$ சைன் r_1 -----(i)

சைன் $i_2 = n$ சைன் r_2 -----(ii)

அடுத்து Q விலும் R இலும் QM, RM செவ்வன்களாகும் எனவே XQMR ஒரு வட்ட நாற்கரமாகும்.

∴ $\angle RMK = \angle YXZ = A$

மேலும் ΔQMR இல்

$$A = r_1 + r_2 \quad \text{-----(iii)}$$

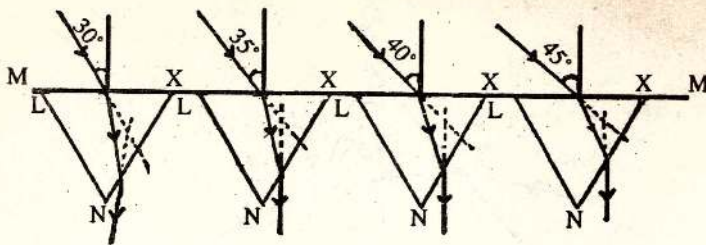
இதேபோல் ΔOQR இல்

$$\begin{aligned} d &= (i_1 - r_1) + (i_2 - r_2) \quad \text{-----(iv)} \\ &= (i_1 + i_2) - (r_1 + r_2) \end{aligned}$$

ஆகவே சமன்பாடுகள் (i) -(iv), அரியத்தினூடு முறிவு நிகழும் பொழுது ஏற்படத்தக்க தொடர்புகளைக் காட்டுகின்றன வாகும்.

இழிவு விலகல்

படம் 150 இல் படுகதிர் AQ க்குரிய விலகல் கோணம் d ஆனது கோணம் TOS இனால் குறிக்கப்படும். எனவே விலகற்கோணம் இன் மாறல் படுகோணத்தோடு எவ்விதம் அமையுமென்பதை பரிசோதனைவாயிலாக வருமாறு அறிய முடியுமாகும்.



படம் 151

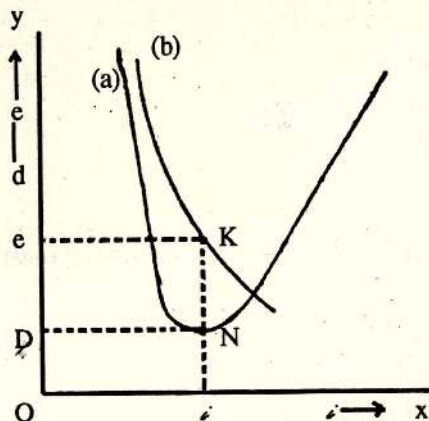
ஒரு வரை பலகையின் மீது வெள்ளைத் தாளொன்றைப் பொருத்தி MM என்னும் நேர்கோட்டைக்கீறுக பின்பு படம் 151 இல் காட்டிய வாறு படுகோணங்கள் 30° க்கும் 60° க்கும் இடையில் இருக்கத்தக்கவாறு 5° இடைகளில் படுகதிர்களை வரைக. அரியத்தின் ஒரு முறிமேற்பரப்பு, கோடு MM இல் இருத்தல் வேண்டும் அடுத்து ஊசிகளின் உதவிகொண்டு அவ்வப் படுகதிர்களுக்குரிய வெளிப்படுகதிர்களைக் கீறுக படுகதிர்களையும் நீட்டுக அப்பொழுது அவற்றின் திசைகளுக்கிடையேயுள்ள கோணங்கள் விலகற் கோணங்களைத் தரும் இவ்வாறு பலமுறைகள் பரிசோதனையைச் செய்து படுகோணம் i வெளிப்படுகோணம் e, விலகற்கோணம் d ஆகியவற்றை வருமாறு அட்டவணைப்படுத்துக.

படுகோணம் i	வெளிப்படுகோணம் e	விலகற்கோணம் d

இப் பெறுமானங்களைக் கொண்டு விலகற் கோணங்களினதும் வெளிப்படுகோணங்களினதும் பெறுமானங்களை ஒரே Y அச்சிலும் படுகோணங்களின் பெறுமானங்களை X அச்சிலும் குறிக்க அப்பொழுது இரு வரைபுகள் (a), (b) பெறப்படும் வரைபு (a) விலகற்கோணத்துக்கும் படுகோணத்திற்குமுரியதாகவும் வரைபு (b) வெளிப்படுகோணத்திற்கும் படுகோணத்திற்குமுரியதாகவும் இருக்கும் (படம் 152).

இவ்வரைபுகளிலிருந்து சில முடிவுகள் பெறப்படும்.

(i) படுகோணம் அதிகரிக்கப்படும் பொழுது விலகற்கோணம் குன்றி இழிவடைந்து பின் அதிகரிக்கின்றதை வரைபு (a) மூலம் காண முடிகிறது இவ்விழிவு விலகற்கோணம் D இனால் குறிக்கப்படும். அப்பொழுது அரியம் இழிவுவிலகல் நிலையில் இருக்கிறதெனப்படும்.



படம் 152

(ii) படுகோணம் அதிகரிக்கும் பொழுது வெளிப்படுகோணம் குன்றுகிறதை வரைபு (b) காட்டுகின்றது. இப்பொழுது வரைபு (a) இன் இழிவுப்பெறுமானம் N இற் கூடாகச் செல்லத்தக்கவாறு OX இலுள்ள புள்ளி i இலிருந்து ஒரு செங்குத்தை வரைக. அது வரைபு (b) ஐ K இல் வெட்டும். அடுத்து K இலிருந்து OX இற்குச் சமாந்தரமாகக் கோடொன்றைக் கீறக. அது OY ஐ e இல் வெட்டும். அப்பொழுது e உம் i உம் குறிக்கும் பெறுமானங்களை அவதானிக்க அவை சமனாக இருக்கக் காணப்படும் அதாவது அரியமொன்று இழிவு விலகல் நிலையில் இருக்கும் பொழுது படுகோணம் $i =$ வெளிப்படுகோணம் e, சுருங்கச் சொல்லின் இந்நிலையில் கதிரானது அரியத்தினூடு சமச்சீராகச் செல்லுமாகும்.

ஓர் அரியத்தின் இழிவு விலகல் நிலையில் படுகோணம் $i =$ வெளிப்படுகோணம் e என்பதை நிறுவல்;

மேற்காட்டியவாறு வரைபு மூலமும் இதனை நிறுவலாம். அல்லது கணிதமுறைப்படி வருமாறும் நிறுவலாம்.

$$n = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

----- (1)

கதிர்களின் நேர்மாறாகக் கலின்படி வெளிப்படுகோணம் e , படுகோணமாகும். இதற்கு முறிவுக்கோணம் r_1 எனின்.

$$n = \frac{\text{சைன் } e}{\text{சைன் } r_1} \quad \text{-----}(2)$$

படுகோணம் i க்கும், படுகோணம் e க்கும் உண்டாக்கும் விலகற்கோணம் δ ஒரே அளவினதாகும். ஆகவே இவ்விரு படுகோணங்களுக்கும்

$$\delta = i + e - A \quad \text{-----}(3)$$

$$A = r + r_1 \quad \text{-----}(4)$$

விலகல் இழிவாகும் பொழுது,

$$\frac{d\delta}{di} = 0$$

இப்பொழுது சமன்பாடு (3) ஐ i யைக் குறித்து வகையிடுக. அப்பொழுது $\frac{d\delta}{di} = 1 + \frac{de}{di}$ பெறப்படும். -----(5)

எனவே இழிவு விலகலுக்கு

$$\frac{de}{di} + 1 = 0$$

$$\therefore de + di = 0 \quad \text{-----}(6)$$

இனிச் சமன்பாடு (i) ஐ i யைக் குறித்தும் சமன்பாடு (2) ஐ e ஐக்குறித்தும் வகையிடுக.

$$\text{அப்பொழுது கோசைன் } i \text{ di} = n \text{ கோசைன் } r \text{ dr} \quad \text{-----}(7)$$

$$\text{கோசைன் } e \text{ de} = n \text{ கோசைன் } r_1 \text{ dr}_1 \quad \text{-----}(8)$$

$$\therefore de + di = \frac{n \text{ கோசைன் } r_1 \text{ dr}_1}{\text{கோசைன் } e} + \frac{n \text{ கோசைன் } r \text{ dr}}{\text{கோசைன் } i}$$

சமன்சாடு (6) இலிருந்து அறியப்படுவது,

$$\frac{n \text{ கோசைன் } r_1 \text{ dr}_1}{\text{கோசைன் } e} = - \frac{n \text{ கோசைன் } r \text{ dr}}{\text{கோசைன் } i} \quad \text{-----}(9)$$

மேலும் $A = r + r_1$: இதனை r_1 ஐக்குறித்து வகையிடும்பொழுது $dr + dr_1 = 0$ பெறப்படும்.

$$\text{அதாவது } dr = - dr_1$$

இவற்றை (9) இல் பிரயோகிக்கப்படும்பொழுது கீழ்வரும் சமன்பாடு பெறப்படும்

$$\frac{\text{கோசைன் } r_1}{\text{கோசைன் } e} = \frac{\text{கோசைன் } r}{\text{கோசைன் } i}$$

$$\frac{\text{கோசைன்}^2 r_1}{\text{கோசைன்}^2 e} = \frac{\text{கோசைன்}^2 r}{\text{கோசைன்}^2 i}$$

$$\frac{1 - \text{சைன்}^2 r_1}{1 - \text{சைன்}^2 e} = \frac{1 - \text{சைன்}^2 r}{1 - \text{சைன்}^2 r}$$

சைன்² e = n² சைன்² r₁; சைன்² i = n² சைன்² r; இவற்றை மேற் சமன்பாட்டில் பிரதியிடுக.

$$\text{அப்பொழுது } \frac{1 - \text{சைன்}^2 r_1}{1 - n^2 \text{சைன்}^2 r_1} = \frac{1 - \text{சைன்}^2 r}{1 - n^2 \text{சைன்}^2 r}$$

இதனைக் குறுக்குப் பெருக்கம் செய்து சுருக்குக.

$$1 - n^2 \text{சைன்}^2 r - \text{சைன்}^2 r_1 + n^2 \text{சைன்}^2 r \text{சைன்}^2 r_1 \\ = 1 - n^2 \text{சைன்}^2 r_1 - \text{சைன்}^2 r + n^2 \text{சைன்}^2 r_1 \text{சைன்}^2 r$$

இதிலிருந்து

$$\text{சைன்}^2 r (1 - n^2) = \text{சைன்}^2 r_1 (1 - n^2)$$

$$\therefore \text{சைன்}^2 r = \text{சைன்}^2 r_1$$

$$\text{ஆனால் } \text{சைன்}^2 i = n^2 \text{சைன்}^2 r$$

$$\text{சைன்}^2 e = n^2 \text{சைன்}^2 r_1$$

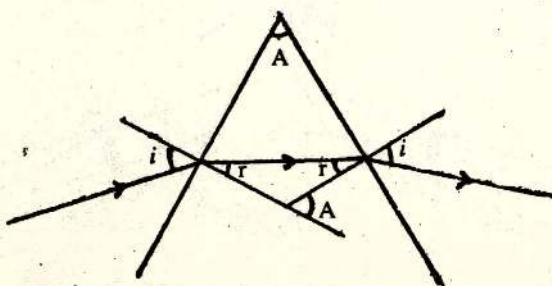
$$\therefore \text{சைன்}^2 i = \text{சைன்}^2 e \quad (\because r=r_1)$$

$$\therefore i = e$$

குறிப்பு:- ஓர் அரியத்தின் முறிவுச்சுட்டி தன்னைச் சூழும் ஊடகத்தின் முறிவுச்சுட்டியிலும் பெரிதாக இருப்பின், அரியத்தினூடு செல்லும் முறிகதிரும் வெளியேறும் வெளிப்படுகதிரும் அரியத்தின் அடித்தளத்தை நாடிச் செல்வனவாகும்

ஆனால் அரியத்தின் முறிவுச்சுட்டி அதனைச் சூழும் ஊடகத்தின் முறிவுச்சுட்டியிலும் சிறிதாக இருப்பின், அரியத்தினூடு செல்லும் முறிகதிரும் வெளியேறும் வெளிப்படுகதிரும் அரியத்தின் அடித்தளத்தை விலகிச் செல்வனவாகும்.

முறிகோணம் Aக்கும் இழிவுவிலகற்கோணம் D க்கும் n உக்கும் உள்ள தொடர்பு



அரியம் இழிவுவிலகல் நிலையில் இருக்கும் பொழுது அதனூடு செல்லும் கதிர் உதாரணமாக PQRS போன்றது சமச்சீராகச் செல்லும், அப்பொழுது படுகோணமும், வெளிப்படுகோணமும் i இனாலும் முறிவுக்கோணங்கள் r இனாலும் குறிக்கப்படும்

$$\text{இங்கு } i - r + i - r = d \quad \text{-----(i)}$$

$$r + r = A \quad \text{-----(ii)}$$

$$(ii) \text{ இலிருந்து } r = \frac{A}{2}$$

இதனை (i) இல் பிரதியிடுக. அப்பொழுது

$$2i = A + D$$

$$\therefore i = \frac{A + D}{2}$$

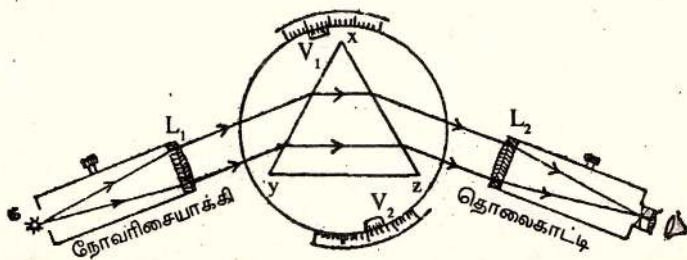
$$\therefore n = \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r} = \frac{\text{சைன் } \frac{A + D}{2}}{\text{சைன் } \frac{A}{2}}$$

இச் சூத்திரம் அரியத்தினது திரிவிதத்தின் முறுவுச்சுட்டியை அளப்பதற்கு ஒரு செம்மையான முறையைத் தருகின்றதாகும். அவ்வாறு முறிவுச்சுட்டியைத் துணிவதற்கு ஓர் உகந்த கருவி திருசியமானி ஆகும். இதனை உபயோகித்து அரியக்கோணம் A யையும் இழிவு விலகற்கோணம் D யையும் செம்மையாக அளக்கலாம். இக்கருவியின் விபரங்கள் வருமாறு

திருசியமானி மூன்று பாகங்களைப் பிரதானமாகக் கொண்டுள்ளது அவையாவன

(i) நேர்வரிசையாக்கி (ii) மேசை (iii) தொலைகாட்டி

இப்பாகங்கள் படம் 154 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன



படம் 154

(i) நேர்வரிசையாக்கி

இது ஓர் ஒருங்கும் நிறந்தரா வில்லையையும் அதன் குவியத்தில் S என்னும் பிளவையும் கொண்டுள்ளது. பிளவு ஓர் ஒளிமுதலுக்கு முன்னால் வைக்கப்பட்டு அதன் அகலம் செப்பஞ் செய்யப்படும். எனவே பிளவு ஓர் ஒளிமுதல் போல் தொழிற்படும் அத்துடன் L_1 இலிருந்து வெளிவரும் கதிர்கள் சமாந்தரமாக இருக்கும். வில்லைக்கும் பிளவுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் திருகாணி-ஒழுங்கொன்றினால் செப்பமாக்கப்படும்.

(ii) அரியத்தின் மேசை

இது ஒரு நிலைக்குத்து அச்சுபற்றி சுழற்றப்படத்தக்கதாகும். இதற்கு மட்டமாக்கும் திருகாணிகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. இவற்றை உபயோகித்து மேசை மட்டமாக்கப்படும். அத்துடன் $V_1 V_2$ என்னும் வேணியர் அளவுத்திட்டங்களும் இதனுடன் உள. இவை ஒரு வட்ட அளவுத்திட்டத்தின் மீது நகர்கின்றன. ஆகவே மேசையின் சுழற்சி வேணியர்களின் உதவியினால் வட்ட அளவுத்திட்டத்தில் அளந்து கொள்ளப்படும். இதன் சுழற்சி அச்சம் தொலைக்காட்டியின் சுழற்சி அச்சம் ஒன்றோடொன்று பொருந்தும் பரிசோதனையின் போது அரியம் இம்மேசையின் மேலேயே வைக்கப்படும். அதனால் இது, அரியத்தின் மேசை எனப் பெயர் பெற்றுள்ளது.

(iii) தொலைகாட்டி

இது ஒரு வானியற் தொலைகாட்டியாகும். இதன் பார்வைத் துண்டும், பொருள் வில்லையும் நிறந்தரா வில்லைகளாகும். இதனுள் குறுக்குக் கம்பிகள் உண்டு அரியத்திலிருந்து வெளிவரும் சமாந்தரக்கதிர்கள் பொருள் வில்லையில் விழும்பொழுது ஏற்படும் திருசியம் பார்வைத்துண்டினால் நோக்கப்படும். பார்வைத்துண்டின் இடத்தில் ஓர் ஒளிப்படத்தட்டு வைக்கப்படின் திருசியத்தின் படம் பெறப்படும்.

சுருங்கச் சொல்லின் திருசியமானியில் அரியத்தின் மேசையும் தொலைகாட்டியும், ஓரச்சுபற்றி சுழலத்தக்க பாகங்களாகவும், நேர்வாரிசையாக்கி அமைப்பாகவும் அமைகின்றன.

திருசியமானியைச் செப்பஞ் செய்தல்

இங்கு திருசியமானியுடன், அரியமும் ஓர் ஒருநிற ஒளியும் தேவையாகும். ஒரு நிறவொளிக்குச் சோடியவொளி பிரயோகிக்கப்படும்.

(1) குறுக்குக் கம்பிகளைச் செப்பஞ் செய்தல்

குறுக்குக் கம்பிகளைத் தெளிவாகவும் கண் விகாரப்படாதவாறு நோக்கத்தக்கதாகவும் பார்வைத் துண்டை முன்பின் அச்சத்துச் சரிசெய்க

இதனைச் சுலபமாக வெள்ளைச் சுவரொன்றை பார்வைத்துண்டினூடு நோக்கிக் கொண்டு அதனை முன்பின் அசைப்பதன் மூலம் குறுக்குக்கம்பிகளின் தெளிவான விம்பத்தைப் பெறலாம். பின்பு பரிசோதனை முடியும்வரை இச் செப்பஞ் செய்ததைக் குழப்பலாகாது.

(2) தொலைக்காட்டியைச் செப்பஞ் செய்தல்

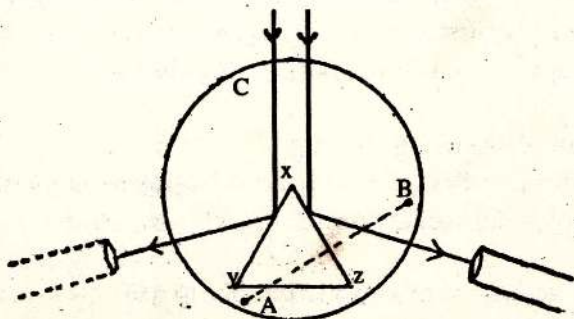
ஒரு திறந்த யன்னலுக்கூடாகத் தொலைகாட்டியைத் திருப்பி தூரப்பொருளொன்றை நோக்குக. அப்பொருளின் விம்பமும் குறுக்குக் கம்பிகளும் ஒன்றோடொன்று இடமாறு தோற்ற வழுவின்றி பொருந்தத்தக்கவாறு தொலைகாட்டியில் பொருத்தப்பட்ட திருகாணி ஒழுங்கைப் பிரயோகித்துச் சரிசெய்க அவ்வாறு செய்தபின் தொலைகாட்டி சமாந்தரக் கதிர்களை ஏற்கத்தக்கவாறு செப்பஞ் செய்யப்பட்டதாக அமையும்.

(3) நேர்வரிசையாக்கியைச் செப்பஞ் செய்தல்

இதளிற் பொருத்தப்பட்ட பிளவை சோடிய வொளியால் ஒளிர்ப்படுத்துக. பின்பு தொலைகாட்டியை இதோடு நேர்கோட்டில் இருக்கத்தக்கவாறு திருப்பித் தொலைகாட்டியினூடு பிளவை நோக்குக. அப்பொழுது ஒளி நேர்வரிசையாக்கியினூடும் தொலைகாட்டியினூடும் செல்கிறதாகும். பின்பு பிளவின் விம்பமும் குறுக்குக் கம்பிகளும் இடமாறு தோற்றவழுவின்றிப் பொருந்துமாறு நேர்வரிசையாக்கியிலுள்ள திருகாணியைச் சரிசெய்க இவ்வாறு செய்தபின் நேர்வரிசையாக்கியிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்கள் சமாந்தரமாகச் செல்வனவாகும்.

(4) அரியத்தின் மேசையைச் செப்பஞ் செய்தல்

அரியத்தின் மேசையினது மேல் மேற்பரப்பு நேர்வரிசையாக்கியின் கீழ் ஓரத்தின் மட்டத்தோடு இருக்கத்தக்கவாறு மேசையை உயர்த்துக.



அடுத்து XYZ என்னும் அரியத்தை அதன் முறிவோரம் நேர்வரிசையாக்கியை நோக்கத்தக்கவாறும் வட்ட மேசையின் மையத்தில் இருக்கத்தக்கவாறும் வைக்குக. மேசையோடு A, B,, C என்னும் மூன்று மட்டமாக்கும் திருகாணிகள் உள். A, B என்னும் திருகாணியின் நிலையங்களை ஒரு கோட்டினால் இணைக்க. இக்கோட்டுக்குச் சமாந்தரமாகப் பலகோடுகள் மேசையின் மீது காணப்படும். அரியத்தின் ஒரு முறிமேற்பரப்பு உதாரணமாக XZ ஆனது AB க்குச் செங்குத்தாக இருக்குமாறு அரியத்தைச் சரிசெய்க. பின்பு XY, XZ என்னும் மேற்பரப்புகளில் படும் நேர்வரிசையாக்கியிலிருந்து வரும் சமாந்தரக்கதிர்கள் படம் 155 இல் காட்டியவாறு தெறிப்படையும். தொலைக்காட்டியை இப்பொழுது முகம் XZ இல் தெறித்துவரும் கதிர்களை நோக்கத்தக்கவாறு திருப்புக. அப்பொழுது பிளவினது விம்பம் காணப்படும். பிளவினது விம்பத்தின் மையமும் நிலைக்குத்துக் குறுக்குக் கம்பியின் மையமும் ஒன்றுடனொன்று பொருந்துமாறு திருகாணி A ஐ அல்லது B ஐச் சரிசெய்க, பின்பு தொலைக்காட்டியை முகம் XY இல் தெறித்துவரும் கதிர்களை நோக்கத்தக்கவாறு திருப்புக அப்பொழுது தொலைக்காட்டிக்கூடாக நோக்கும்பொழுது பிளவின் விம்பத்தின் மையமும் நிலைக்குத்துக் குறுக்கும் கம்பியும் பொருந்தாதிருப்பின் அவை பொருந்தும்வரை திருகாணி C இனை இப்பொழுது சரிசெய்க இதன்பின் மீண்டும் தொலைக்காட்டியை முகம் XY க்குத் திருப்பி விம்பத்தையும் கம்பியையும் பார்க்க. விம்பம் பொருந்தாதிருப்பின் திரும்பவும் A அல்லது B ஐச் சரிசெய்க. இவ்வாறு இரு நிலைகளுக்கும் விம்பத்தின் மையமும் நிலைக்குத்துக் குறுக்குக் கம்பியின் மையமும் பொருந்தும்வரை தொலைக்காட்டியினூடு மாறிமாறி இரு நிலைகளிலும் பார்த்துத் திருகாணிகளைச் சரிசெய்க. இது பூர்த்தி செய்யப்பட்டபின் மேசை மட்டமாக்கப்பட்டுள்ளதாகும்.

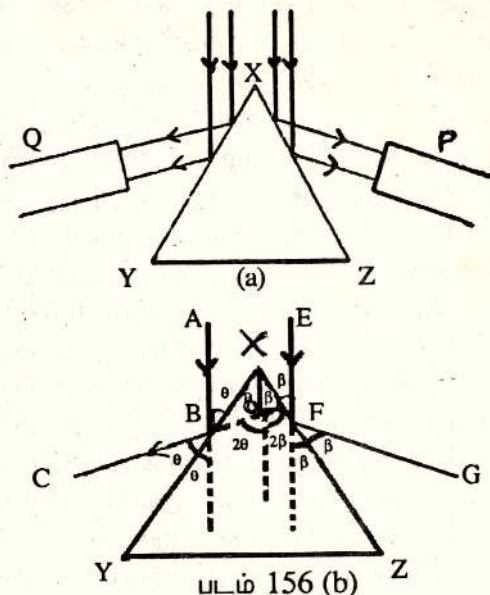
குறிப்பு:- இங்கு C என்னும் திருகாணியைச் சரிசெய்யும் பொழுது XZ என்னும் முகமானது தன் தளத்திலேயே திரும்புகிறதாகும். ஆகவே இம்முகத்தில் தெறிப்பறுவதால் தோற்றம் விம்பத்தை இம் முகத்தினூடு மீண்டும் பார்த்தாலும் விம்பம் குழப்பமடையாதிருக்கும்.

(ii) அரியத்தின் மேசையை வருமாறும் மட்டமாக்கலாம்.

அரியத்தின் மேசையில் திருகாணிகள் A, B என்பவற்றை இணைக்கும் கோட்டுக்குச் சமாந்தரமாக நீர்மட்டத்தின் குமிழி அதன் மையத்துக்கு வரத்தக்கவாறு சரிசெய்க, பின்பு நீர்மட்டத்தை எடுத்து இக் கோட்டுக்குச் செங்குத்தாக வைக்குக. இப்பொழுது குமிழியை நீர் மட்டத்தின் மையத்துக்கு கொண்டுவருமுகமாக திருகாணி C ஐ மட்டும் சரிசெய்க. இவ்வாறு செய்தபின் மேசை மட்டமாக்கப்பட்டுள்ளதாகும்.

அரியக்கோணத்தைத் துணிதல்

மேல் விவரித்தவாறு திருசியமானி செப்பஞ் செய்யப்பட்டபின் அரியக்கோணம் துணியப்படப்போகும் அரியம் அதன் முறிவோரம் நேர்வரிசையாக்கியை நோக்கத்தக்கவாறும் மேசையின் மையத்தில் இருக்கத்தக்கவாறும் வைக்கப்படும். பின்பு சோடியவொளியினால் ஒளிர்ப்படுத்தப்படும்.



நேர்வரிசையாக்கியிலிருந்து வரும் சமாந்தரக் கதிர்கள் XY, XZ என்னும் முகங்களில் பட்டுத் தெறிப்படையும். இத்தெறிப்படையும் கதிர்களை, தொலைகாட்டியை P, Q என்னும் நிலைகளுக்குத் திருப்பி நோக்க முடியுமாகும். அப்பொழுது அரியத்தின் மேசையோடு பொருத்தப்பட்டிருக்கும் வேணியர்கள் குறிக்கும் வாசிப்புக்கள் இரு நிலைகளிலும் எடுக்கப்படும். இவை வருமாறு அட்டவணைப்படுத்தப்படும் P, Q என்னும் இரு நிலைகளுக்கும் இடையேயுள்ள கோணம் அரியக் கோணத்தின் இருமடங்காகும். ஆகவே இதன் அரைமடங்கு அரியக்கோணத்தைக் கரும்.

தொலைகாட்டியின் நிலைகள்	வேணியர் வாசிப்புக்கள்	
	வேணியர் V_1	வேணியர் V_2
P இல்	θ_1	θ_2
Q இல்	θ_3	θ_4

$$\text{அரியக்கோணம்} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{A_1}{\frac{\theta_3 - \theta_1}{2}} + \frac{A_2}{\frac{\theta_4 - \theta_2}{2}} \right\}$$

$$\text{அதாவது } A = \frac{A_1 + A_2}{2}$$

படம் 156 (b) இல்

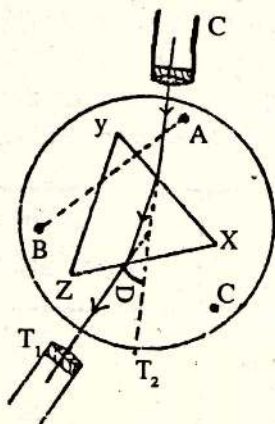
$$\angle YXZ = \theta + \beta$$

$$\angle \text{COG} = 2(\theta + \beta)$$

∴ தெறிகதிர்கள் BC க்கும் FG க்கும் இடையேயுள்ள கோணம் அரியக்கோணத்தின் இருமடங்காகும்.

$$\therefore \text{அரியக்கோணம் } X = \frac{1}{2} \angle \text{COG}$$

இழிவு விலகற் கோணத்தைத் துணிதல்



படம் 157

இதனைத் துணியும்பொழுது அரியத்தின் முறிவோரம் X நேர் வரிசையாக்கியை விலக்கி நோக்கத்தக்கவாறும் அத்துடன் அதன் மையம் மேசையின் மையத்தில் இருக்கத்தக்கவாறும் படம் 157 இல் காட்டியவாறு வைக்கப்படும். அப்பொழுது பிளவிலிருந்து நேர் வரிசையாக்கியினூடு வரும் ஒளி முகம் XY இல் பட்டு முறிவடைந்து XZ இலிருந்து வெளிவரும். இம்முகத்திற்கூடாக முறிவினால் ஏற்பட்ட விம்பத்தின் நிலையை வெறுங்கண்ணால் பார்த்தறிக. கண்ணிருந்த நிலைக்கு இப்பொழுது

தொலைகாட்டியைத் திருப்புக நிலைக்குத்துக் குறுக்குக் கம்பியும் விம்பமும் பொருந்தத்தக்கதாக தொலைகாட்டியை இப்பொழுது சரிசெய்க. அப்பொழுது நேர்வரிசையாக்கியை நோக்கி விம்பம் அணுகத்தக்கவாறு அரியத்தின் மேசையை திருப்புக. அப்படித் திருப்பும் பொழுது, தொலைகாட்டியினூடு இவ்விம்பத்தைப் பார்க்கும் முகமாக தொலைகாட்டியும் நேர்வரிசையாக்கியின் அச்சை நோக்கித் திருப்பப்படும். இவ்வாறு அரியத்தின் மேசையைத் திருப்பும்பொழுது விலகல் கோணம் குன்றும். மேசையும் தொலைகாட்டியும் இவ்விதம் மெதுவாகத் திருப்பப்படும் பொழுது ஒரு கட்டத்தில் விம்பம் நிலையாகவரும். இக் கட்டத்தை விம்பம் அடைந்ததும் மேசை, மேலும் அதே திசையில் திருப்பப்படின் விம்பம் வந்ததிசையிலேயே திரும்பிச் செல்வதை அவதானிக்கலாம். இக்கட்டம் அரியத்தின் இழிவுவிலகல் நிலையென மட்டிடப்படும் ஆகவே இக் கட்டத்தின் தொலைகாட்டிக்கூடாக விம்பத்தை நோக்கிக்கொண்டு விம்பத்தின் மையமும் நிலைக்குத்துக் குறுக்குக்கம்பியின் மையமும் ஒன்றத்தக்கவாறு அரியத்தின் மேசையை முன்னும் பின்னும் சற்று சுழற்றிச் செப்பஞ்செய்க விம்பத்தின் மையமும் நிலைக்குத்துக் குறுக்குக் கம்பியின் மையமும் பொருந்தியிருக்கும். இந்நிலையில் வேணியர்களின் வாசிப்புக்களைக் குறிக்க. இதன்பின் அரியத்தை அகற்றிக் கொண்டு தொலைகாட்டியை நேர்வரிசையாக்கிக்கு நேரே திரும்பி விம்பத்தின் மையத்தையும் நிலைக்குத்துக் குறுக்குக் கம்பியின் மையத்தையும் பொருந்துமாறு சரிசெய்க அப்பொழுதும் வேணியர்களின் வாசிப்புக்களைக் குறிக்க. அவ்வாசிப்புக்கள் யாவும் வருமாறு அட்டவணைப்படுத்தப்படும்.

	வேணியர் வாசிப்புக்கள்	
	வேணியர் V_1	வேணியர் V_2
அரியத்தின் இழிவுவிலகல் நிலையில் தொலைகாட்டிக் கூடாகப் பார்க்கும் பொழுது	θ_1	θ_2
நேர் வரிசையாக்கியின் நேரே தொலைகாட்டி இருக்கும் பொழுது	θ_3	θ_4

$$D_1 \qquad D_2$$

$$\parallel \qquad \parallel$$

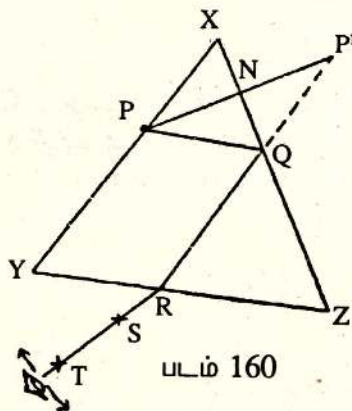
\therefore இழிவுவிலகற்கோணம் $D = \theta_1 - \theta_3$ அல்லது $\theta_2 - \theta_4$ இனால் தரப்படும்.

$$\therefore D = \frac{D_1 + D_2}{2}$$

குறிப்பு:- தொலைகாட்டியைச் சுழற்றி அரியக்கோணத்தைத் துணியும்பொழுது அரியத்தின் முறிவோரம் அரியத்தின் மேசையின் மையத்தில் வைக்கப்படுவதால் விளையும் நன்மைகளாவன.

- (i) நேர்வரிசையாக்கியிலிருந்து மிகக் கூடிய அளவு ஒளி அரியத்தில் பட்டுத் தெறிப்படைகின்றது இதனால் தொலைகாட்டிக்கூடாகப் பார்க்கப்படும் விம்பத்தில் துலக்கம் அதிகரிக்கப்படுகின்றது.
- (ii) அரியத்தினது அடித்தளத்தின் முழு நீளமும் இங்கு உபயோகிக்கப்படுவதால் கருவியின் பிரிவுவு அதிகரிக்கப்படுகிறது.
- (iii) படுகின்ற ஒளிக்கற்றையின் சமாந்தரத் தன்மையில் நிறைவு குறைந்திருப்பின் அது இங்கு நிவிர்த்திக்கப்படும். எனினும் அரியத்தின் மேசையைச் சுழற்றி விலகற் கோணங்களை அளக்கும் கட்டங்களில் அரியத்தின் மையம் மேசையின் மையத்தில் இருத்தல் வேண்டும்.

அரியமொன்றை உபயோகித்து கண்ணாடியின் அவதிக் கோணத்தைத் துணிதல்



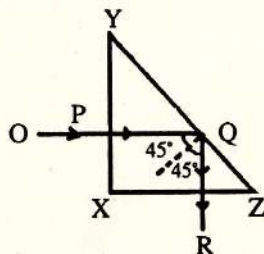
ஓர் அரியத்தை வரைபலகையில் பொருத்தப்பட்ட வரைதாளில் வைத்து அதன்புறவரு XYZ ஐக் கீறிக் பின்பு பக்கம் XY உடன் தொடர்த்தக்கதாக ஓர் ஊசியை நிலைக்குத்தாக X இற்கு அருகில் நிறுத்துக் YZ என்னும் முகத்துக்கூடாக XZ இல் தெறிப்புறவதால் ஏற்படும் P இன் விம்பத்தைப் பார்க்க படம் 160 கண்ணை Y இலிருந்து Z க்கு நகர்த்துக, அப்பொழுது ஒரு குறித்த புள்ளிவரை விம்பம் மங்கலாகவும், அதாவது ஏறத்தாழத் தெரியாததாகவும் பின் அப்புள்ளியைத் தாண்டியதும் விம்பம் துலக்கமாக Z வரை தோற்று வதையும் அவதானிக்கலாம் எனவே Q.Z க்கிடையே P இலிருந்து விழும் கதிர்கள் முழு அகத்தெறிப்படைவதால் அவ் விம்பங்கள் YZக் கூடாகப் பார்க்கும்பொழுது துலக்கமாகத் தெரிகின்றனவென்பது

வெளிப்படையாகின்றது XQ க்கிடையே P இலிருந்து விழும் கதிர்களில் சில தெறிப்பும் சில முறிவும் அடைகின்றன்னாவல் YZ க்கூடாக கபார்க்கும்பொழுது அவ்விம்பங்கள் மங்கலாகவும் தோற்றுகின்றன. இவ்வாறு கண்ணை Y இலிருந்து Z க்கு நகர்த்தும்பொழுது மங்கலான விம்பம் சடுதியாகத் துலக்கமாக மாறும் அந்நிலையை S, T என்னும் ஈர் ஊசிகளை வரைதாளில் நிறுத்தி எல்லைப்படுத்துக. இப்பொழுது அரியத்தை அகற்றி T, S ஐ இணைத்து YZ ஐ R இல் வெட்டுமாறு நீட்டுக. பின்பு XZ க்கு P இலிருந்து ஒரு செங்குத்து வரைந்து அதனை PN = P'N ஆக இருக்கத்தக்கவாறு P' க்கு நீட்டுக. P' ஐயும் R ஐயும் இப்பொழுது இணைக்க. இக்கோடு XZ ஐக் Q வில் வெட்டும். இது Q வில் முழுஅகத்தெறிப்பு ஆரம்பிக்கும் நிலையைக் குறிக்கின்றது. எனவே கோணம் PQR அவதிக் கோணத்தின் இரு மடங்காகும். அதாவது $\angle PQR = 2\angle C$

இக்கோணம் அளக்கப்பட்டு அவதிக் கோணம் C துணியப்படும். இவ்விதம் மூன்று தடவைகள் செய்து C இன் சராசரிப் பெறுமானத்தைப் பெறலாம்.

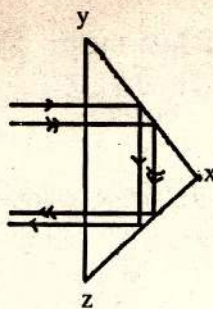
முழுவுட் தெறிப்பு அரியங்கள்

இரு சமபக்க செங்கோண அரியங்கள் முழுவுட் தெறிப்பு அரியங்களாக உபயோகிப்பதற்கு மிகச் சிறந்தனவாகும். இவற்றின் தொழிற்பாடுகளை கதிர்ப்பட்டங்கள் 161, 162, 163 மூலம் காட்டலாம்.



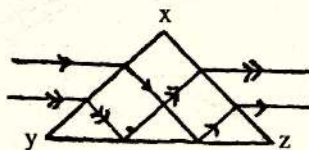
படம் 161

இங்கு அரியம் 90° க்கூடாக OQ என்னும் கதிரைத் திருப்புகின்றது (படம் 161), YZ இல் OQ இன் படுகோணம் 45° ஆகும் ஆனால் கண்ணாடிக் குரிய அவதிக் கோணம் ஏறத்தாழ 42° ஆனதால் Q வில் கதிர் முழுவுட் தெறிப்படைகின்றது இதன் தொழிற்பாடு சூழ்வு காட்டிகளில் பிரயோகிக்கப்படுகிறது.



படம் 162

படம் 162 இல் காட்டியவாறு அரியத்தின் முகம் YZ இல் கதிர்கள் படும்பொழுது, YX, XZ என்னும் முகங்களில் முழு அகத்தெறிப்படைந்து படுகதிர்களின் திசைக்கெதிர்த் திசைகளில் வெளிப்படுகின்றன. இங்கு கதிர்கள் 180° க் கூடாகத் திருப்பப்படுகின்றன. இதன் தொழிற்பாடு இருவிழிக்காட்டி அரியங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றது.



படம் 163

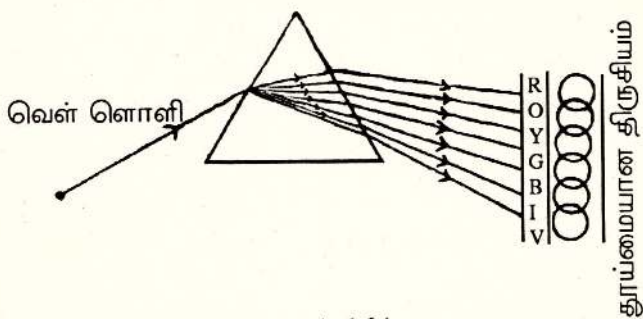
படம் 163 இல் காட்டியவாறு அரியம் இருக்கும்பொழுது கதிர்கள் XY என்னும் முகத்தில் படின் அவை முறிவடைந்து முகம் YZ இல் முழு வட்டெறிப்படைந்து பின்பு முகம் XZ இலும் முறிவடைந்து படுகதிர்களின் திசையின் வழியே XZ இலிருந்து வெளிப்படுகின்றன. இதனைப் பிரயோகித்து தலைகீழ் விம்பங்களை நிமிர்த்தலாம். அதனால் இது நிமிர்த்தும் அரியம் எனப் பெயர்பெறும். இங்கு கதிர்கள் 0° க் கூடாகத் திருப்பப்படுகின்றன.

அரியங்கள் சிறந்த தெறிகருவிகளாகப் பயன்படுகின்றன அரியமானது தன்மீது விழும் ஒளிச்சத்தியில் ஒரு பகுதியை தெறிப்பு. செலு த்தகை. உறிஞ்சல் ஆகியவற்றின் மூலம் இழந்தபோதும், இது உதாரணமாக 60 வீதம் தெறிப்பு ஏற்படுத்தவல்ல பெக்குலம் என்னும் உலோகத்திலும் சிறந்ததாக இருக்கிற தெனக் கருதப்படுகின்றது. ஓர் உலோக மேற்பரப்பு மங்க நேரிடுகின்றதால் அதனை மங்காது பேணுவதற்கு சில முறைகளை கையாளவேண்டும். ஆனால் அரியத்தைப் பொறுத்தளவில் மங்குதல் அதனில் ஏற்படுவதில்லை. ஆயினும் காலத்துக்காலம் அதைத்துடைத்தால் போதுமாகும். ஆகவே அரியத்தினூடு தோற்றும் விம்பம் துலக்கமானது, தெளிவானது நிரந்தரமானதாகும்.

நிறப்பிரிக்கையும் திருசியமும்

நிறப்பிரிக்கை

1666-ம் ஆண்டில் நியூற்றன் என்பவர் வெள்ளொளியை அதாவது சூரியவொளியைப் பற்றி பரிசீலனை செய்தபோது சில கண்டு பிடிப்புக்களை அறியத்தக்கதாக இருந்தார். அவரினது கண்டுபிடிப்பின்படி வெள்ளொளியானது அரியமொன்றினூடு செலுத்தப் படும்பொழுது அது பின்வரும் வரிசையில், சிவப்பு, செம்மஞ்சள், மஞ்சள், பச்சை, நீலம், கருநீலம், ஊதா என்னும்



படம் 164

நிறங்களாக பிரிக்கப்படுகின்றன என்றும் அவை ஒரு திரையில் விழும்பொழுது ஒரு நிறப்பட்டையை ஆக்குகின்றன என்றும் அறிந்துள்ளார் (படம் 164). இத் திரையில் பெறப்பட்டுள்ள நிறப்பட்டை திருசியம் எனப் பெயர் பெற்றுள்ளது. திருசியம் அவதானிக்கப்பட்ட பொழுது அதனில் காணப்படும் நிறங்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று விழுவதால் தூய்மையற்றதாகவும் இருந்தது. இப்பரிசோதனை யிலிருந்து வெள்ளொளியில் இந்நிறங்கள் உள்ளதா அல்லது அரியம் வெள்ளொளிக்கு இந்நிறங்களை கொடுத்ததா என்னும் ஐயம் ஏற்பட்டுள்ளது. அவ்வையத்தைத் தொடர்ந்து பரிசோதனை செய்வதன்மூலம் நீக்கத்தக்கதாக இருந்தது. ஆகவே இறுதியாகக் கண்ட விளைவின்படி (வொள்ளொளி ஏழு நிறங்களைக் கொண்ட ஒரு கூட்டு நிறம் எனவும் ஒவ்வொரு நிறமும் வெவ்வேறு அளவுக்கு விலகல் அடைகிறதென்றும் அறியமுடிந்ததுள்ளது. இந்நிறங்களுள் சிவப்புக் குறைந்த விலகலையும், சி., செ. ம., ப., நீ, க, ஊ. என்னும் வரிசையில் மற்றநிறங்களின் விலகல் அதிகரித்துக் கொண்டு போகின்றனவென்றும் கூறமுடிந்தது. இதிலிருந்து சிவப்பு மிகக் குறைந்த விலகலையும் ஊதா மிகக்கூடிய விலகலையும் உடையன வென்பது வெளிப்படை. இவ்விதம் வெள்ளொளி அரியமொன்றினால் பல நிறங்களாகப்

பிரிக்கப்படுதல் நிறப்பிரிக்கை எனப்படும்.

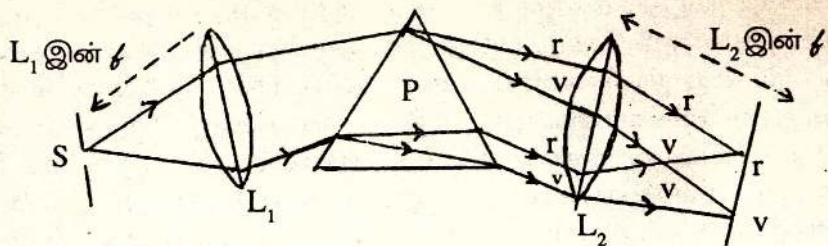
திருசியத்தில் கண்ணுக்குப் புலப்படத்தக்க பிரதேசமும், கண்ணுக்குப் புலப்பட முடியாத பிரதேசமும் இருந்தன. திருசியத்தின் புலப்படத்தக்கபகுதி மேற்கூறிய ஏழு நிறங்களைக்கொண்ட பகுதியாகும். கண்ணுக்குப் புலப்பட முடியாத பிரதேசங்கள் சிவப்புக்கப்பாலும், ஊதாக்கப்பாலும் இருந்தன; மேலும் இந்நிறம் ஒவ்வொன்றுக்கும் ஒவ்வொரு அலைநீளம் உண்டு. குறிப்பாக சிவப்பு உயர் அலைநீளத்தையும் ஊதா குறுகிய அலைநீளத்தையும் உடையன திருசியத்தில் சிவப்புக்கப்பால் உள்ள பிரதேசம் சிவப்பின் அலைநீளத்திலும் உயர்ந்த அலைநீளங்களையுடைய கதிர்களைக் கொண்டதாக இருந்தது. இப் பிரதேசம் செந்நிறக் கீழ் திருசியம் எனப்படும். ஊதாக்கப்பால் இருக்கும் பிரதேசம் ஊதாவின் அலை நீளத்திலும் குறுகிய அலைநீளங்களையுடைய கதிர்களைக் கொண்டதாகும், அப்பகுதி ஊதாக்கடந்த திருசியம் எனப்படும்.

மேலும் அரியத்தினது திரவியத்தின் முறிவுச்சுட்டி அதனூடு செல்லும் நிறவொளியின் தன்மையில் பொறுத்துள்ளதாக அமைகின்றது: ஆகவே அரியத் திரவியத்தின் முறிவுச்சுட்டி ஒவ்வொரு நிறவொளிக்கும் ஒவ்வொரு பெறுமானத்தையுடையதாக இருக்கும் இங்கு சிவப்பு நிறத்தக்குரிய அரியத் திரவியத்தின் முறிவுச்சுட்டி n_r எனவும், நீலத்துக்கு n_b எனவும், ஊதாவுக்கு n_v எனவும் குறிக்கப்படும். கண்ணுக்குப் புலப்படும் திருசியத்தின் மத்தியில் மஞ்சள் ஒளியின் விம்பம் அண்ணளவாக இருப்பதால் மஞ்சள் ஒளிக்கதிர் சராசரிக் கதிர் எனக் கொள்ளப்படும். இதன் விலகல் d இனாலும் முறிவுச்சுட்டி சாதாரண n இனாலும் குறிக்கப்படும்.

தூய்திருசியம் பெறுதல்

படம் 164 இல் காட்டப்பட்டவாறு பெறப்படும் திருசியம் தூய்மையற்றதாகும், எனவே தூய்மையாகத் திருசியம் பெறப்படுதற்கு நிறங்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று பொருந்தாதவாறு ஒழுங்குகள் செய்யப்படல் வேண்டும். இது வருமாறு ஏற்படுத்தப்படும்.

L_1 என்னும் குவிவில்லையின் குவியத்தில் இருக்கும் ஒடுங்கிய பிளவொன்றினூடு வெள்ளொளியைச் செலுத்தல் வேண்டும்.



படம் 165

அவ்வொளி L_1 இல் முறிவுற்று சமாந்தரமாக வெளிப்பட்டு இழிவுவிலகல் நிலையில் இருக்கும் அரியமொன்றினூடு செல்லும். அங்கு வெள்ளொளி நிறப்பிரிக்கையடைந்து வெவ்வேறு நிறக் கதிர்களாக வெளிப்படும். ஆனால் இக்கதிர்களில் ஒரே நிறமானவை ஒன்றுக்கொன்று சமாந்தரமாகவே இருக்கும் (படம் 165). இக்கதிர்கள் L_2 என்னும் வில்லையிற் பட்டு அதன் குவியத்தளத்தில் இருக்கும் திரையினில் தனித்தனி நிறப்பட்டையாக ஏற்படும். இது ஒரு தூயதிருசியமாகும்.

ஆகவே தூயதிருசியத்தைப் பெறுதற்கு வேண்டிய முக்கிய நிபந்தனைகள் வருமாறு :-

- (i) பிளவு மிக ஒடுங்கியதாக இருத்தல் வேண்டும்.
- (ii) அரியம் இழிவுவிலகல் நிலையில் இருத்தல் வேண்டும்
- (iii) படுகற்றை சமாந்தரக்கற்றையாக இருத்தல் வேண்டும்.
- (iv) வெளிப்படுகற்றை ஒரு குவிவில்லையாற் குவிக்கப்படல் வேண்டும்.
- (v) L_2 என்னும் வில்லையின் குவியத்தளத்தில் திரை இருத்தல் வேண்டும்.

உத்திக் கணக்குகள்

1. 70° அரியக்கோணமும் 1.6 முறிவுச்சுட்டியுமுடைய ஓர் அரியம் 1.3 முறிவுச்சுட்டியுடைய திரவத்துள் அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது.

அரியத்தினூடு செல்லும் ஒரு சமாந்தரக் கற்றைக்கு ஏற்படும் இழிவுவிலகல் கோணத்தைக் கணிக்க.

$$i_g = \frac{\text{சைன் } \frac{A+D}{2}}{\text{சைன் } \frac{A}{2}}$$

$$i_g = i_a \cdot a n_g$$

$$= \frac{1.6}{1.3}$$

$$\therefore \frac{1.6}{1.3} = \frac{\text{சைன் } \left(\frac{70^\circ + D}{2} \right)}{\text{சைன் } \frac{70^\circ}{2}}$$

$$\therefore \frac{16}{13} \text{ சைன் } 35^\circ = \text{சைன் } \left(\frac{70^\circ + D}{2} \right)$$

$$\text{சைன்} \left(\frac{70^\circ + D}{2} \right) = 0.7059$$

$$\therefore \frac{70^\circ + D}{2} = 44.9^\circ$$

$$70^\circ + D = 89.8^\circ$$

$$D = 19.8^\circ$$

2. 60° அரியக்கோணமும் 1.5 முறிவுச்சட்டியமுடைய அரியத்தின் இரண்டாம் முகத்தில் எல்லா ஒளியும் முழுவட்டெறிப்படையிள் அரியத்தின் மீதுள்ள மிகக்குறைந்த படுகோணத்தைக் காண்க. முழுவட்டெறிப்பு ஆரம்பிக்கும்பொழுது அரியத்தின் இரண்டாம் முகத்தில் படுகோணம் = C°

(அவதிக்கோணம்)

$$\therefore \text{சைன் } C^\circ = \frac{1}{n} = \frac{1}{1.5} = \frac{2}{3}$$

$$= .6666$$

$$\therefore C^\circ = 41.8^\circ$$

$$\therefore \text{முதலாம் முகத்திலுள்ள முறிவுக்கோணம்} = 60^\circ - 41.8^\circ = 18.2^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{முதலாம் முகத்தில் } n &= \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } 18.2^\circ} \\ \therefore \text{சைன் } i &= 1.5 \text{ சைன் } 18.2^\circ \\ &= 1.5 \times 0.3123 \\ &= 0.4685 \\ \therefore i &= 27^\circ 56' \end{aligned}$$

தேர்வு வினாக்கள்

1. ஒரு கண்ணாடி அரியத்தினூடு செல்லும் ஒளியின் முறிகதிரும் வெளிப்படுகதிரும் அரியத்தின் அடித்தளத்தை விலகிச் செல்லின்.
 - (a) அரியத்தின் முறிவுச்சுட்டி அதனைச் சூழும் ஊடகத்தின் முறிவுச்சுட்டியிலும் சிறிதென்பதைக் காட்டும்
 - (b) அரியத்தின் முறிவுச்சுட்டி அதனைச் சூழும் ஊடகத்தின் முறிவுச்சுட்டியிலும் பெரிதென்பதைக் காட்டும்.
 - (c) அரியத்தினூடு செல்லும் ஒளியின் வேகம் அதனைச் சூழும் ஊடகத்தினூடு செல்லும் ஒளியின் வேகத்திலும் சிறிதென்பதைக் காட்டும்.
 - (d) அரியத்தினூடு செல்லும் ஒளியின் வேகம் அதனைச் சூழும் ஊடகத்தினூடு செல்லும் ஒளியின் வேகத்திலும் பெரிதென்பதைக் காட்டும். இவற்றுள் சரியானவை
 - (i) a மட்டும் (ii) a உம் d உம் (iii) a உம் b உம் c உம்
 - (iv) b உம் d உம் (v) c மட்டும்
2. 1.5 முறிவுச்சுட்டியுடைய சமபக்க முக்கோணக்கண்ணாடி அரியத்தின் முதலாம் முறிமேற்பரப்பில் முறிவுக்கோணம் 35° ஆயின் இரண்டாம் முறிமேற்பரப்பில் உள்ள வெளிப்படுகோணம் அண்ணளவாக
 - (i) 60° (ii) 30° (iii) 70° (iv) 50° (v) 40°
3. 60° முறிகோணத்தையுடைய சமபக்கக் கண்ணாடி அரியத்தின் முதலாம் முறிமேற்பரப்பில் 15° படுகோணத்தை ஆக்கும் ஒளிக்கதிர்

- (a) இரண்டாம் முறிமேற்பரப்பில் மருவி வெளிப்படும்
 (b) " " முழு வுட்தெறிப்படையும்
 (c) " " முழு வுட்தெறிப்படைந்து பின் அடித்தளத்தில் முறிவடையும்.
 (d) இரண்டாம் முறிமேறிபரப்பில் முழு வுட்தெறிப்படைந்து பின் அடித்தளத்திலும் முழு வுட்தெறிப்படையும்.

இவற்றுள் சரியானவை.

- (i) a உம் b உம் (ii) b உம் d உம் (iii) d மட்டும்
 (iv) c மட்டும் (v) b உம் c உம்

4. ஓர் ஒளிக்கதிர் அரியமொன்றினூடு i என்னும் படுகோணத்தையும் e எனும் வெளிப்படுகோணத்தையும் δ என்னும் விலகற்கோணத்தையும் ஆக்கத்தக்கவாறு செல்கின்றது. i என்னும் படுகோணம் அதிகரிக்கும்பொழுது கோணம் e
 (i) தொடர்ந்து குன்றும் (ii) மாறாதிருக்கும்
 (iii) ஓர் உயர் பெறுமானத்தை உடையதாகும்
 (iv) ஓர் இழிவு பெறுமானத்தை உடையதாகும்
 (v) தொடர்ந்து அதிகரிக்கும்
5. மேற்கேள்வியில் i அதிகரிக்கும்பொழுது விலகற்கோணம் δ
 (i) தொடர்ந்து குன்றும்
 (ii) ஓர் இழிவு பெறுமானம் உடையதாகும்
 (iii) மாறாதிருக்கும் (iv) தொடர்ந்து அதிகரிக்கும்.
 (v) ஓர் உயர்பெறுமானம் உடையதாகும்.
6. இழிவு விலகல் நிலையில் இருக்கும் கண்ணாடி அரியமொன்றில் படுகோணம் i எனவும், முறிகோணம் A எனவும் வெளிப்படு கோணம் e உனவும் இழிவு விலகற்கோணம் D எனவும் முறையே கொள்ளப்படின கண்ணாடியின் முறிவுச்சுட்டியின் பருமனை தரத்தக்கவை.

$$(A) \frac{\text{சைன்} \left(\frac{A+D}{2} \right)}{\text{சைன்} \frac{A}{2}}$$

$$\text{சைன்} \frac{A}{2}$$

$$(B) \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } r}$$

$$(C) \frac{\text{சைன் } i}{\text{சைன் } e}$$

$$(D) \frac{\text{சைன்} \left(\frac{i+e}{2} \right)}{\text{சைன் } r}$$

$$(E) \frac{\text{சைன்} \frac{i+D}{2}}{\text{சைன்} \frac{A}{2}}$$

- (i) A மட்டும் (ii) A உம், B உம், D உம் (iii) A உம் B உம்
(iv) A உம் C உம் (v) A உம் D உம்

7. ஒரு திருசியமானியின் நேர்வரிசையாக்கி
(i) விலகலை (ii) பரவல் தெறிப்பை
(iii) சமாந்தர ஒளிக்கற்றையை (iv) நிறப் பிரிக்கையை
(v) முழுஅகத்தெறிப்பை உண்டாக்குவதற்குப் பயன் படுகிறது.

8. ஒரு கண்ணாடி அரியத்தின் முதலாம் முறிமேற்பரப்பில் விழும் கதிரின் படுகோணம் i ஆகவும் வெளிப்படுகதிரின் வெளிப்படு கோணம் e ஆகவும், i க்குரிய விலகற்கோணம் d ஆகவும் இருப்பின் படுகோணம் மற்ற முறிமேற்பரப்பில் e ஆக இருக்கத் தக்கவாறு கதிர் நேர்மாறாக்கப்படி அப்பொழுது விலகற் கோணம்
(i) $2d$ (ii) $d/2$ (iii) d (iv) $d-i$ (v) $(e-d)$

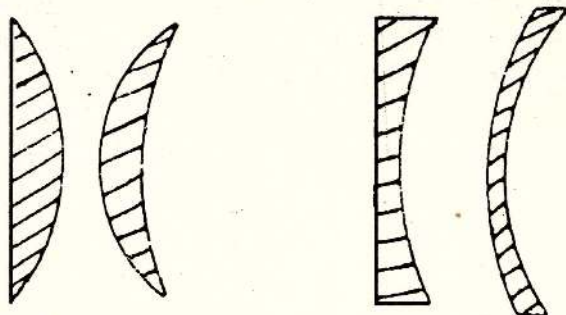
வினாக்கள்

1. ஓர் அரியத்தின் அரியக்கோணம் 60° இவ்வரியத்தின் ஒரு முகத்தில் 45° படுகோணத்துடன் விழும் படுகதிருக்கான வெளிப் படுகோணத்தைக் கணிக்க. ($n = 1.5$) (விடை: 52.3°)
2. (i) திருசியமானியினதும் (ii) அரியக்கோணம், இழிவு விலகற் கோணம் காண்பதற்குமானதுமான வரிப்படங்களை வரைக. இவ்விரண்டையும் அளப்பதற்குரிய விபரங்களையும் தருக.
3. (i) அரியத்தில், படுகதிரின் படுகோணத்துக்கும் விலகற்கோணத்துக்குமுள்ள மாறலை வரைபு மூலம் காட்டுக.
(ii) வரிப்படங்களுடன் திருசியமானி மட்டமாக்கப்படுதலை விவரிக்க.
4. அரியத்தின் முறிவுச்சுட்டி 1.52 ஆயின் அரியத்தின் எதிர் முகத்திலிருந்து ஒரு கதிர் வெளிப்படுதற்கான மிகக் கூடிய அரியக் கோணம் என்ன? (விடை: 82.3°)
5. அரியத்தின் முறிவுச்சுட்டி 1.6 ஒரு கதிர் 70° அரியக்கோண முள்ள அரியத்தில் விழுந்து இரு பக்கங்களிலும் முறிவடைந்து 60° வெளிப்படுகோணத்துடன் வெளியேறுகின்றது. அரியத்தின் முதல் முகத்தில் படுகதிரின் படுகோணத்தைக் காண்க. (விடை: 75.5°)

6. ஒரு முக்கோண அரியம் ABC இல் $A = 90^\circ$, $B = 60^\circ$, $C = 30^\circ$ $c = 3$ சமீ $n = 1.5$. c என்னும் முகத்தில் A இலிருந்து 1 சமீ தூரத்திலுள்ள ஒரு புள்ளியில் ஒரு கதிர் அம்முகத்துக்குச் செங்குத்தாக விழுகின்றது. முறிகதிர் அரியத்திலிருந்து வெளிப்படும் பொழுது இதிலிருந்து வெளிப்படுபுள்ளியின் தூரத்தையும் விலகற்கோணத்தையும் காண்க.
(விடை: $(2\sqrt{3} + 1\sqrt{3}), 41.4^\circ$)

7. முறிவுச்சட்டி காண்பதற்கான ஒரு திருத்தமான முறையை விபரிக்க. 60° அரியமொன்றின் முறிவுச்சட்டி 1.5. கதிரொன்று அரியத்தினூடு முறிவடைந்து முழுவட்தெறிப்படையாது வெளிப்படுதற்கு வேண்டிய படுகதிரின் இழிவுப் படுகோணத்தைக் காண்க.
(விடை: 27.9°)

ஒரு வில்லை கண்ணாடியால் ஆக்கப்பட்டதும் ஒன்று அல்லது இரண்டு கோள மேற்பரப்புக்களால் எல்லைப் படுத்தப்பட்டதுமான ஒரு பொருள் ஆகும். இரட்டைக் குவிவில்லை குழிவில்லைகளைத் தவிர வேறும் வில்லைகள் இருக்கின்றன. அவை படம் 166 இல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



தளக்
குவிவில்லை

குவிக்
குழிவில்லை

தளக்
குழிவில்லை

குழிக்
குவிவில்லை

படம் 166

வில்லையின் வளைவு மையம்

வில்லையின் மேற்பரப்பு கோளமொன்றின் ஒரு பகுதியாகும். ஆகவே அக்கோளத்தின் மையம் அவ்வில்லையினது மேற்பரப்பின் வளைவுமையம் எனப்படும்.

வில்லையின் தலைமை அச்சு

வில்லையொன்றின் இரு மேற்பரப்புக்களினது வளைவுமையங்களை இணைக்கின்றதும் அதன் மையத்தினூடு செல்கின்றதுமான கோடு வில்லையின் தலைமை அச்சு எனப்படும்.

தலைமைக் குவியம்

தலைமை அச்சுக்குச் சமாந்தரமாகவும் அண்மையாகவும் செல்லும் கதிர்கள் வில்லையில் முறிவுற்றபின் தலைமை அச்சில் ஒரு புள்ளியில் குவியும் அல்லது ஒரு புள்ளியிலிருந்து வருவதுபோலத் தோற்றும், அப்புள்ளி வில்லையின் தலைமைக் குவியம் எனப்படும்.

இவற்றை சமன் பாடு ① இல் பிரதியிட்டால்

$$\frac{-v}{+u} = \frac{-(v-f)}{-f} \quad \text{பெறப்படும்}$$

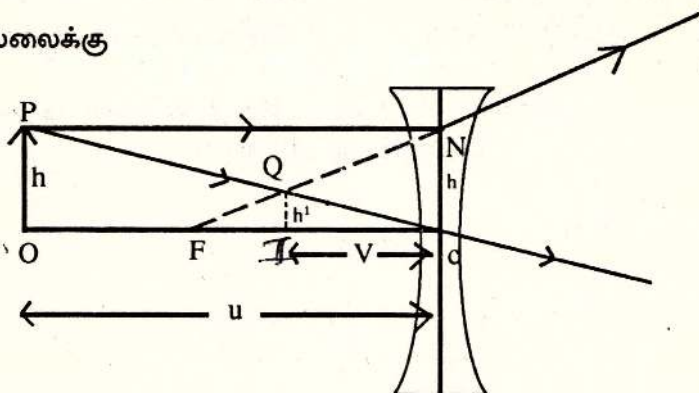
$$vf = -uv + uf$$

இதனை uvf ஆல் வகுக்க

அப்பொழுது $\frac{1}{u} = -\frac{1}{f} + \frac{1}{v}$ பெறப்படும்

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

(ii) குழிவில்லைக்கு



படம் 168

படம் 168 இல் Δ ங்கள் IQC, OPC வடிவொத்தன

எனவே $\frac{h'}{h} = \frac{CI}{CO}$

மேலும் Δ ங்கள் FIQ, FCN உம் வடிவொத்தன

$$\therefore \frac{h'}{h} = \frac{FI}{FC}$$

$$\therefore \frac{CI}{CO} = \frac{FI}{FC} \quad \text{————— ①}$$

இங்கு $CI = +v$, $CO = +u$, $FC = +f$, $FI = +(f-v)$ இவற்றை (1) இல் பிரதியிடுக

$$\frac{+v}{+u} = \frac{+(f-v)}{+f}$$

$$\therefore vf = uf - uv$$

uvf ஆல் வகுக்க

அப்பொழுது $\frac{1}{u} = \frac{1}{v} - \frac{1}{f}$ பெறப்படும்

$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

எனவே $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ இரு வில்லைகளுக்குமுரிய பொது வில்லைச் சூத்திரமாகும்

(iii) உருப்பெருக்கம் குவியத்தூரம் சார்பாக

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

இதனை v ஆல் பெருக்குக

$$\frac{v}{v} - \frac{v}{u} = \frac{v}{f}$$

$$1 - m = \frac{v}{f} \quad \left(\because \frac{v}{u} = m \right)$$

$$\therefore m = 1 - \frac{v}{f} \quad \text{①}$$

மேலும் $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ ஐ u ஆல் பெருக்கின்

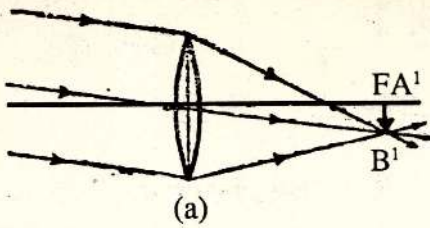
$$\frac{u}{v} - \frac{u}{u} = \frac{u}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{m} - 1 = \frac{u}{f}$$

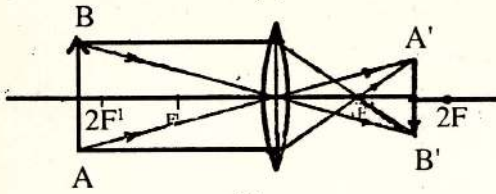
$$\therefore \frac{1}{m} = 1 + \frac{u}{f} \quad \text{பெறப்படும்}$$

இவ்விரு சூத்திரங்களிலும் f ஐத்துணிய வேண்டுமாயின் u, v, m என பவற்றிற்கு குறிவழக்கு தகுந்த வாறு பிரதியிடப்படல் வேண்டும்.

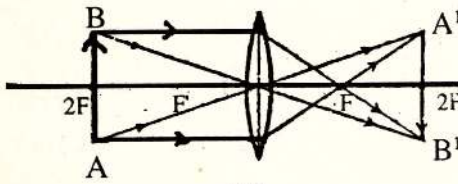
வில்லைகளின்
விம்பங்கள்



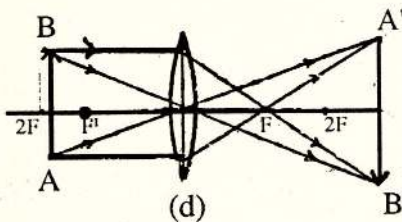
(a)



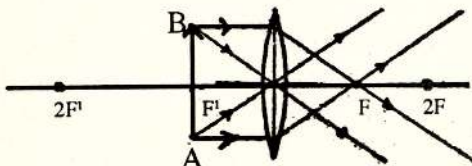
(b)



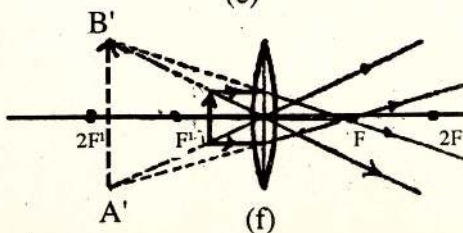
(c)



(d)



(e)



(f)

பொருள் முடிவிலியில் விம்பம் F இல் தலைகீழானது, சிறியது, மெய்யானது.

பொருள் $2F^1$ க்கு அப்பால், விம்பம் F க்கும் $2F$ க்கும் இடையில் தலைகீழானது. சிறியது, மெய்யானது.

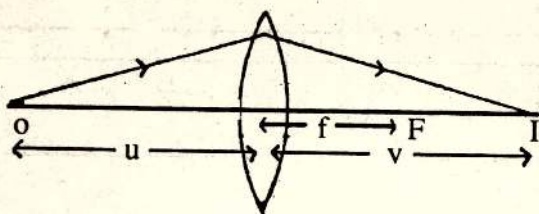
பொருள் $2F^1$ இல், விம்பம் $2F$ இல் தலைகீழானது, பொருளளவுபருமனுடையது, மெய்யானது.

பொருள் $2F^1$ க்கும் F^1 க்கும் இடையில், விம்பம் $2F$ க்கு அப்பால். தலைகீழானது. மெய்யானது, உருப்பெருத்தது.

பொருள் F^1 இல், விம்பம் முடிவிலியில்.

பொருள் F^1 க்கும் வில்லைக்குமிடையில் விம்பம் பொருளுக்குப் பின்னே நிமிர்ந்தது பெரியது. மாயமானது.

ஒரு குவிவில்லையில் பொருளுக்கும் மெய்விம்பத்துக்கு மிடையில் அதிகுறைந்ததாரம்



படம் 170

ஒரு குவிவில்லையில் O என்னும் பொருளின் மெய்விம்பம் I ஆகும். இங்கு விம்பதாரம் x எனவும். பொருளுக்கும் விம்பத்துக்குமிடையிலுள்ள தாரம் d எனவும் கொள்ளப்படிண்.

பொருட்டீரம் = + (d - x) ஆகும்.

$$u = (d - x)$$

$$v = -x$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல் இவற்றைப் பிரதியிட்டால்}$$

$$\frac{1}{-x} - \frac{1}{(d - x)} = \frac{1}{-f}$$

$$\frac{1}{x} + \frac{1}{d - x} = \frac{1}{+f}$$

$$\frac{d}{x(d - x)} = \frac{1}{f} \quad \text{அதாவது } df = dx - x^2$$

ஒரு மெய்விம்பத்துக்கு இருபடிச் சமன்பாட்டின் மூலங்கள் மெய்யாக இருத்தல் வேண்டும். ஒரு பொது இருபடிச் சமன்பாடு $ax^2 + bx + c = 0$ என்பதற்கு மூலங்கள் மெய்யாக இருப்பதற்குரிய நிபந்தனை $b^2 - 4ac > 0$ ஆகும். இதன் பிரகாரம்

$$x^2 - dx + df = 0 \quad \text{இன் மூலங்கள் மெய்யாக இருப்பதற்கு}$$

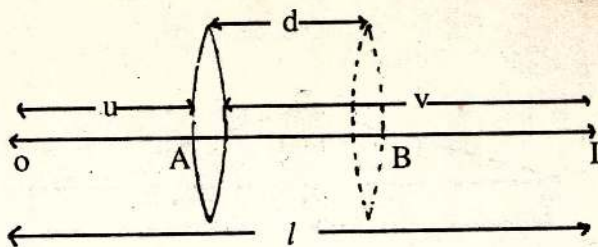
$$d^2 - 4df > 0$$

$$d^2 > 4df$$

$$d > 4f$$

எனவே பொருளுக்கும் மெய்விம்பத்துக்குமிடையே அதிகுறைந்ததாரம் $4f$ ஆக இருத்தல் வேண்டும்.

திரையும் பொருளும் நிலையாக இருக்க வில்லையின் இடப்பெயர்ச்சி



படம் 171

A இல் குவிவில்லை இருக்கும்பொழுது பொருள் Oஆயின் அதன் விம்பம் Iஆகும். இங்கு விம்பதூரம் (v) பொருட்டூரத்திலும் (u)பெரிதானதால் விம்பம் பொருளிலும் பெரிதாகும். O விலும் I இலும் பொருளும் திரையும் இவ்வாறு நிலையாக இருக்க வில்லையைத்திரையை நோக்கி நகர்த்துவதன் மூலம் இன்னொரு சிறுத்த விம்பத்தைத் திரையில் பெறலாம்; அப்பொழுது வில்லை, B இல் இருக்கிறதாகும்

இங்கு வில்லை தொடர்பாக O வும் I யும், இணைக்குவியங்களாகும். ஆதலால் $OB = IA$ அத்துடன் $OA = IB$

மேலும் வில்லையின் இடப்பெயர்ச்சி d எனவும், $OI = l$ எனவுங்கொள்ளப்படின,

$$OA + BI = l - d$$

$$\therefore 2 OA = 2 BI = l - d$$

$$\therefore OA = BI = \frac{l - d}{2}$$

$$\begin{aligned} \therefore AI &= AB + BI = d + \frac{l - d}{2} \\ &= \frac{d + l}{2} = \frac{l + d}{2} \end{aligned}$$

வில்லை, A இலிருக்கும் பொழுது.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

என்னும் சூத்திரத்தில்

$$u = + \left(\frac{l-d}{2} \right); v = - \left(\frac{l+d}{2} \right)$$

என்பவற்றைப் பிரதியிடுக.

அப்பொழுது

$$- \frac{2}{l+d} - \frac{2}{l-d} = - \frac{1}{f}$$

அதாவது $\frac{2}{l+d} + \frac{2}{l-d} = \frac{1}{f}$

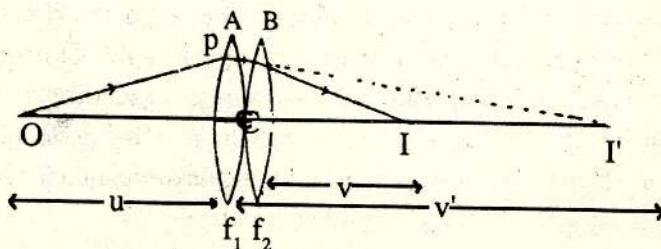
$$\frac{2l-2d+2l+2d}{l^2-d^2} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{4l}{l^2-d^2} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore f = \frac{l^2-d^2}{4l}$$

எனவே வில்லையின் இடப்பெயர்ச்சியும் பொருளுக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரமும் தெரியப்படி வில்லையின் குவியத்தூரத்தைத் துணிய முடியுமாகும். வில்லை ஒரு குழாய்குள் இருக்கும் பொழுது அல்லது வில்லை மேற்பரப்புக்கள் அணுக இயலாதவாறிருப்பின் இம்முறை வில்லையின் குவியத்தூரம் துணிவதற்குக் கையாளப் படும்.

தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் இரு மெல்லிய வில்லையின் சேர்மானக் குவியத்தூரம்



படம் 172

இரு வில்லைகளின் குவியத்தூரங்கள் முறையே f_1, f_2 ஆகும். A என்னும் வில்லையினால் O என்னும் பொருளின் விம்பம் I^1 இல் தோற்றும் Aஇலிருந்து

பொருட்டீரம் $OC = u$ எனவும் விம்பதூரம் $CI' = v'$ எனவும் கொள்ளப்படின,

$$\frac{1}{v'} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} \quad \text{————— (i)}$$

இனி இரண்டாம் வில்லை B க்கு I' இல் குவியும் கதிர் படுகதிராக இருப்பதால் அவ்வில்லைக்கு I' ஒரு மாயப் பொருளாகத்தொழிற்படும். அப்பொழுது விம்பம் I இல் தோற்றும்.

$$\begin{aligned} \text{இங்கு பொருட்டீரம்} &= v' \\ \text{விம்பதூரம்} &= v \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{v'} = \frac{1}{f_2} \quad \text{————— (ii)}$$

$$(i) + (ii) \quad \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

இவ்விரு வில்லைச் சேர்மானம் F என்னும் குவியத்தூரம் உடைய ஒரு தனிவில்லைக்குச் சமனாகக் கருதப்படின மேற்சமன்பாடு வருமாறு எழுதப்படும்

$$\text{அதாவது} \quad \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{F}$$

$$\therefore \frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

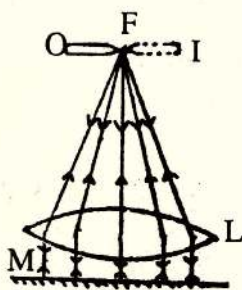
இச்சூத்திரம் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் எந்த ஈர் வில்லைகளுக்கும் குழிவில்லைகளுக்கும் குவிவில்லைகளுக்கும் சரி பொருந்துமாகும். இச்சூத்திரத்தை உபயோகிக்கும் பொழுது குவியத்தூரங்களுக்குத் தகுந்தகுறிகளை இடல் வேண்டும். உதாரணமாக 10 சமீ குவியத்தூர முடைய குவிவில்லை 15 சமீ. குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லையுடன் சேர்க்கப்படின சமானக் குவியத்தூரம் F வருமாறு பெறப்படும்

$$\begin{aligned}
\frac{1}{F} &= \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \\
&= \frac{1}{-10} + \frac{1}{15} \\
&= \frac{-1}{10} + \frac{1}{15} = \frac{-3 + 2}{30} = \frac{-1}{30} \\
\frac{1}{f} &= \frac{-1}{30} \\
&= -30 \text{ சமீ.}
\end{aligned}$$

∴ இச் சேர்மானம் $F = -30$ சமீ, ஆக இருப்பதால் ஒரு குவிவில்லைபோல் தொழிற்படும்.

குறிப்பு : ஒரு குழிவில்லையின் குவியத்தூரத்தைத் துணிவதற்கு அவ்வில்லை அதனில் குறைத்த குவியத்தூரமுள்ள ஒரு குவிவில்லையுடன் சேர்க்கப்படும். அப்பொழுது சேர்மானம் ஒரு குவிவில்லைபோல் தொழிற்படும். இம்முறையை குழிவில்லையின் குவியத்தூரத்தைத் துணிதற்குப் பயன்படுத்தலாம்.

வில்லைகளின் குவியத்தூரங்களைத் துணிதல்
குவிவில்லை



படம் 173

1. தளவாடி முறை

இம்முறையில் படம் 173 இல் காட்டியவாறு M என்னும் தளவாடியின் மேல் குவிவில்லை L வைக்கப்படும். வில்லைபினது அச்சின்வழியே O என்னும்

ஊசியின் உச்சி நகரத்தக்கவாறு ஊசி மேலும் கீழும் தனது விம்பத்துடன் ஒன்றும்வரை நகர்த்தப்படும். ஊசியும் அதன் விம்பமும் ஒரே நேர்கோட்டில் இடமாறு தோற்றவழுவின்றி இருக்கும் பொழுது தளவாடியிலிருந்து பொருளின் தூரம் வில்லையின் குவியத்தூரத்தை அண்ணளவாகத் தரும். இவ்வாறு பரிசோதனை மூன்று அல்லது நான்கு தடவைகள் செய்யப்பட்டுச் சராசரிக் குவியத்தூரம் காணப்படும்.

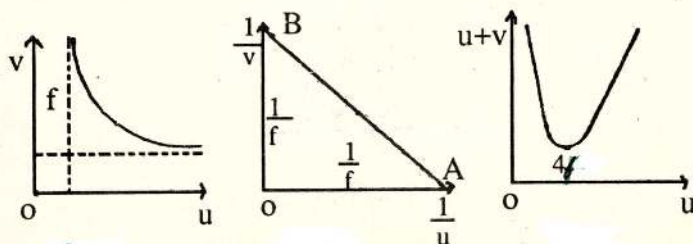
இக் கட்டத்தில் வில்லைக்கும் தளவாடிக்கு மிடையே செல்லும் கதிர்கள் தளவாடிக்குச் செங்குத்தாகச் சென்று தெறிப்படைகின்றன. ஆகவே திரும்பிவரும் கதிர்கள் வில்லையின் தளத்துக்குச் செங்குத்தாகவும் சமாந்தரமாகவும் இருக்கின்றனவால் அவை தலைமை அச்சில் ஒரு புள்ளியில் சந்திக்கின்றன. அப்புள்ளி வில்லையின் தலைமைக் குவியமாகும். இப்பரிசோதனையில் அப்புள்ளியே துணியப்படுகிறது.

2. வில்லைச் சூத்திர முறை

இம்முறையில், வில்லையின் ஒரு பக்கத்தில் ஒரு திரையும் மறுபக்கத்தில் பொருளும் வைக்கப்படும். பொருளின் வெவ்வேறு பொருட்டுரங்களுக்குத் திரையில் விம்பங்களைப் பெறுமுகமாகத் திரை நகர்த்தப்படும். அவ் விம்பதூரங்கள் அளக்கப்படும். இப்பரிசோதனை ஈர் ஊசிகளை உபயோகித்தும் செய்யப்படலாம். அப்பொழுது ஓர் ஊசி பொருளாகவும் மற்ற ஊசி விம்பத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்குப் பயன் படுத்தப்படும் துருவூசியாகவும் தொழிற்படும். ஆகவே வெவ்வேறு u க்களுக்குரிய v க்கள் அளக்கப்படும். பின்பு u, v பெறுமானங்கள்

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ என்னும் சமன்பாட்டில் பிரதியிடப்பட்டு } f \text{ துணியப்படும்.}$$

அடுத்து வரைபு மூலமும் f வருமாறு துணியப்படும்.



படம் 174

(i) v ஐ Y அச்சிலும் u ஐ X அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க. அது செங்கோண அதிபரவளைபாக அமையும். அப்பொழுது, உற்பத்தித்

தானத்திலுள்ள கோணத்திற்கு ஓர் இரு கூறாக்கியை வரைக. அது வரைபை வெட்டும் புள்ளியின் ஆட்சுறுகள் $2f$, $2f$ ஆகும் இதிலிருந்து குவியத்தூரம் துணியப்படும் படம் 174 (a).

(ii) $\frac{1}{v}$ ஐ Y அச்சிலும் $\frac{1}{u}$ ஐ X அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க.

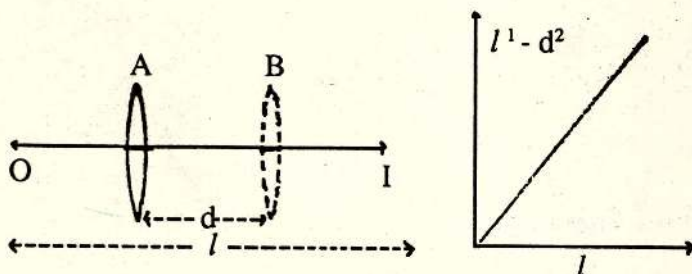
அது படம் 174 (b) இல் காட்டியவாறு அமையும் அப்பொழுது Y அச்சிலும் X அச்சிலும் உள்ள வெட்டுத்துண்டுகள் $\frac{1}{f}$ இன் பெறுமானத்தைத் தரும்.

$$\therefore \frac{1}{f} = \text{வெட்டுத்துண்டு}$$

$$\therefore f = \frac{1}{\text{வெட்டுத்துண்டு}} = \frac{1}{OA} = \frac{1}{OB}$$

(iii) $(u+v)$ ஐ Y அச்சிலும் u ஐ X அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க. அவ்வரைபு படம் 174 (c) இல் காட்டியவாறு அமையும் வரைபின் இழிவுப் பெறுமானம் $4f$ ஐத் தரும். இதிலிலுந்து f துணியப்படும்.

3. இடப்பெயர்ச்சி முறை



(a)

படம் 175

(b)

இம்முறையில் O என்னும் ஒளிர்ப்படுத்தப்பட்ட பொருள் வில்லைக்கு முன்னால் வைக்கப்படும். இதன் விம்பம் I இல் தோற்றும். ஆகவே I இல் ஒரு திரையை வைப்பதன் மூலம் அவ்விம்பத்தைப் பெறலாம். பொருளும் திரையும் நிலையாக இருக்க வில்லையானது நிலை A இலிருந்து இன்னொரு நிலைக்கு ஒரு தெளிவான விம்பத்தைத் திரையில் பெறும்வரை நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது வில்லை B இல் இருக்கிறதாகும். அத்துடன் A இல் வில்லை இருக்கும்பொழுது ஓர் உருப்பெருத்த விம்பமும் B இலிருக்கும்பொழுது ஓர் உருச்சிறுத்த விம்பமும் திரையில் பெறப்படும். வில்லையின் இடப்பெயர்ச்சி d எனின் பொருளுக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் l எனின், முன் நிறுவியவாறு குவியத்தூரம்

ஆனது $f = \frac{l^2 - d^2}{4l}$ என்னுஞ் சூத்திரத்திலிருந்து துணியப்படும். பரிசோதனையை l இன் வெவ்வேறு பெறுமானங்களுக்குச் செய்து Y அச்சில் $(l^2 - d^2)$ இன் பெறுமானங்களையும், X அச்சில் l இன் பெறுமானங்களையும் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க. அது படம் 175 (b) இல் காட்டியவாறு உற்பத்தித்தானத்தினூடு செல்லும் நேர்கோடாக அமையும். வரைபின் சாய்வுவிகிதம் $4f$ ஐத் தரும். இதிலிருந்து f துணியப்படும்.

தடித்த வில்லைகளின் குவியத்தூரத்தையும் மேற்பரப்பிலிருந்து அளக்க அணுக இயலாத வில்லைகளின் குவியத்தூரங்களையும் இம் முறையால் துணியலாம்.

4. உருப்பெருக்க முறையால் குவியத்தூரத்தைத் துணிதல் கொள்கை

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

இச் சூத்திரத்தில் v , u , f இற்குக் குறிவழக்கிடப்பட்டு எழுதப்படும்பொழுது, அது வருமாறு அமையும்.

மெய்விம்பங்களுக்கு :-

பழையதெக்காட்டுக் குறிவழக்கின்படி

$$\frac{1}{[v]} - \frac{1}{[u]} = \frac{1}{[f]}$$

$$\frac{1}{[v]} + \frac{1}{[u]} = \frac{1}{[f]}$$

, $[v]$ இனால் பெருக்குக.

$$\frac{[v]}{[v]} + \frac{[v]}{[u]} = \frac{[v]}{[f]}$$

$$[m] = \frac{[v]}{[f]} - 1 \text{ ————— (1)}$$

சூத்திரம் (1) உருப்பெருக்கத்துக்கும் விம்ப தூரத்துக்கும் உள்ளதொடர்பை விளக்குகின்றது அத்துடன் v , f இனது எண்பெறுமானங்களை மட்டும் போட்டு $[m]$ ஐக் காணலாம்.

ஆகவே ஒரு குவிவில்லைக்கு முன்னால் பொருளையும் அதன் மெய்விம்பத்தைப் பெறுதற்கு ஒரு திரையையும் உபயோகித்து வெவ்வேறு m களுக்கு வெவ்வேறு v க்களைப் பெறுக. திரையில் பெறும் விம்பத்தின் உயரத்தை பொருளின் உயரத்தால் பிரிப்பதன் மூலம் m ஐப்பெறலாம். அவ்வவ் m களுக்குரிய v க்களை வில்லையிலிருந்து திரையின் தூரங்களை அளப்பதன் மூலம் பெறலாம்.

பின்பு [m] ஐ Y அச்சிலும் [v] ஐ X அச்சிலுங் கொண்டு ஒரு வரைபை அமைக்க. அப்பொழுது X அச்சை ஒரு புள்ளியில் வெட்டும் நேர்கோடு பெறப்படும்.

$$\text{இங்கு } OP = f$$

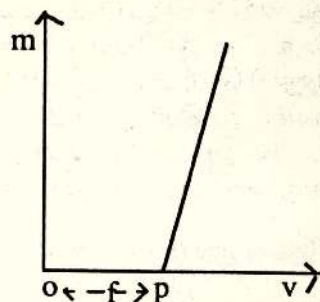
$$\text{அதாயது } [m] = \frac{[v]}{[f]} - 1$$

$$[m] = 0 \text{ ஆயின்}$$

$$\frac{[v]}{[f]} - 1 = 0$$

$$\therefore \frac{[v]}{[f]} = 1$$

$$\therefore [v] = [f]$$

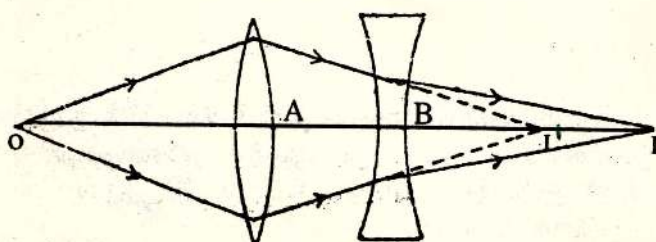


படம் 176

குழிவில்லையின் குவியத் தூரத்தைத் துணிதல்

ஒரு குழிவில்லை எப்பொழுதும் ஒரு பொருளின் மாய விம்பத்தையேத் தரும். அதனால் குழிவில்லையின் குவியத்தூரத்தை ஒரு நேர்முறையாலும் பெறமுடியாது. ஆகவே குழிவில்லையின் குவியத்தூரத்தை ஒரு குவிவில்லையின் அல்லது ஒரு குழிவாடியின் அல்லது ஒரு தளவாடியின் துணைகொண்டே துணியப்படுகிறது.

(1) (a) குவிவில்லை முறை



படம் 177

இங்கு குவிவில்லை யொன்றின் முன் அதன் குவியத்தூரத்துக்கப்பால் O என்னும் பொருள் வைக்கப்படும். அப்பொழுது அதன் விம்பம் I' இல் தோற்றும். பின்பு குவியத்தூரம் காணப்படப்போகும் B என்னும் குழிவில்லையானது I' இற்கும் A இற்கும் இடையில் படம் 177 இல் காட்டியவாறு வைக்கப்படும் இவ்வில்லைக்கு I' ஒரு மாயப் பொருளாகவும் I ஒரு மெய்விம்பமாகவும்

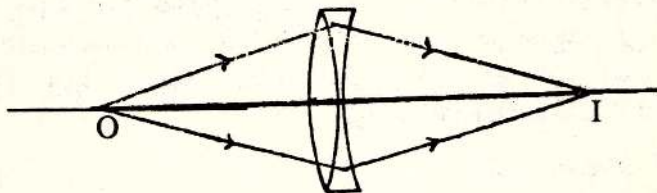
செயற்படும். பரிசோதனை விபரம் வருமாறு:

A என்னும் வில்லைக்கு முன் Oவில் ஓர் ஊசியை வைக்க. பின்பு இடமாறு தோற்ற வழுவின்றி இருக்கத்தக்கவாறு இன்னொருவூசியை உபயோகித்து விம்பநிலை I ஐக் காண்க. அப்பொழுது தூரம் AI ஐக்குறித்துக்கொள்க. இதன் பின் குழிவில்லை B ஐ A க்கும் I க்கும் இடையில் I க்கு அண்மையாக நிறுத்துக. I' இல் உள்ள ஊசியை இப்பொழுது சற்று பின்னோக்கி நகர்த்தி குழிவில்லையினூடு தெரியும் விம்பத்தடன் இடமாறு தோற்ற வழுவின்றி ஒன்றும்வரை சரிசெய்க. அப்பொழுது ஊசி I க்கு நகர்த்தப்பட்டன். குழிவில்லைக்கு விம்ப தூரம் BI ஆகும் இவ்வாறு O இன் வெவ்வேறு பொருட்டுரங்களுக்குப் பரிசோதனை செய்து குழிவில்லைக்குரிய u க்களையும் v க்களையும் காண்க.

பின்பு இப்பெறுமானங்களை $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$

என்னும் சூத்திரத்தில் குறிவழக்கிணைப் பிரயோகித்துப் பிரதியிடுக. அப்பொழுது f இன் பெறுமானம் பெறப்படும். இது குழிவில்லையின் குவியத்தூரத்தைத் தரும்.

(b)



படம் 178

இம்முறையில் குவிவில்லையும் குழிவில்லையும் ஒரு குவிவில்லைபோல் தொழிற்படத்தக்கவாறு சேர்க்கப்படும். இதற்கு குவிவில்லையின் குவியத்தூரம் குழிவில்லையின் குவியத்தூரத்திலும் சிறிதாக இருத்தல் வேண்டும். இதன் பரிசோதனை விபரம் வருமாறு.

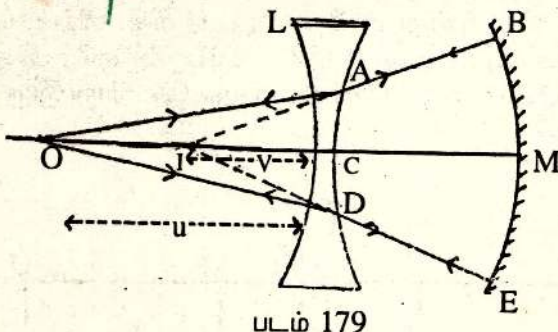
முதல் குவிவில்லைக்கு முன் கூறியவாறு பரிசோதனை செய்யப்பட்டுக் குவியத்தூரம் துணியப்படும். அக்குவியத்தூரத்தை f_1 எனக்கொள்க. பின்பு குழிவில்லையைக் குவிவில்லையுடன் இணைத்து குவிவில்லையொன்றுக்கு பரிசோதனை செய்வதுபோல் பொருட்டுரங்களையும் விம்பதூரங்களையும் காண்க. அதனில் பெற்ற u க்களையும் v க்களையும் $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{F}$

என்னும் சூத்திரத்தில் பிரதியிட்டு சேர்மானத்தின் குவியத்தூரம் F ஐக் காண்க. குவிவில்லையின் குவியத்தூரம் f_2 எனின்

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \quad \text{என்னும் சூத்திரத்தில் } F \text{ இனதும் } f_1 \text{ இனதும்}$$

பெறுமானங்களை குறிவழக்கினைப் பிரயோகித்துப் பிரதியிட்டு f_2 ஐக் காண்க.

2 குழிவாடிமுதை



படம் 179

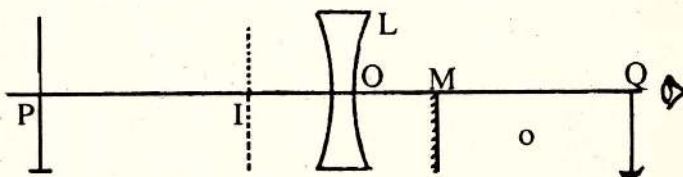
இம் முறையில் குழிவில்லைக்கு முன்னால் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டு அதனுடிகேற்றும் மாயவிம்பத்தின் நிலை குழிவாடியொன்றை உபயோகித்துக் காணப் படும். L என்னும் குழிவில்லைக்கு முன்னால் O என்னும் பொருளும் பின்னால் M என்னும் குழிவாடியும் வைக்கப்படும். அப்பொழுது ஒரு விரிகற்றை குழிவாடியில் படும். L உம் M உம் நிலையாக இருக்க, O என்னும் பொருள் முன்பின்னாக அதனுடன் விம்பமொன்று இடமாறு தோற்ற வழுவின்றி தோன்றும் வரை நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது பொருட்டிரம் OC ஆகும். குழிவாடியில் படும் கதிர்கள் அதற்குச் செங்குத்தாக விழுவதால் அவைதெறித்து மீண்டும் அப்பாதையில் வரும். இவை வில்லை இல்லாவிடில் ஆடியின் வளைவுமையம் I இல் சந்திக்கும். இங்கு பொருளும் விம்பமும் ஒன்றும் நிலையில், O பொருளாகவும் விரிவில்லையில் AB, DE வழியே கதிர்கள் முறிந்து செல்வதனால் அவைகள் பின்னோக்கிச் சந்திக்கும் புள்ளி I ஆனது விம்ப நிலையாகவும் இருக்கும். இது ஒரு மாயவிம்பமாகும். குழிவாடியிலிருந்து இவ் விம்பத்தின் தூரம் அவ்வாடியின் வளைவினாரையாகும் ஆகவே பரிசோதனையில் குழிவாடியின் வளைவினாரையைத் துணிதல் அத்தியாவசியம் ஆகும். அதிலிருந்து விம்பதூரம் $(r - CM)$ பெறப்படும். இவ்வாறு L இன் வெவ்வேறு நிலைகளுக்குப் பரிசோதனையைச் செய்து அதற்குரிய u க்களையும் v

க்களையும் கண்டு $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்னுஞ் சூத்திரத்தில் குறிவ

ழக்கினைப் பிரயோகித்து பிரதியிட்டு f துணிந்து கொள்ளப்படும்.

3. தளவாடி முறை

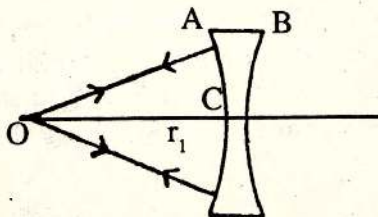
இம் முறையில் குழிவில்லைக்கு முன்னால் 2 அல்லது 3சமீ. தூரத்தில் M என்னும் தளவாடி அதன் மேல் ஓரம் குழிவில்லையின் அச்சுடன் பொருந்தத்தக்கவாறு படம் 180 இல் காட்டியவாறு வைக்கப்படும். குழிவில்லைக்கு P என்பது பொருளாகும். குழிவில்லையில் தோற்றும் இதன் விம்பமும் அப்பக்கத்திலேயே இருக்கும். இந்நிலை வருமாறு துணியப்படும். தளவாடிப்பக்கத்திலிருந்து வில்லையின் அச்சின் வழியே நோக்கிக்கொண்டு தளவாடியில் தெறிப்பின் நிமிர்த்தம் தோன்றும் Q வின் விம்பமும் வில்லையின் முறிவின் நிமிர்த்தம் தோன்றும் P இன் விம்பமும் ஒரே தொடர்ச்சியாக ஒன்றத்தக்கவாறு Q வினை முன்பின் நகர்த்துக. இவ்வாறு இரு விம்பங்களும் ஒன்றும் கட்டத்தில்.



படம் 180

$$\begin{aligned} OP &= \text{பொருட்டீரம் ஆகும்.} \\ OI &= MI - OM = \text{விம்பதூரமாகும்.} \\ &= MQ - OM \\ \therefore MQ - OM &= \text{விம்பதூரம்} \end{aligned}$$

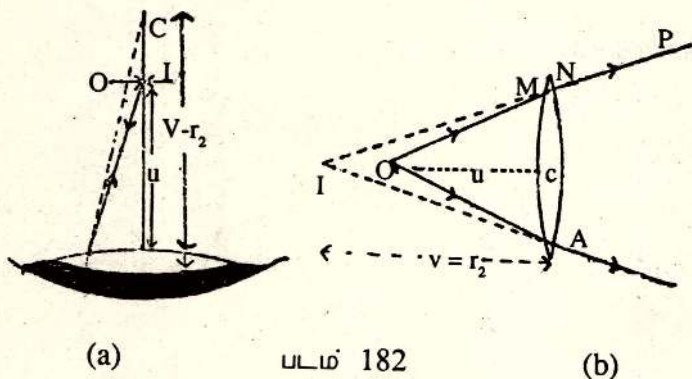
எனவே OP, MQ, OM என்பன அளக்கப்படத்தக்க தூரங்கள் ஆகும். இவ்வாறு OP இன் வெவ்வேறு தூரங்களுக்குப் பரிசோதனையைச் செய்து மேற்கூறியவாறு விம்பதூரங்களைக் கணித்து $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்னுஞ் சூத்திரத்தில் குறிவழக்கினைப் பிரதியிட்டு f ஐத் துணிக. வில்லை மேற்பரப்புக்களின் வளைவினாரைகளைத் துணிதல்: குழிவில்லை



படம் 181

ஒரு குழிவில்லையின் A, B என்னும் மேற்பரப்புக்களின் வளைவினாரைகள் வருமாறு துணியப்படும். வில்லையின் மேற்பரப்பு A க்கு முன்னால் பொருள் O வை வைத்து A இன் மீது தெறிப்பினால் ஏற்படும் விம்பத்தோடு பொருள் O ஒன்றும்வரை அதனை நகர்த்துக. பொருளும் விம்பமும் ஒன்றும் கட்டத்தில் O விலிருந்து கதிர்கள் மேற்பரப்பு A இல் செங்குத்தாகப்படுகின்றன. ஆகவே தெறிப்புற்றபின் வந்த பாதையிலேயே அக்கதிர்கள் திரும்பும். அப்பொழுது தூரம் OC அம் மேற்பரப்பின் வளைவினாரையைத் தரும். இவ்வாறு மேற்பரப்பு B இனது வளைவினாரையும் துணியப்படும்.

குவிவில்லை
போயின்முறை



(a)

படம் 182

(b)

இம் முறையில் வில்லைக்கு முன்னால் O என்னும் பொருள் வைக்கப்பட்டு அதன் கதிர்கள் வில்லையின் பின்பக்கத்து மேற்பரப்பில் தெறிப்புறுவதனால் உண்டாக்கப்படும் விம்பத்துடன் ஒன்றச் செய்யப்படும். இம் மேற்பரப்பை செம்மையாகத் தெறிப்புறச் செய்வதற்கு அது இரசத்தின் மேல் வைக்கப்படும் படம் 182 (a) இரசத்துடன் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் மேற்பரப்பில் தெறிப்புறுங் கதிர்களை நீட்டினால் அக்கதிர்கள் முதலச்சில் C என்னும் புள்ளியில் சந்திக்கும். இது அம்மேற்பரப்பின் வளைவு மையமாகும். மேலும் இத்தெறிப்புறும் கதிர்கள் சிலவற்றை விட மற்றைய கதிர்கள் இரசம் இல்லாதிருப்பின் அப்பாதையினது திசையின் வழியே முறிவடையாது வெளியேறும். இவை விரிகற்றையாகையால் இவை I இலிருந்து வருவதுபோல் தோற்றும். எனவே வில்லை ஆனது பொருள் O வினது ஒரு மாயவிம்பத்தை I இல் தோற்றச் செய்யும் (படம் 182 b). ஆகவே இப்பரிசோதனையில் முதல் வில்லையின் குவியத்தூரம் f துணியப்படும். பின்பு OC பொருட்டூரம் எனக்

கொள்ளப்பட்டு $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்னுஞ் சூத்திரத்தில் இங்கு பிர

யோகிக்கும் குறிவழக்கின்படி u இனதும் f இனதும் பெறுமானங்கள் பிரதியிடப்பட்டு v துணியப்படும். இது அம்மேற்பரப்பின் வளைவினாரையைத் தரும். இவ்வாறு பரிசோதனை மற்ற மேற்பரப்புக்கும் செய்யப்பட்டு அதன் வளைவினாரையும் துணியப்படும்.

உத்திக் கணக்குள்

1. 20 cm குவியத்தாரமுடைய குவிவில்லைக்கு முன் 15 cm தூரத்தில் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. விம்பத்தின் நிலையைக்காண்க.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{இல்}$$

பழைய தெக்காட்டின் குறிவழக்கின்படி

$$u = + 15 \text{ cm}$$

$$f = - 20 \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{10} = - \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{15} = - \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{v} = - \frac{1}{20} + \frac{1}{15} = \frac{-3+4}{60}$$

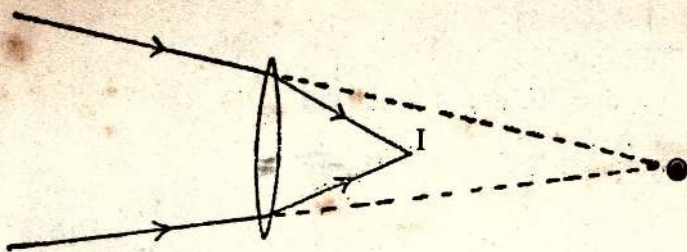
$$= + \frac{1}{60}$$

$$v = + 60 \text{ cm}$$

விம்பதூரம் + ஆக இருப்பதால், விம்பம் பொருட் பக்கத்தில் வில்லையிலிருந்து 60 cm தூரத்தில் உள்ளது.

2. ஒரு குவிவில்லைக்குப் பின்னால் 1 cm. தூரத்தில் குவியும் ஓர் ஒளிக்கற்றை அவ்வில்லையில் படுகின்றது. வில்லையின் குவியத்தூரம் 18 cm

ஆயின் விம்பத்தின் நிலையைக் காண்க.



படம் 183

இவ்விதம் ஒளிக்கற்றை வில்லையில் படிண், வில்லைக்கு O என்பது மாயப்பொருள் ஆகும். இது வில்லையிலிருந்து 12 சமீ. தூரத்திலுள்ளது.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

பழைய தெக்காட்டு வழக்கின்படி,

$$u = -12 \text{ cm}$$

$$f = -48 \text{ cm}$$

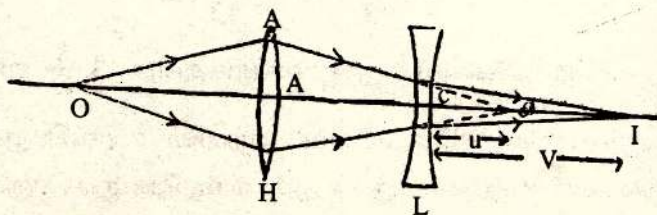
$$\frac{1}{v} - \frac{1}{-12} = \frac{1}{-48} \quad \text{அல்லது} \quad \frac{1}{v} + \frac{1}{12} = -\frac{1}{48}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = -\frac{1}{48} - \frac{1}{12} = \frac{-1-4}{48} = \frac{-5}{48}$$

$$v = -\frac{48}{5} = -9.6 \text{ cm,}$$

இங்கு விம்பம் மெய்யாகும்.

3. 30 cm குவியத்தூரமுடைய ஒரு குவிவில்லை 12 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லையிலிருந்து 30 cm தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. குவிவில்லைக்கு முன் 3 m தூரத்தில் ஒரு பொருள் வைக்கப்படிண் விம்பத்தின் நிலை, உருப்பெருக்கம் தன்மை ஆகியவற்றைக் கணிக்க.



படம் 184

குவிவில்லைக்கு,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$u = 300 \text{ cm}, f = -30 \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{300} = \frac{-1}{30}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-1}{30} + \frac{1}{300} = \frac{-10+1}{300} = \frac{-9}{300}$$

$$\therefore v = \frac{-300}{9} = \frac{-100}{3}$$

குழிவில்லைக்கு,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$\text{பொருட்டீரம்} = +\frac{100}{3} - 30 = \frac{10 \text{ cm}}{3}$$

(இது குழிவில்லைக்கு ஒரு மாயப்பொருளாகும்)

பழைய தெக்காட்டு வழக்கின்படி)

$$u = -\frac{10}{3} \text{ cm}$$

$$f = +12 \text{ cm.}$$

$$\therefore \frac{1}{v} + \frac{3}{10} = +\frac{1}{12}$$

$$\frac{1}{v} = +\frac{1}{12} - \frac{3}{10} = \frac{+5-18}{60} = \frac{-13}{60}$$

$$v = -\frac{60}{13} = -4\frac{8}{13} \text{ cm}$$

\therefore விம்பதூரம் குழிவில்லையிலிருந்து வலப்பக்கமாக $4\frac{8}{13} \text{ cm}$ ஆகும்

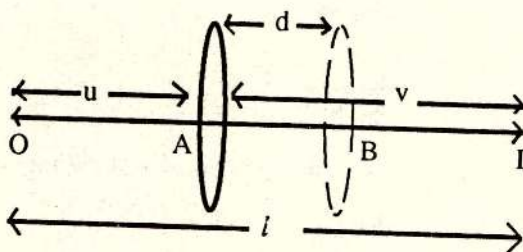
உருப்பெருக்கம் குவிவில்லையினால் ஏற்படும் உருப்பெருக்கம் m_1 இனதமகுழிவில்லையால் ஏற்படும் உருப்பெருக்கம் m_2 இனதம் பெருக்கத்தால் பெறப்படும்.

அதாவது

$$\begin{aligned}
 m &= m_1 \times m_2 \\
 m &= \frac{-100}{3 \times 300} \times \frac{-60 \times -3}{13 \times 10} \\
 &= \frac{-1}{9} \times \frac{18}{13} \\
 &= \frac{-2}{13} \text{ அதாவது [m]} = \frac{2}{13}
 \end{aligned}$$

∴ இறுதி விம்பம் தலைகீழானதும் உண்மையானதும் ஆகும்.

5. ஒரு மெல்லிய குவிவில்லை ஒரு பொருளின் நான்கு மடங்கு உருப்பெருத்த ஒரு விம்பத்தை திரையொன்றில் ஏற்படுத்துகின்றது. வில்லையானது திரையை நோக்கி நகர்த்தப்படும்பொழுது ஓர் உருச்சிறுத்த விம்பம் திரையில் உண்டாகின்றது. வில்லையின் குவியத்தூரத்தையும் இரண்டாம் சந்தர்ப்பத்தில் விம்பத்தின் உருப்பெருக்கத்தையும் கணிக்க.



படம் 185

முதலாம் சந்தர்ப்பத்தில் பொருள் O விலும் வில்லை A இலும் இருக்க விம்பம் I இல் உண்டாகிறது.

$$\therefore \text{பொருட்டூரம்} = AO$$

$$\text{வில்பதூரம்} = AI$$

$$\therefore 4 = \frac{AI}{AO} = \frac{v}{u}$$

$$v = 4u$$

இரண்டாம் சந்தர்ப்பத்தில் வில்லை I ஐ நோக்கி 40 சமீ. நகர்த்தப்படும். அப்பொழுது B இல் வில்லை இருக்கின்றது.

$$\begin{aligned}
 \therefore \text{பொருட்டீரம்} &= \text{BO} \\
 \text{விம்பதூரம்} &= \text{BI} \\
 \text{BO} &= \text{AO} + 40 \\
 &= u + 40 \\
 \text{BI} &= v - 40 \text{ cm} \\
 &= 4u - 40 \text{ cm.}
 \end{aligned}$$

ஆனால் O வும் I உம் இணைக்குவியங்களாதனால்

$$\begin{aligned}
 \text{OA} &= \text{BI} \\
 u &= 4u - 40 \\
 -3u &= -40 \\
 u &= \frac{40}{3} \text{ cm}
 \end{aligned}$$

$$\therefore v = \frac{160}{3} \text{ cm}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$u = + \frac{40}{3} \text{ cm}$$

(பழைய தெக்காட்டு வழக்கின்படி)

$$v = - \frac{160}{3} \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{-3}{160} - \frac{3}{40} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{-3 - 12}{160} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{f} = \frac{-15}{160}$$

$$f = \frac{-160}{15} = -10 \frac{2}{3} \text{ cm}$$

$$\therefore \text{குவிவில்லையின் குவியத்தூரம்} = 10 \frac{2}{3} \text{ cm}$$

இரண்டாம் சந்தர்ப்பத்தில்,

$$\text{உருப்பெருக்கம்} = \frac{4u - 40}{u + 40}$$

$$= \frac{\frac{160}{3} - 40}{\frac{40}{3} + 40}$$

$$= \frac{40}{160} = \frac{1}{4}$$

குறிப்பு : இடப்பெயர்ச்சி முறையில், திரையில் விழும் விம்பங்களின் உயரங்கள் வில்லையின் இரு நிலைகளுக்கும் தெரியப்படின பொருளின் உயரம் விம்பங்களின் உயரங்கள் சார்பாக வருமாறு அறியப்படும்.

வில்லை ஆனது A இலிருக்கும் பொழுது (படம் 185) விம்பத்தின் உயரம் h_1 எனவும் பொருளின் உயரம் h எனவுங் கொள்க.

அப்பொழுது,
$$\frac{h_1}{h} = \frac{AI}{AO}$$

வில்லை, B இலிருக்கும்பொழுது விம்பத்தின் உயரம் h_2 எனின்

$$\frac{h_2}{h} = \frac{BI}{BO}$$

ஆனால், $AI = BO; \quad AO = BI$

எனவே
$$\frac{h}{h_1} = \frac{h_2}{h}$$

$$\therefore h^2 = h_1 h_2$$

$$\therefore h = \sqrt{h_1 h_2}$$

தேர்வு வினாக்கள்

1. வில்லையொன்றின் தலைமையச்சக்குச் சமாந்தரமாகச் செல்லும் கதிர், வில்லையில் முறிவடைந்தபின் தலைமையச்சை விலகிச் செல்லின்

- (A) அவ்வில்லை அதனிலும் உயர் முறிவுச்சட்டியுடைய ஊடகத்தினால் சூழப்படும் குவிவில்லையாகும்.
- (B) அவ்வில்லை அதனிலும் தாழ்முறிவுச்சட்டியுடைய ஊடகத்தினால் சூழப்படும் குழிவில்லையாகும்
- (C) அவ்வில்லை ஓர் உயர் குவியத்தூரமுள்ள குவிவில்லையையும் தாழ் குவியத்தூரமுள்ள குழிவில்லையையும் கொண்ட ஒரு சேர்மானமாகும்.
- (i) A மட்டும் சரி (ii) B மட்டும் சரி (iii) C மட்டும் சரி
 (iv) A உம் B உம் சரி (v) A, B, C எல்லாம் சரி

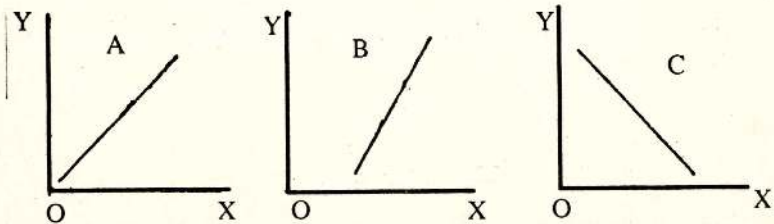
2. ஒரு குவிவில்லைக்கு முன்னால் வைக்கப்படும் பொருளொன்றுடன் அதன் விம்பத்தை அப்பக்கத்திலேயே அதனுடன் பொருந்தச் சரிசெய்வதற்கு உகந்த ஒழுங்குகளாவன.

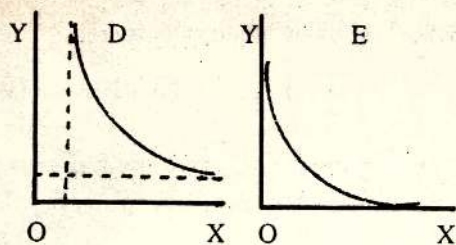
- (A) குவிவில்லைக்கு முன்னால் பொருள் இருக்க வில்லைக்குப்பின்னால் குவிவாடியை ஒழுங்கு செய்தல்.
- (B) குவிவில்லைக்குப் பின்னால் ஒரு தளவாடி இருக்க வில்லைக்கு முன்னால் ஒரு பொருளை ஒழுங்கு செய்தல்.
- (C) குவிவில்லையை இரசத்தின்மேல் வைத்து பொருளை வில்லைக்கு முன்னால் ஒழுங்கு செய்தல்.

(D) குவிவில்லைக்கும் தளவாடிக்குமிடையில் திரவமொன்றைப்பரவி பொருளை வில்லைக்கு முன்னால் ஒழுங்கு செய்தல்,

- (1) B,C,D, (ii) B,C (iii) C,D
 (iv) A, B (v) A,B,C,D

3.





படம் 186

மேற்காட்டப்பட்டுள்ள ஐந்து வரைபுகள் f என்னும் குவியத்தூர முள்ள குவிவில்லைக்கு கீறப்பட்டன. இங்கு மெய்விம்பங்களின் தூரம் v இனாலும் பொருட்டூரம் u இனாலும் குறிக்கப்படுகின்றன. அத்துடன் m உருப்பெருக்கத்தையும் குறிக்கின்றது. கீழ்த் தரப்படும் முதலாம் கணியம் Y அச்சிலும் இரண்டாம் கணியம் X அச்சிலும் இருக்கிறதெனக் கொண்டு அவ்வவ் வரைபுகளைக் கண்டுபிடிக்க.

(1) v க்கும் u க்கும்

(ii) $\frac{1}{v}$ க்கும் $\frac{1}{u}$ க்கும்

(iii) (m க்கும் v க்கும்)

(iv) ($v - f$) க்கும் ($u - f$) க்கும்

(v) ($m + 1$) க்கும் $\frac{v}{f}$ க்கும்

4. ஒரு தளக்குவிவில்லை இரசத்தின்மேல் வைக்கப்படுகின்றது. வளைந்த மேற்பரப்பு இரசத்துடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது ஓர் ஊசி தன்விம்பத்துடன் வில்லையிலிருந்து 10cm தூரத்தில் பொருந்தியுள்ளது. தளமேற்பரப்பு இரசத்துடன் தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது வில்லையிலிருந்து 30 cm தூரத்தில் பொருள் விம்பத்துடன் பொருந்துகின்றது. வில்லையின் குவியத்தூரம் cm இல்

(i) 30

(ii) 10

(iii) 2

(iv) 15

(v) 60

5. மேற்கேள்வியில் வில்லையின்வளைந்த மேற்பரப்பின் வளைவினாரை cm இல்

(i) 12 (ii) 15 (iii) 18 (iv) 20 (v) 30

6. அதே கேள்வியில் வில்லையின் முறிவுச்சுட்டி

(i) 1.47 (ii) 1.52 (iii) 1.5 (iv) 1.6 (v) 1.4

7. 15 cm குவியத்தூரத்தைக் கொண்ட ஒரு வில்லைச் சேர்மானத்தைத் தயாரிப்பதற்கு ஒன்றுடன் ஒன்று தொடுமாறு

(A) 30 cm குவியத்தூரங்களுடைய இரு குவிவில்லைகளைச் சேர்த்தல் வேண்டும்.

(B) 15 cm குவியத்தூரங்களுடைய இரு குவிவில்லைகளைச் சேர்த்தல் வேண்டும்.

(C) 10 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையையும் 30 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லையையும் சேர்த்தல் வேண்டும்

(D) 10 cm 30 cm குவியத்தூரங்களையுடைய குவிவில்லைகளைச் சேர்த்தல் வேண்டும்

(i) A மட்டும் (ii) A உம் B உம் (iii) A , B , C

(iv) A உம் C உம் (v) B உம் C உம்

வினாக்கள்

1. 15 cm ஆரையுடைய திண்மக் கண்ணாடிக் கோளமொன்றின் மிகக்கிட்டிய புள்ளிக்கு முன்னால் 20 cm தூரத்தில் ஒரு புள்ளிப்பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது கோளத்தின் கிட்டிய பகுதியில் நிகழும் முறிவினால் ஏற்படும் விம்பத்தின் நிலையைக் கணிக்க. மேலும், 20 cm க்குப் பதிலாகப் பொருள் கோளத்திலிருந்து 40 cm தூரத்தில் இருப்பின் விம்பத்தின் நிலையைக் காண்க. $n_g = 1.5$ விம்பங்கள் உண்டாவதை வரிப்படம் மூலம் காட்டுக. [விடை: 90 , 180 cm]

2. ஒரு திண்மக் கண்ணாடிக் கோளத்தின் விட்டம் 8cm ஒரு கடதாசி த்துண்டு கண்ணாடியில் ஒட்டப்பட்டு கடதாசியையும் கோளத்தின் மையத்தையும் இணைக்கும் கோட்டின் வழியே கண்ணாடிக் கூடாகப் பார்க்கப்படுகிறது. அவதானிக்குக்கிட்டவுள்ள கோளத்தின் பாகத்திலிருந்து விம்பத்தின் நிலையைக் காண்க.

$n_g = 1.5$

[விடை: 16 cm]

3. 6 cm ஆரையுடைய நீர்க்கோளமொன்றின் மீது ஒரு சமாந்தர ஒளிக்கற்றை படுகின்றது. கோளத்தின் இரு மேற்பரப்புக்களிலும் முறிவுற்றுத் தோற்றும் இறுதி விம்பத்தின் நிலையைக் கணிக்க.
 $ng = 4/3$ [விடை : மறுபக்கத்திலிருந்து 6cm]
4. ஒரு தளக் குவிவில்லையின் வளைந்த மேற்பரப்பிற் கூடாகத் தளவில்லையை நோக்கும்பொழுது தடிப்பு 8.73 cm எனத்தோற்றுகிறது. தள மேற்பரப்பிற்கூடாக நோக்கும் பொழுது தடிப்பு 2.31 cm எனத் தோற்றுகிறது. உண்மையான தடிப்பு 3.46 cm ஆயின், கண்ணாடியின் முறிவுச்சுட்டியையும் வளைந்த மேற்பரப்பின் வளைவினாரையையும் காண்க.
 [விடை: 1.497, 7.7 cm]
5. 20 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லை பொருளொன்றின் மும்மடங்கு பெருத்த விம்பத்தை ஆக்குகின்றது வில்லையிலிருந்து பொருள் இருக்கத்தக்க இரு நிலைகளைக் கணிக்க. இதை விளக்க வரிப்படங்களைக் கீறக.
 [விடை: $26 \frac{2}{3}$, $13 \frac{1}{3}$ cm]
6. 30cm குவியத்தூரதுள்ள குழிவில்லையாக் பொருளொன்றின்கால் மடங்கு நீளமுள்ள விம்பம் உண்டாக்கப்பட்டது வில்லையிலிருந்து பொருளின் தூரத்தைக் கணிக்க
 [விடை: 90 cm]
7. (i) 10cm வளைவினாரையுடையதும் 1.5 முறிவுச்சுட்டியுமுடையதுமான தளக்குழி வில்லையினதும் (ii) 15 cm 30 cm வளைவினாரைகளையுடையதும் 1.6 முறிவு சுட்டியையுடையதுமான இரட்டைக் குவிவில்லையினதும் குவியத்தூரங்களைத் கணிக்க
 [விடை: (i) 20 cm (ii) $16 \frac{2}{3}$ cm]
8. ஓர் ஒளிர்ப்படுத்தப்பட்ட பொருளுக்கும் குழிவாடிக்குமிலையில் குழிவில்லையொன்று வைக்கப்பட்டபோது பொருளுக்கருகில் விம்பம் பெறப்பட்டது. அப்பொழுது பொருளுக்கும் வில்லைக்கு மிடையிலுள்ள தூரம் 20 cm வில்லைக்கும் குழிவாக்குமிடை லுள்ள தூரம் 12 cm ஆயின் வளைவினாரை 15 cm ஆயின் வில்லையின் குவியத்தூரம் என்ன ?
 [விடை: 20 cm 3.5 cm]
9. ஒரு பிளவுக்கும் திரைக்குமிடையில் ஒரு குவிவில்லை இரு தெளிவான விம்பங்கள் திரையில் பெறத்தக்கவாறு நகர்த்தப்படுகிறது.
 ஒரு சந்தர்ப்பத்தில் பிளவின் அகலம் 0.64 cm. ஆகும் அடுத்த சந்தர்ப்பத்தில் 0.25 cm ஆகும். பிளவின் உண்மையான அகலத்தைக் கணிக்க. கணிப்புகளை விளக்குக.
 [விடை: 0.4 cm]

10. 10 cm குவியத்தூரமுடைய ஒரு குவிவில்லையிலிருந்து 15 cm தூரத்தில் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. மறுபக்கத்தில் வில்லையிலிருந்து 24 cm தூரத்தில் 8 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லை வைக்கப்பட்டுள்ளது. இவ்வில்லையிலிருந்து இறுதி விம்பத்தின் தூரத்தைக் காண்க. [விடை: 24 cm]
11. ஒரு பொருளும் ஒரு திரையும் நிலையாக இருக்க. ஒரு குவிவில்லை இரு விம்பங்களை ஏற்படுத்துமெனக் காட்டுக இரு விம்பங்களினதும் நீளங்களின் விகிதம் 6.25. அப்பொழுது பொருளுக்கும் திரைக்குமிடையிலுள்ள தூரம் 100 cm குவிவில்லையின் குவியத்தூரத்தையும், வில்லையின் இரு நிலைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்தையும் காண்க. [விடை: 20.4 : 42.9 cm]
12. ஒரு தளவாடிக்கும் 10 cm. குவியத்தூரமுள்ள இரட்டைக் குவிவில்லைக்குமிடையில் ஒரு மெல்லியதிரவவில்லை உண்டாக்கப்படுபிறகு. இச்சேர்மானத்தின் குவியத்தூரம் 16 cm எனக்காணப்பட்டுள்ளது: வில்லை மேல்கீழாகத் திருப்பப்பட்ட பொழுது சேர்மானத்தின் குவியத்தூரம் 16.5 cm எனக் காணப்பட்டுள்ளது கண்ணாடியின் முறிவுச்சுட்டி 1.5 ஆயின் திரவக்தின் முறிவுச்சுட்டி என்ன? [விடை: 1.38]
13. ஒரு பாத்திரம் 10 cm ஆழத்துக்கு நீரைக் கொண்டுள்ளது. நீர் மட்டத்துக்குச் சற்று கீழ் 6 cm குவியத்தூரமுள்ள குவிவில்லை அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. ஒரு பொருள் நீரின் அடிபில்வைக்கப்பட்டு மேல் நின்று நோக்கப்படும்பொழுது பொருளினது விம்பத்தின் தூரத்தை நீர் மேற்பரப்பிலிருந்து காண்க. $n_g = \frac{2}{3}$, $n_w = \frac{4}{3}$ [விடை : $12\frac{6}{7}$ cm.]
14. ஓர் ஒளிர்படுத்தப்பட்ட பொருள் 55 cm வளைவினாரையுடைய குழிவாடியிலிருந்து 60 cm தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. 10 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லை பொருளுக்கும் ஆடிக்கு மிடையே பொருளுக்கருகில் விம்பத்தை ஏற்படுத்தத்தக்கவாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. வில்லையிலிருந்து பொருளின் தூரத்தைக்காண்க. [விடை: 10 cm]
15. 35 cm வளைவினாரையுடைய ஒரு குழிவாடி ஒரு மெல்லிய சமக்குழிவில்லைக்குப் பின்னால் 23 cm தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. வில்லையினதும் ஆடியினதும் பொது அச்சில் O என்னும் ஓர் ஒளிர்படுத்தப்பட்ட பொருள் வில்லைக்கு முன்னால் வைக்கப்பட்டு வில்லையிலிருந்து 20 cm

தூரத்துக்குச் சரிசெய்யப்பட்ட பொழுது ஒரு தெளிவான விம்பத்துடன் அது பொருந்தியுள்ளது. ஆடி நீக்கப்பட்டபின், O ஆனது 11.2 cm வில்லையிலிருந்து விலக்கி அரக்கப்பட்டபொழுது ஒரு மங்கலான விம்பத்துடன் பொருந்தியது. இவ்விம்பங்கள் உண்டாவதைக் காட்ட வரைப்படங்கள் கீழ்க. அத்துடன் வில்லையின் குவியத்தூரத்தையும், கண்ணாடியின் முறிவு ச்சுட்டி யையும் காண்க.

[விடை: 30 cm 1.52]

16. ஒரு மெல்லிய குவிவில்லையின் குவியத்தூரத்தை அளப்பதற்குத் திருத்தமான பரிசோதனையொன்றைத் தருக.

ABஎன்னும் குழாய்க்குள் ஒரு மெல்விப குவிவில்லை வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஓர் ஒளிப்படுத்தப்பட்ட பொருளின் தெளிவான விம்பம் ஒரு திரையில் விழுந்தது. அப் பொழுது குழாயின் முனை A திரையிலிருந்து 90 cm தூரத்தில் இருந்தது, மீண்டும் முனை A திரையிலிருந்து 140 cm தூரத்தில் இருக்கும்பொழுது ஒரு விம்பம் உண்டாகியது. பொருளுக்கும் திரைக்குமிடையிலுள்ள தூரம் ஒவ்வொரு சந்தர்ப்பத்திலும் 250 cm ஆயின் வில்லை முனை A இலிருந்து என்ன தூரத்தில் உள்ளது?

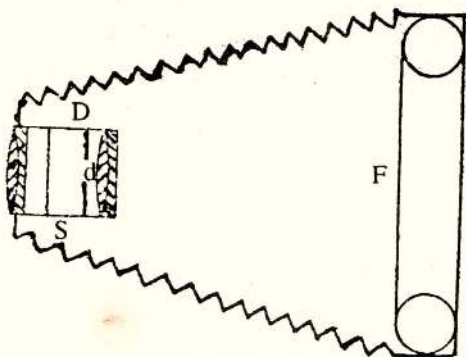
[விடை: 10 cm]

அலகு 3.93

கமரா, கண், கண்ணின் குறைகள்

ஒளிப்படக் கமரா

ஒளிப்படக் கமரா ஓர் அந்தத்தில் ஒரு வில்லைத் தொகுதியையும்மறு அந்தத்தில் ஓர் ஒளிபடத் தட்டையும் கொண்டுள்ளது. இவ்வொழுங்குகள் ஓர் ஒளி இறுக்கமான உட்கருமையாக்கப்பட்ட தோல்துருத்தியொன்றினுள் வைக்கப்பட்டுள்ளன. துருத்தி, வில்லைத்தொகு திக்கும் ஒளிபடத் தட்டுக்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தை வேண்டியவாறு சரிசெய்யப் பயன்படும். S என்னும் மூடியும் D என்னும் ஐரிசு மென்றகடும் நிறந்தரா வில்லைகளைக் கொண்ட வில்லைத் தொகுதியினுள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. S என்னும் மூடி திறக்கப்படின ஒளிமென்றகட்டுத் தூவாரத்தினூடு கமராவுக்குட் செல்லும்.



படம் 187

அத்துடன் ஒளி செலுத்தப்படும் நேரம் மூடியினால் கட்டுப்படுத்தப்படும்மூடி திறந்திருக்கப்படும் நேரம் திறந்தவைப்பு நேரம் எனப்படும். இது பொருளின் தூலக்கத்திலும், வில்லையின் குவியத்தூரத்திலும், மென்றகட்டின் துவாரத்திலும் ஒளிபடத்தட்டின் உணர்திறனிலும் தங்கியுள்ளது. மூடிக்கூடாகச் செலுத்தப்படும் ஒளி மென்றகட்டின் துவாரத்தினூடு கமராவுக்குள் செல்கின்றது. இதனால் மென்றகட்டின் துவாரம் வில்லையின் துவாரத்துக்குச் சமனாகக் கருதப்படும். மேலும் கமராவுக்குப் புகும் ஒளியை வேண்டிய அளவிற்கு மென்றகட்டு துவாரத்தை சரிசெய்து கொள்வதன் மூலம் கட்டுப்படுத்தலாம்.

மென்றகட்டின் அல்லது வில்லையின் துவாரம் d வில்லையினது குவியத்தின் பின்னத்தில் குறிக்கப்படும். துவாரத்தின் பருமன் $\frac{f}{8}$ எனக் கொள்ளப்படின, துவாரத்தின் விட்டம் குவியத்தாரத்தின் எட்டி லொரு மடங்கு என்பதேயாகும். உதாரணமாக வில்லையின் துவாரம் $\frac{1}{2}$ cm எனவும் குவியத்தாரம் 6 cm எனவும் கொள்ளப்படின துவாரம் d ஆனது $\frac{f}{12}$ எனக் குறிக்கப்படும். மேலும் $\frac{\text{குவியத்தாரம்}}{\text{துவாரத்தின் விட்டம்}}$ என்னும் விகிதம் f -விகிதம் அல்லது f - எண் எனப்படும்.

உதாரணமாக வில்லையின் குவியத்தாரம் = 11 cm எனவும் துவாரத்தின் விட்டம் 1 cm. என வங் கொள்ளப்படின. f - விகிதம் அல்லது f - எண், 11 ஆகும். அத்துடன் $d = \frac{1}{11}$ எனக் குறிக்கப்படும்

வில்லைகளின் கதி

ஒளிப்பட வில்லையின் கதி என்னும் பொழுது ஒளிப்படம் எடுக்கப்படும் கதியே இங்கு கருதப்படும். இக்கதியானது வில்லை படலத்துக்குச் செலுத்தும் ஒளிச்சத்திக் கணியத்தைப் பொறுத்ததாகும். அதாவது பெரிய துவாரம் உடைய வில்லை சிறிய துவாரம் உடைய வில்லையிலும் கூடிய ஒளிச்சத்தியைச் செலுத்தும். இப்பருமன் வில்லைத் துவாரத்தின் விட்டத்தின் வர்க்கத்துக்கு விகிதசமமாகும். உதாரணமாக, ஒரே தன்மையுடைய இரு வில்லைகளுள் $f/8$ என்னும் வில்லைக்கு படம் எடுப்பதற்கு வேண்டிய நேரம் $f/16$ என்னும் வில்லை எடுக்கும் நேரத்தின் $\frac{1}{4}$ மடங்காகும். இது ஏனெனில் $f/8$ என்னும் வில்லையினூடு செல்லும் ஒளிச்சத்திக் கணியம் $f/16$ என்னும் வில்லையினூடு செல்லும் ஒளிச்சத்திக் கணியத்தின் நான்கு மடங்காகும்.

ஒரு கமராவின் வில்லையினது துவாரங்கள் முறையே $f/5.6, f/8, f/11, f/16, f/22$ எனச் சரி செய்யப்பட்டு படம் எடுக்கப்படும் நேரங்கள் குறிக்கப்படின, அது வருமாறு அமைக்கும்.

$f/5.6$	எடுக்கும் நேரம் 1	செக்கன் ஆயின்,
$f/8$	”	அண்ணளவாக 2 செக்கன் ஆகும்
$f/11$	”	” 4 ”
$f/16$	”	” 8 ”
$f/22$	”	” 16 ”

உதாரணம்

கமராவொன்றிற்குக் குறித்த நிபந்தனைகளுக்குக்கீழ் வில்லையின் துவாரம் $f/4.5$ என இருக்கும்பொழுது திருத்தமான திறந்த வைப்பு நேரம் $1/20$

செக்கன் ஆகும். மென்றகட்டின் துவாரம் $f/6.3$ ஆக இருப்பின் திருத்தமான திறந்தவைப்பு நேரம் என்ன?

$$\text{துவாரம் } A_1 = \frac{f}{4.5} ; A_2 = \frac{f}{6.3}$$

திறந்தவைப்பு நேரங்கள் t_1, t_2 எனின்,

$$\frac{t_1}{t_2} = \left(\frac{A_2}{A_1} \right)^2 = \left(\frac{4.5}{6.3} \right)^2$$

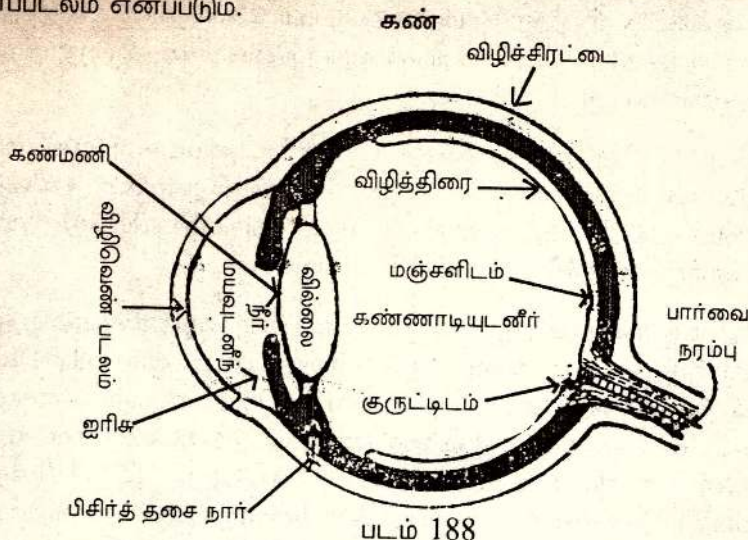
$$t_1 = \frac{1}{20} \text{ செக்.}$$

$$\begin{aligned} \therefore t_2 &= \left(\frac{6.3}{4.5} \right)^2 \times \left(\frac{1}{20} \right) \text{ செக்} \\ &= \frac{1}{10} \text{ செக்} \end{aligned}$$

படம் தயாரிக்கும் முறை

ஒளிப்படத் தட்டு வெள்ளி புரோமைட்டுப் பூச்சு பூசப்பட்ட ஒரு படலம் ஆகும். ஒரு மனிதனின் படம் எடுக்கப்படும் பொழுது அவனிலிருந்து வரும் ஒளி படலத்தில் படும்பொழுது இரசாயன மாற்ற மொன்றை வெள்ளி புரோமைட்டுப்பூச்சில் ஏற்படுத்துகின்றது. இம்மாற்றத்தை நிலைப்படுத்துவதற்கு , படலம் ஓர் இருட்டறைக்குள் வைக்கப்பட்டிருக்கும் உருத்துலக்கி என்னும் கரைசலுக்குள் அமிழ்த்தப்படும் இவ்வருத்துலக்கி ஒரு தாழ்த்தும் கருவியாதலினால் ஒளி பட்ட பாகங்களில் உள்ள வெள்ளி புரோமைட்டைக் கறுத்த வெள்ளிக்குத் தாழ்த்தும். பின்பு அவ்விருட்டறைக்குள்ளேயே நிலைப்படுத்துதல் செய்யும் முகமாக சோடியக் கந்தகச் சல்பேற்றுக் கரைசலுக்குட் தோய்க்கப்படும். அப்பொழுது ஒளியின் தாக்கத்துக்குள் வந்திராத வெள்ளி உப்பு கரைக்கப்பட்டுக் கழுவப்படும். ஆகவே படலத்தில் தேங்கியிருக்கும் ஒளிபட்ட வெள்ளி ஒரு கறுத்த விம்பத்தை அப்படலத்தில் உண்டாக்கும் மேற் கூறியவாறு உருத்துலக்குதலும் நிலைப்படுத்துதலும் செய்யப்பட்டபின் படலம் நன்கு கழுவப்பட்டு உலர்த்தப்படும் இக் கட்டத்தில் இது எதிர்ப்படலம் எனப்படும். பின்பு இதனை நேர்ப்படுத்துவதற்கு வெள்ளி புரோமைட்டு பூசப்பட்ட ஓர் உணர்தாளில் வைக்கப்பட்டு ஒளிக்கு திறந்து (வைக்கப்படும்.) அப்பொழுது ஒளி எதிர்ப்படலத்திலுள்ள கறுத்த பாகங்களைத் தவிர்ந்த ஏனைய பாகங்களுக்கூடாக ஊடுருவிச் சென்று உணர்தாளைத் தாக்கும் பின்பு இத்தாள் உருத் துலக்குதல் நிலைப்படுத்துதல் என்னும் முறைகளுக்கு உள்ளாக்கப் படும். அப்பொழுது உணர்தாளில் ஒளிபட்ட பாகங்களில் உள்ள வெள்ளி உப்பு முழுவதும் கறுப்பு வெள்ளியாகப்படிந்திருக்கும்

ஒளிபடாத பாகம் கழுவப்பட்டுவிடும். இறுதியாக இதனை நோக்கும் பொழுது மனிதனைப்போன்ற ஒரு படம் உண்டாகியிருப்பதைப் பார்க்கலாம். இது நேர்ப்படலம் எனப்படும்.



கண்ணின் அமைப்பு கமராவொன்றின் அமைப்பை ஒத்ததாகும். இதன் முக்கிய பாகங்களாவன:

1. கண்வில்லை: இது ஓர் இரட்டைக் குவிவில்லைபோல் தொழிற் படும் பளிங்கு வில்லை. பொருள்களின் மெய்வம்பங்களை விழித்திரையில் இது குவியச் செய்யும்
2. விழித்திரை: கண்விழியின் பிற்பக்கத்திலிருக்கும் ஒளி உணர்வுள்ளதிரை விழித்திரை எனப்படும். இதிலுள்ள நரம்புகள் எல்லாம் பார்வை நரம்புடன் சேர்க்கப்பட்டுள்ளன. இதில் எறியப்படும் விம்பங்கள் தலைகீழான வையாகும்.
3. பார்வை நரம்பு: விழித்திரையில் விழும் விம்பங்களினால் உண்டாக்கப்படும் புலனுணர்வுகளை மூளைக்குக் காவுகின்றன இவை.
4. ஐரிசு: ஒளிச் செறிவுக் கேற்ப தன்மையத்திலுள்ள துவாரத்தினூடு செல்லும் ஒளியைக் கட்டுப்படுத்தும் மென்றகடு ஐரிசு எனப்படும் மந்தமான ஒளியில் துவாரத்தை பெருப்பிப்பதும் பிரகாசமான ஒளியில் துவாரத்தைச் சிறுப்பிப்பதும் இதுவே.
5. கண்மணி: ஐரிசின் மையத்திலுள்ள துவாரம் கண்மணி எனப்படும். இதற்கூடாகவே ஒளி கண்வில்லைக்குப் புகும்.

6. பிசிர்த்தசை நார்கள் : வில்லையைத் தாங்குபவை பிசிர்த்தசை நார்கள் ஆகும் இவை வில்லையினது மேற்புரப்பின் வளைவை மாற்ற உதவுகின்றன. ஆகவே குவியத்தூரம் மாற்றமடையும். இவ்விதம் குவியத் தூரத்தை மாற்றத்தக்கதனாலேயே விம்பங்களை நிலையான விழித்திரையில் விழுத்த முடிகின்றது.
- 7, மஞ்சளிடம் : விழித்திரையில் மிகக்கூடிய ஒளி உணர்வுள்ள பாகம் மஞ்சளிடம் இவ்விடத்தில் பொருளொன்றின் விம்பம் விழின் பொருள் தெளிவாகத் தெரியும். இதைத் தவிர்ந்த வேறு இடங்களில் விழித்திரையில் விழின் பொருள் தெளிவாகத் தெரிவதில்லை.

கண்விழி முழுவதையும் பாதுகாக்கும் பெலப்புள்ள வெளிக்கோளப் பாகம் விழிச்சிரட்டை. ஒளிபுகும் முன்பாகம் விழிவெண்படலம் விழிவெண்படலத்துக்கும் வில்லைக்கு மிடையிலுள்ள பகுதி நீர்மயவுடனீர் என்னும் ஊடகத்தையும் வில்லைக்கும் விழித்திரைக்கும் இடையிலுள்ள பகுதி கண்ணாடியுடனீர் என்னும் ஊடகத்தையும் உடையதாக இருக்கின்றன. மேலும் ஒரு மனிதனது கண்ணின் நிறம் ஐரிசின் நிறமாகும் ஆனால் கண்மணி எப்பொழுதும் கறுப்பு. இது ஏனெனில் கண்விழிக்குள்ளிருந்து ஒளி திரும்பிவருவதில்லை

கண்ணின் குறைகள்

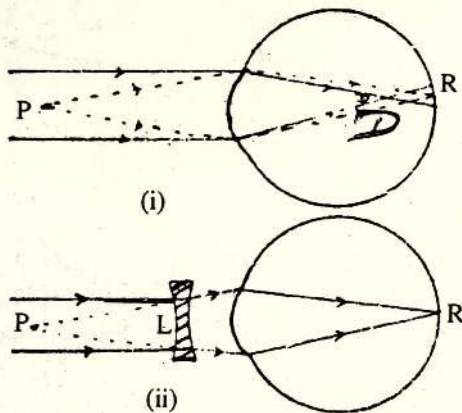
கண்வில்லைக்கும் விழித்திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் நிலையானது. ஆகவே வெவ்வேறு தூரங்களில் பொருள்கள் இருக்கும்பொழுது அவற்றின் விம்பங்களை விழித்திரையில் விழச் செய்வதற்கு பிசிர்த்தசைநார்கள் உறுதுணையாக இருக்கின்றன. அதாவது பொருள்களின் தூரங்களுக்கேற்றவாறு கண்வில்லையின் வளைவுகளை பிசிர்த்தசைநார்கள் மாற்றி பொருள்களின் விம்பங்களை விழித்திரையில் விழச்செய்கின்றன. இவ்விதம் கண் தானாகவே தனது அமைப்பை மாற்றிச்சரிசெய்து கொள்ளக்கூடிய தன்மை தன்னமைவு எனப்படும்.

ஒரு சாதாரண கண் முடிவிலியில் பொருள்கள் இருக்கும்பொழுது அவற்றின் விம்பங்களை தன்னமைவு இன்றி விழித்திரையில் விழுத்தும். எனவே சாதாரண கண்ணின் சேய்மைப்புள்ளி (far point) முடிவிலியாகும். கண் தெளிவாகப் பார்க்கக்கூடிய மிகக்கிட்டிய புள்ளி அண்மைப்புள்ளி எனப்படும். சாதாரண கண்ணுக்கு அண்மைப்புள்ளித்தூரம் 25 சமீ. ஆகும் இத்தூரம் சாதாரண கண்ணின் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரம் எனப் பெயர்பெறும்.

குறிப்பு - தன்னமைவினால் வில்லையின் குவியத்தூரம் குறைக்கப்படு மேயொழிய கூட்டப்படமாட்டாது.

குறும்பார்வை

கண்வில்லையின் குவியத்தூரம் கண் விழியின் நீளத்திலும் குறுகியதாக இருப்பதனால் இக்குறைபாடு ஏற்படும். இதனால் சமாந்தரக்கதிர்கள் விழித்திரையில் குவியாது அதற்கு முன்னால் ஒரு புள்ளி D இல் குவிகின்றன (படம் 189 i) ஆகவே இக்கண்ணின் சேய்மைப்புள்ளி முடிவிலியில் இல்லை என்பது வெளிப்படை. எனினும் P என்னும் புள்ளி இதன் சேய்மைப்புள்ளியெனின் அப்புள்ளியில் இருந்து வரும் கதிர்கள் மட்டுமே கண்வில்லையால் விழித்திரையில் குவிக்கப்படும்.



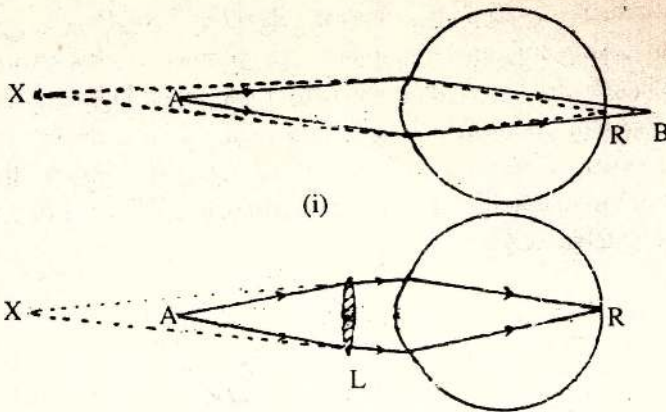
படம் 189

இப்புள்ளிக்கு அப்பால் பொருள்கள் இருப்பின், கண்ணுக்கு அவை தெரியமாட்டா. ஆகவே வெகுதூரத்தில் இருக்கும் பொருள்களைப் பார்க்க வேண்டுமாயின் அப்பொருள்களிலிருந்து வரும் கதிர்களை P என்னும் சேய்மைப்புள்ளியிலிருந்து வருவதைப் போல் ஒழுங்கு செய்தல் வேண்டும். இதனைப் (படம் 189 ii) இல் காட்டியவாறு ஒரு குழிவில்லையை உபயோகித்துச் செய்யலாம். ஆகவே இக்குறையைக் கண்ணின் சேய்மைப்புள்ளித் தூரத்துக்குச் சமமான குவியத்தூரத்தையுடைய குழிவில்லையொன்றை உபயோகித்து நிவிர்த்திக்கலாம்.

நீள்பார்வை

ஒரு மனிதனின் சேய்மைப்புள்ளி முடிவிலியிலிருக்க அவனின் அண்மைப்புள்ளி சாதாரண கண்ணின் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரத்திற்குப்பால் அதாவது 25 cm க்குப்பால் இருப்பின் அம்மனிதன் நீள்பார்வை உடையவனெனக் கருதப்படுவான். (படம் 190 i) இல் X என்பது நீள்பார்வைக் கண்ணுடைய ஒருவனின் அண்மைப்புள்ளியாகும். இது கண்விழி நீளம் குறுகியதாக இருப்பதால் ஏற்படுகின்றது

நீள்பார்வையும் அண்மைப் புள்ளித் திருத்தமும்



படம் 190

எனவே X இலிருந்து வரும் கதிர்கள் மட்டுமே விழித்திரையில் குவிக்கப்படும். ஆனால் சாதாரண அண்மைப்புள்ளியாகிய 25 சமீ. தூரத்தில் இருக்கும் A என்னும் புள்ளியிலிருந்து செல்லும் கதிர்கள் விழித்திரைக்குப் பின்னால் B இல் குவிக்கப்படும். ஆகவே A இலிருக்கும் பொருளைப் பார்க்கவேண்டுமாயின் அதிலிருந்து வரும் கதிர்களை கண்ணில் அடையச் செய்யும் பொழுது X இலிருந்து வருவதைப்போல் செய்தல் வேண்டும். இதனைப் படம் 190 (ii) இல் காட்டியவாறு ஒரு தகுந்த குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையை உபயோகித்துச் சரிசெய்யலாம்.

உதாரணம் - ஒரு நீள்பார்வைக் கண்ணின் அண்மைப்புள்ளி 50 cm ஆகும் 20 cm தூரத்தில் இருக்கும் பொருளொன்றினைப் பார்க்க வேண்டின் அணிய வேண்டிய வில்லையின் குவியத்தூரம் என்ன?

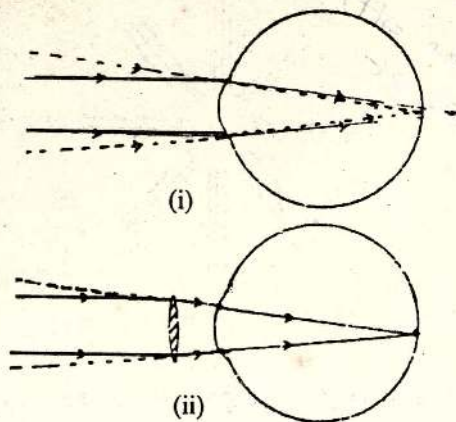
இங்கு பொருட்டூரம் $u = 25$ cm (பழைய தெக்காட்டு குறிவழக்கின்படி)

விம்பதூரம் $v = + 50$ cm ஏனெனில் கண்வில்லையில் படும் கதிர்கள் 50 cm தூரத்திலிருந்து வருவதுபோல் தோற்ற வேண்டும். ஆகவே உபயோகப்படுத்தும் வில்லைக்கு விம்பம் மாயமானதாக இருக்கும்.

$$\therefore \frac{1}{50} - \frac{1}{25} = \frac{1}{f} \quad \therefore - \frac{1}{50} = \frac{1}{f}$$

எனவே 50 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையை அணியவேண்டும்.

நீள்பார்வையும் சேய் மைப்புள்ளித் திருத்தமும்



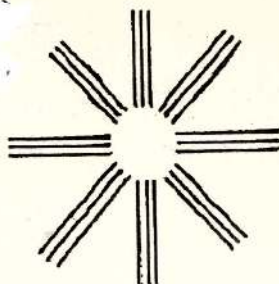
படம் 191

சிலரால் விழித்திரைக்குப் பின்னால் ஒரு புள்ளிக்குக் குவிக்கப்படும் ஒளிக்கற்றையையே குவிக்க முடிகின்றது அப்பொழுது சேய்மைப்புள்ளி மாயமானதாகும். ஒரு சமாந்தர ஒளிக்கற்றை விழித்திரைக்குப் பின்னாலேயே குவிக்கப்படும் படம் 191 (i). இக்குறை படம் 191 (ii) இல் காட்டியவாறு ஒரு தகுந்த குவிவில்லையை உபயோகித்துநிவிர்த்தி செய்யலாம்

குறும்பார்வையும் , நீள்பார்வையும் ஒளிமுறிவினால் ஏற்படும் குறைபாடுகளாகும். இக்குறைபாடுகளை ஒருவன் உடையவனாக இருப்பினும் அவன் தன்னமைவு (உடையவனாகவும்) இருப்பான். ஆனால் சேய்மைப்பார்வை என்பது வயோதிப காரணத்தினால் கண்வில்லை மீள்தன்மையற்றதாக வருவதால் உண்டாகும் குறைபாடாகும் எனவே அக்கட்டத்தில் கண் தன்னமைவை ஏற்படுத்திக் கொள்ளமுடியாதிருக்கின்றது.

புள்ளிக்குவியமில் குறை

கண்ணுக்கு முன்னால் இருக்கும் விழிவெண்படலம் என்னும் முறிமேற்பரப்பு வெவ்வேறு தளங்களில் வித்தியாசமான வளைவுகளை யுடையதாக இருக்கின்றது ஆகவே ஒரு பொருளின் ஒரு தளத்திலிருந்து வரும் கதிர்கள் கண்வில்லையில் படி அனை ஒரு புள்ளியில் குவிக்கப்படும். பொருளின் இன்னொரு தளத்திலிருந்து வரும் கதிர்கள் கண்வில்லையில் படி இன்னொரு இடத்துக்கு குவிக்கப்படும். ஆகவே வெவ்வேறு புள்ளிகளில் ஒரு பொருளிலிருந்து வரும் கதிர்கள் குவிக்கப்படுவதால் பொருள் தெளிவற்றதாகத் தோற்றும். இதனால் பொருளை நோக்கும்பொழுது கண் விகாரப்படுகிறது. இக் குறைபாடு புள்ளிக்குவியமில் குறை எனப்படும். இதனை ஓர் உருளைவில்லையை உபயோகித்து நிவிர்த்திக்கலாம்.



படம் 192

இக்குறைபாட்டை படம் 192 இல் காட்டப்பட்ட அட்டையை நோக்கச் செய்து சுலபமாகக் கண்டுபிடிக்கலாம்.

வில்லையின்வலு

சமாந்தர ஒளிக்கற்றை யொன்றை குவிய (அல்லது விரிய)ச் செய்யத்தக்க வில்லை யொன்றின் ஆற்றலினது அளவு வில்லையின் வலு எனப்படும்

வலு அளக்கப்படும் அலகு தையொத்தர் (diopre) ஆகும். அல்லது D என்னும் எழுத்தினால் குறிக்கப்படும்.

$$\text{கணித முறைப்படி, வலு (P) = } \frac{1}{\text{குவியத்தூரம் (மீற்றரில்)}}$$

மேலும் ஒரு வில்லையின் வலு மூக்குக் கண்ணாடி விற்பனையாளர்களின் கோட்பாட்டின்படி குவிவில்லைக்கு நேர் (+) குறியீடும் குழிவில்லைக்கு எதிர் (-) குறியீடும் வழக்கில் உள்ளதாக இருக்கிறது. எனவே ஒரு வில்லையின் குவியத்தூரத்தின் குறிக்கு வலுவினது குறி எதிரானதாகும்.

வில்லையின் வலுவைக் கணித்தல்

1. 25 cm குவியத்தூரமுடைய ஒரு குவிவில்லையின் வலுவைக்காண்க

$$P = \frac{1}{f(m)} = \frac{1}{25/100} = \frac{100}{25}$$

மரபின்படி P = + 4 D

2. 20 cm குவியத்தூரமுடைய ஒரு குழிவில்லையின் வலுவைக்காண்க.

$$P = \frac{1}{f(m)} = \frac{1}{20/100} = \frac{100}{20}$$

மரபின்படி P = - 5 D

3. ஒரு மூக்குக் கண்ணாடியின் வலு $+2.5D$ ஆயின், அதன் குவியத்தூரத்தையும், வில்லையின் வகையையும் காண்க.

வலு (+) குறியுடையதால் மரபின்படி வில்லை ஒரு குவிவில்லையாகும்

$$P = \frac{1}{f(m)}$$

$$\therefore f = \frac{1}{P} = \frac{1}{2.5} \text{ m}$$

$$P = \frac{10}{25} = \frac{10}{25}$$

மரபின்படி $f = -40 \text{ cm}$

\therefore குவிவில்லையின் குவியத்தூரம் = 40 cm

மேலும் $f_1 f_2$ குவியத்தூரங்களுடைய இரு வில்லைகள் ஒன்றுடனொன்று தொட்டுக்கொண்டிருக்கும் பொழுது,

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\therefore P = P_1 + P_2$$

இங்கு $P_1 P_2$ இரு வில்லைகளின் வலுக்களாகும். P இரு வில்லைகளினதும் சமமான வலுவாகும்.

உதாரணம் : -3 தையொத்தர் வலுவுடைய ஒரு வில்லையும் +5 தையொத்தர் வலுவுடைய இன்னொரு வில்லையும் ஒன்றாகச் சேர்க்கப்படுகின்றன. இச்சேர்மானத்தின் வலுவையும் குவியத் தூரத்தையும் காண்க.

$$P_1 = -3 \text{ தையொத்தர்}; P_2 = +5 \text{ தையொத்தர்}$$

$$P = P_1 + P_2$$

$$= -3 + 5$$

$$= +2 \text{ தையொத்தர்}$$

$$\therefore \text{சேர்மானத்தின் வலு} = +2 \text{ தையொத்தர்} = +2 D$$

\therefore சேர்மான வில்லை ஒரு குவிவில்லையாகும்

அத்துடன் $P = \frac{1}{F}$

$$F = \frac{1}{P} = \frac{1}{2} \text{ m}$$

\therefore மரபின்படி சேர்மானத்தின் குவியத்தூரம் = - 50 cm.

குறும்பார்வை நீள்பார்வை உதாரணங்கள்

1. ஒரு மனிதன் தளது கண்ணிலிருந்து 20 cm க்கும் க்கும் 200 cm இடையிலுள்ள பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்கின்றான். தூரப் பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்கு இவன் அணியவேண்டிய வில்லை என்ன? இவ்வில்லையை அணிந்திருக்கும் பொழுது அவனது தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரம் என்ன ?

பழைய தெக்காட்டுக் குறிவழக்கே இங்கு உபயோகிக்கப்படும்.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

தூரப் பொருளின் தூரம் $u = \infty$

அதற்கு விம்பதூரம் $v = +200 \text{ cm}$

$$\therefore + \frac{1}{200} - \frac{1}{\infty} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore \frac{1}{200} = \frac{1}{f}$$

$$\therefore f = 200 \text{ cm}$$

$\therefore 200 \text{ cm}$ குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லையை உபயோகித்தல் வேண்டும்

இவ்வில்லையை அணிந்திருக்கும் பொழுது அதற்குரிய தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரம், விம்பதூரம் 20 cm ஆக இருக்கத்தக்கவாறு வைக்கப்பட்டிருக்கும் பொருட்டுரமாகும்

எனவே $v = +20 \text{ cm}$
 $f = +200 \text{ cm}$
 $u = ?$

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$+ \frac{1}{20} - \frac{1}{u} = + \frac{1}{200}$$

$$\therefore \frac{1}{u} = + \frac{1}{20} - \frac{1}{200} = + \frac{10 - 1}{200}$$

$$= \frac{9}{200}$$

$$\therefore u = \frac{200}{9} = 22\frac{2}{9} \text{ cm}$$

வில்லை அணிந்திருக்கும் பொழுது தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூரம் = $22 \frac{2}{9}$ cm

அத்துடன் வில்லை இருக்கும் பொழுது தெளிவுப்பார்வை வீச்சு $22 \frac{2}{9}$ cm தொடக்கம் முடிவிலிவரையாகும்.

2. வயது முதிர்ந்த மனிதன் ஒருவனால் மூக்குக் கண்ணாடியின்றி 200 சமீ தூரத்துக்குள்ளிருக்கும் பொருள்களைப் பார்க்க முடிவ தில்லை. இத்தூரத்தை 25 cm ஆக்குவதற்கு அவர் அணியவேண்டிய மூக்குக் கண்ணாடி என்ன? மேலும் அவருடைய கண்கள் அவற்றிற்குப் பின்னால் 150 cm க்குக் குறையாத தூரத்துப் புள்ளிக்கு குவியும் கதிர்களையே விழித்திரையில் குவிக்குமாயின். மூக்குக் கண்ணாடியை அணிந்திருக்கும்பொழுது தெளிவுப்பார்வையின் வீச்சு என்ன?

மூக்குக்கண்ணாடி அணிந்திருக்கும் பொழுது அதன் வில்லை 25 cm தூரத்திலிருக்கும் பொருளிலிருந்து வரும் கதிர்களை முறிவடையச் செய்து கண்ணில் விழச் செய்கின்றது. இக்கண்ணில் படுகதிர்கள் 200 cm தூரத்தில் இருந்து வருவதுபோல் கண்ணுக்கு இருக்கும் ஆகவே மூக்குக்கண்ணாடி வில்லைக்கு

பொருட்டூரம் $u = + 15$ cm (பழைய தெக்காட்டுவழக்கின்படி)
விம்பதூரம் $v = + 200$ cm

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$+ \frac{1}{200} - \frac{1}{25} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{+1 - 8}{200} = -\frac{7}{200}$$

$$f = -\frac{200}{7} = -28 \frac{4}{7} \text{ cm}$$

$\therefore 28 \frac{4}{7}$ cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லை அணிதல் வேண்டும்

இனி இக்கண் தனக்குப் பின்னால் 150 cm தூரத்தில் குவியும் கதிர்களையே விழித்திரையில் குவிக்கத்தக்கதாக இருப்பதால் அணிகின்ற மூக்குக் கண்ணாடி வில்லைக்கு இத்தூரம் விம்பதூரம் ஆக இருக்கத்தக்க வண்ணம் அமையும் ஒரு பொருட்டூரத்தைத் துணிதல் வேண்டும்

எனவே மூக்குக்கண்ணாடி வில்லைக்கு

$$v = -150 \text{ cm}$$

$$f = -\frac{200}{7} \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$-\frac{1}{150} - \frac{1}{u} = -\frac{7}{200}$$

$$\frac{1}{u} = -\frac{1}{150} + \frac{7}{200} = \frac{-4 + 21}{600}$$

$$= +\frac{17}{600}$$

$$\therefore u = +\frac{600}{17} = +35\frac{5}{17}$$

\therefore பொருளின் தூரம் மூக்குக்கண்ணாடிக்கு முன்னால் $35\frac{5}{17}$ எனவே தெளிவுப்பார்வை வீச்சு 25 cm தொடக்கம் $35\frac{5}{17}$ வரையாகும்.

தேர்வு வினாக்கள்

- 1 ஓர் ஒளிப்படக்கமராவின் f - எண் = $f/8$ எனின், கமராவில்லையின் குவியத்தூரம் 24 cm எனின் வில்லையின் துவாரம்
 (i) $\frac{1}{3}$ (ii) 3 (iii) 192 (iv) $\frac{1}{192}$ (v) 1
- 2 ஓர் ஒளிப்படக் கமரா வில்லையின் குவியத்தூரம் 12 cm எனவும் அதன் துவாரம் 2 cm எனவும் கொள்ளப்படின அதன் f - எண்
 (i) 12 (ii) 1 (iii) 6 (iv) 24 (v) 3
- 3 ஓர் ஒளிப்படக் கமராவினது வில்லைத்துவாரம் $f/5.6$ அது படம் எடுக்க எடுக்கும் நேரம் 2 செக்கன் ஆயின் அதன்துவாரம் $f/11$ எனின் அது படம் எடுக்க எடுக்கும் நேரம் அண்ணளவாக செங்கன்களில்.
 (i) 4 (ii) 6 (iii) 12 (iv) 8 (v) 16
- 4 ஒரு குறும்பார்வைக் கண்
 (A) சமாந்தரக் கதிர்களை விழித்திரைக்குமுன்னால் குவிக்கும்.
 (B) நீளமான கண்விழித்தாரமும் குறுகிய குவியத்தூரமும் உடையது
 (D) சேய்மைப்புள்ளித் தூரத்துக்குச் சமமான குவியத்தூரத்தையுடைய குழிவில்லையை உபயோகித்து நிவிர்த்திக்கப்படும்.
 (D) வயோதிபர்களுக்கு ஏற்படும். இவற்றுள் உகந்தவிடைகள்
 (i) A, D (ii) A, B (iii) A, C, D (iv) B, C (v) A, B, C
- 5 ஒருவருடைய பார்வை வீச்சு 5 cm தொடக்கம் முடிவிலிவரை இருப்பின், அவர் 25cm தூரத்தில் இருக்கும் பொருளொன்றைப் பார்ப்பதற்கு உபயோகிக்க வேண்டியவில்லையும், கண்ணின்குறையும்.
 (i) 50 cm குவியத்தூரமுள்ள குவிவில்லையும், நீள்பார்வையும்
 (ii) 50 cm குவியத்தூரமுள்ள குழிவில்லையும், குறும்பார்வையும்
 (iii) 100 cm குவியத்தூரமுள்ள குவிவில்லையும் சேய்மைப் பார்வையும்
 (iv) + 2D வலுவுடைய குவிவில்லையும் சேய்மைப்பார்வையும்
 (v) - 2D வலுவுடைய குழிவில்லையும் சேய்மைப் பார்வையும்
- 6 கண்விழித்தூரம் குறுகியதும் குவியத்தூரம் நீளமானதுமான கண்ணொன்று முடிவிலியிலுள்ள பொருளொன்றைப் பார்ப்பதற்கு அணியவேண்டிய வில்லை, அதன் சேய்மைப்புள்ளி கண்ணுக்குப் பின்னால் 50 cm தூரத்தில் இருப்பின்
 (i) + 2D உடைய குழிவில்லை
 (ii) - 2D உடைய குழிவில்லை

(iii) + $\frac{1}{2}$ தையொத்தர் உடைய ஒரு வில்லை

(iv) - $\frac{1}{2}$ தையொத்தர் உடைய ஒரு வில்லை

(iii) 200 cm குவியத்தூரம் உடைய ஒரு குவிவில்லை

7 + 2D, - 1.5D வலுவடைய இரு வில்லைகள் ஒன்று சேர்க்கப்படின் சேர்மானக் குவியத்தூரம்

(i) 100 cm ஆனால் குழிவில்லை போல் தொழிற்படும்

(ii) 200 cm ஆனால் குவிவில்லைபோல் தொழிற்படும்

(iii) 50 cm ஆனால் குழிவில்லைபோல் தொழிற்படும்

(iv) 50 cm ஆனால் குவில்லைபோல் தொழிற்படும்

(v) 0.5 m ஆனால் ஒரு வில்லையைப்போலும் தொழிற்படாது

கட்டுரை வினாக்கள்

1. கண்ணின் ஒளியியல் தொகுதியை விவரிக்க நீள்பார்வை, குறும்பார்வை, புள்ளிக் குவியமிற்குறை ஆகியவற்றை விளக்குக. இக் குறைகளை நிவிர்த்தி செய்யும் முறைகளையும் கூறாக ஒரு குறும்பார்வைக் குறையுடைய மனிதனின் பார்வை வீச்சு ஒரு கண்ணிலிருந்து 12cm தொடக்கம் 20 cm வரையுமாகும். தூரப் பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்கு உபயோகிக்க வேண்டிய வில்லை என்ன? வில்லை உபயோகிக்கப்படும் பொழுது பார்வை வீச்சு என்ன? [விடை: குழிவில்லை, $f = 20$ cm. 30 cm. தொடக்கம் முடிவில்லரை]

2. தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூரம், சேய்மைப் புள்ளி, அண்மைப் புள்ளி என்பவற்றை விளக்குக.

ஒரு வயது முதிர்ந்த மனிதன் 250 cm யிலும் கிட்ட இருக்கும் பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்க்க முடிவதில்லை. இத் தூரத்தை 20cm க்குக் குறைப்பதற்கு உபயோகிக்க வேண்டியவில்லை என்ன, இவரால் கண்ணுக்குப் பின்னால் 100 cm க்கப்பபால் குவியும் கதிர்களை விழித்திரையில் குவிக்கமுடியுமாயின் இவருடைய பார்வை வீச்சைக் காண்க

[விடை: குழிவில்லை, $f = 27.8$ cm, 25 - 38.5 cm]

3. ஒரு மனிதனால் கண்ணிலிருந்து 20 cm க்கும் 150 cm க்கும் இடையிலுள்ள பொருள்களைப் பார்க்க முடிகிறது. தூரப்பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு இவர் அணிய வேண்டிய வில்லை என்ன?

இதனை உபயோகிக்கும் பொழுது தெளிவுப் பார்வை இழிவுத் தூரம் என்னவாகும்?

[விடை: குழிவில்லை $f = 150$ cm. 23.1 cm]

4. ஒரு குறும்பார்வை மனிதனின் பார்வைவீச்சு கண்ணிலிருந்து 16 cm தொடங்கி 24cm வரையாகும். தூரப் பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு அணிய

வேண்டிய வில்லை என்ன? இதனை உபயோகிக்கும் பொழுது பார்வை வீச்சு என்ன?

[விடை: குழிவில்லை $f = 24 \text{ cm}$. 48 cm - முடிவில்லி]

5. ஒரு மனிதன் தனது இடது கண்ணுக்கு 40 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையையும் வலது கண்ணுக்கு 30 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லையையும் கொண்ட மூக்குக் கண்ணாடியை உபயோகிக்கின்றான் சாதாரண வாசிக்குந்தூரம் 25 cm ஆயின் மனிதனின் பார்வையைப் பற்றி நீர் என்ன அறிவீர், ஒவ்வொரு கண்ணுக்கும் அண்மைப் புள்ளியைக் காண்க.

[விடை: 66.7 , 13.6 cm]

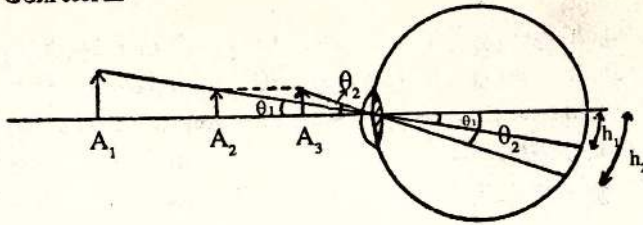
6. புள்ளிக்குவியமில் குறை என்றால் என்ன? ஒரு மனிதன் 15 cm க்குக் 300 cm க்கும் இடையிலுள்ள பொருளைப் பார்க்க முடிகின்றான். தூரப் பொருள்களைத் தெளிவாகப் பார்ப்பதற்கு வேண்டிய வில்லை என்ன? வில்லையை உபயோகிக்கும் பொழுது தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரம் என்னவாகும்.

[விடை: குழிவில்ல $f = 300 \text{ cm}$. 15.8 cm]

அலகு 3.94

ஒளியியற் கருவிகள்

பார்வைக் கோணம்



படம் 193

பார்வைக் கோணம் என்பது பொருளொன்றால் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணம் ஆகும் A_1, A_2 என்பன கண்ணுக்கு முன்னால் வைக்கப்பட்ட இரு பொருள்கள். இவை பருமனில் ஒன்றுக்கொன்று வித்தியாசமாக இருந்தபோதிலும் இவற்றால் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணங்கள் ஒரே அளவினதாகும். அத்துடன் விழித்திரையில் உண்டாக்கப்பட்ட இவற்றின் விம்பங்கள் ஒரே பருமனுடையனவாகும். கண் விழித்தாரம் k எனின்

$$\frac{h_1}{k} = \theta_1, \quad \therefore h_1 = k \theta_1$$

$$\therefore h_1 \propto \theta_1$$

எனவே விழித்திரையில் எற்படும் விம்பத்தின் பருமன் கோணம் θ_1 இற்கு விகிதசமமாகும் இப்பொழுது A_2 கண்ணுக்குக்கிட்ட A_3 என்னும் புள்ளிக்குக் கொணரப்படின் அப்பொருளால் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணம் θ_2 ஆகும். இது θ_1 இலும் பெரிதாகும். அத்துடன் விழித்திரையில் இப்பொருளின் விம்பத்தின் பருமன் h_2 எனின்

$$\frac{h_2}{k} = \theta_2, \quad \therefore h_2 = k \theta_2$$

எனவே பொருளைக் கண்ணுக்குக் கிட்டக்கிட்ட கொண்டு வருவதால் மிக விவரமாகப் பொருள் தெரியப்படும். ஆனால் தெளிவுப் பார்வை இழிவுத் தூரத்துக்குள் பொருள் கொணரப்படின் அது கண்ணுக்குத் தெரிவதில்லை. இக்கட்டத்தில் தொலைகாட்டிகள் நுணுக்குக் காட்டிகள் மூலம் பொருள்களைப் பார்க்க முடியுமாகும். எனவே வெற்றுக் கண்ணால் பார்க்கமுடியாத பொருள்கள் இவற்றின் உதவி கொண்டு பார்க்கக் கூடியதாக இருக்கும்.

கோண உருப்பெருக்கம் அல்லது உருப்பெருக்க வலு

நுணுக்குக் காட்டிகளும் தொலைகாட்டிகளும் பார்வைக் கோணத்தை அதிகரிப்பதற்காக அமைக்கப்பட்டன. இதனால் இவற்றினூடு பொருள்கள் பார்க்கப்படின அவை பெரிதாகத் தோற்றும். இதனால் இக் கருவிகளின் கோண உருப்பெருக்கம் (M) இறுதி விம்பத்தால் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் பார்வைக் கோணத்துக்கும் பொருளால் வெற்றுக்கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் பார்வைக் கோணத்துக்கும் உள்ள விகிதம் என வரையறுக்கப்படும்.

$$\text{அதாவது } M = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$M = \frac{\text{கண்ணில் இறுதி விம்பத்தால் எதிரமைக்கப்படும் கோணம்}}{\text{வெற்றுக்கண்ணில் பொருளால் எதிரமைக்கப்படும் கோணம்}}$$

குறிப்பு: ஒளியியற் கருவிகளில் பார்வைக் கோணம் முக்கியமான தொன்றாகும். ஆனால் பொருளின் பருமனும் விம்பத்தின் பருமனும் இங்கு முக்கிய இடத்தைப் பெறுவதில்லை.

நுணுக்குக் காட்டிகள்

17 - ம் நூற்றாண்டில் குவிவில்லைகள் உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடிகளாக உபயோகிக்கப்பட்டுள்ளன. பின்பு இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட வில்லைகள் வலுமிக்க நுணுக்குக் காட்டிகள் ஆக்குவதற்கு உபயோகிக்கப்பட்டன. 1648 -ம் ஆண்டில் ஊக்கு என்பவர் மிருகங்களின் கலங்களை ஆராய்ந்து பரிசீலிப்பதற்கு நுணுக்குக் காட்டிகளை உபயோகித்துள்ளார். மேலும் நுணுக்குக் காட்டிகளை உபயோகிக்கும் பொழுது, இறுதி விம்பம் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரத்தில் உண்டாக்கப்பட்டன. நுணுக்குக் காட்டிகள் இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் உபயோகிக்கப்படுகிற தெனப்படும். இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் நுணுக்குக் காட்டியின் கோண உருப்பெருக்கம் (M) வருமாறு தரப்படும்.

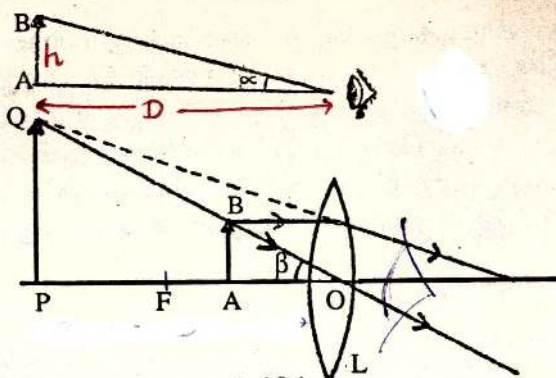
$$M = \frac{\text{விம்பத்தினால், கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணம்}}{\text{தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரத்தில் பொருள் இருக்கும் பொழுது வெற்றுக் கண்ணில் அதனால் எதிரமைக்கப்படும் கோணம்}}$$

$$\text{அதாவது } M = \frac{\beta}{\alpha}$$

எளிய நுணுக்குக்காட்டி (உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடி)

இது ஒரு குறுகிய குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையைக் கொண்டுள்ளது

உயரதர மாணவர் பௌதிகம்



படம் 194

h என்னும் உயரமுடைய பொருள் A,B, தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூரத்தில் வைக்கப்பட்டு வெற்றுக் கண்ணால் பார்க்கப்படுகின்றது. அப்பொழுது பார்வைக் கோணம் α ஆகட்டும். பின்பு அப்பொருள் படம் 194 (b) இல் காட்டியவாறு வில்லை L இன் குவியத்தூரத்துக்குள் வைக்கப்பட்டு விம்பம் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரத்தில் உண்டாகத் தக்கவாறு சரி செய்யப்படும். அப்பொழுது ஓர் உருப்பெருத்த நிமிர்ந்த விம்பம் PQ உண்டாகிறது. அவதானியின் கண் வில்லைக்கு அருகில் இருப்பின் தூரம் OP தெளிவுப் பார்வை இழிவுத் தூரத்துக்குச் சமனாகும். அப்பொழுது பார்வைக் கோணம் β ஆகும். மேலும் தெளிவுப் பார்வை இழிவுத் தூரம் D இனால் குறிக்கப்படின்,

$$\text{படம் 194 (a) இல் தான் } \alpha = \frac{h}{D} \quad \text{-----(i)}$$

$$\text{படம் 194 (b) இல் தான் } \beta = \frac{PQ}{D} \quad \text{-----(ii)}$$

$$\frac{\text{(ii) தான் } \beta}{\text{(i) தான் } \alpha} = \frac{PQ}{h}, \text{ அல்லது } \frac{\beta}{\alpha} = \frac{PQ}{h}$$

(β, α சிறிய கோணங்களும் ஆரயன்களிலும் உள்ளனவால்)

$$\text{ஆனால் } \frac{PQ}{h} = \frac{v}{u} = \frac{D}{u}$$

M உருப்பெருக்கவலு எனின்

$$M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{D}{u}$$

$$\therefore M = \left| \frac{D}{u} \right| \text{ இங்கு } [D], [u]$$

என்பன எண்பெறமானங்களைக் குறிக்கின்றன.

மேலும் $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ இல்

$v = +[D]$, $u = +[u]$, $f = -[f]$

$$\therefore \frac{1}{[D]} - \frac{1}{[u]} = -\frac{1}{[f]}$$

$[D]$ ஆல் பெருக்கின், $1 - \left| \frac{D}{u} \right| = - \left| \frac{D}{f} \right|$

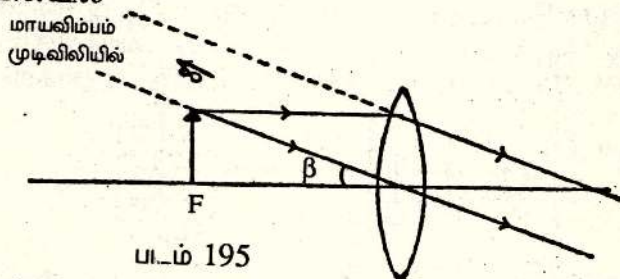
$$\therefore m = \left| \frac{D}{u} \right| = 1 + \left| \frac{D}{f} \right|$$

மேற் சூத்திரத்தில் m ஐக் காண்பதற்கு D , f என்பவற்றிற்கு எண்பெறுமனங்கள் மட்டுமே பிரதியிடப்படல் வேண்டும்.

ஆகவே ஒரு குவிவிலையின் குவியத்தூரம் 2 சமீ. எனின், அதன் உருப்பெருக்கலு வருமாறு பெறப்படும்

$$m = 1 + \left| \frac{25}{2} \right| = 13 \frac{1}{2}$$

விம்பம் முடிவிலியில்



படம் 195

பொருள் குவியத்தில் வைக்கப்படின, விம்பம் முடிவிலியில் தோன்றும் (படம் 195) இங்கு பார்வைக் கோணம் $\beta = h/u = h/[f]$ ($\because u = [f]$)

$$\therefore M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{\frac{h}{[f]}}{\frac{h}{[D]}} = \left| \frac{D}{f} \right|$$

$$\therefore M = \left| \frac{D}{f} \right|$$

உதாரணம்: 10 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில் லையொன்று உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடியாகப் பாவிக்கப்படுகிறது (i) முடிவிலியில் விம்பம் உண்டாகும் பொழுது (ii) தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரத்தில் விம்பம் உண்டாகும் பொழுதும் உருப்பெருக்க வலுக்களைக் காண்க

(i) விம்பம் முடிவிலியில்

$$M = \left| \frac{D}{f} \right| = \left| \frac{25}{10} \right| = 2.5$$

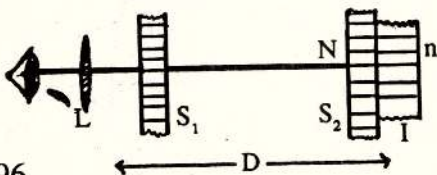
(ii) விம்பம் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூரத்தில்

$$\begin{aligned} M &= 1 + \left| \frac{D}{f} \right| \\ &= 1 + \frac{25}{10} \\ &= 13.5 \end{aligned}$$

குறிப்பு: குவியத்தூரம் குறாகும்பொழுது வில்லையின் உருப்பெருக்கவலு அதிகரிக்கின்றது.

எளிய நுணுக்குக்காட்டியின் உருப்பெருக்க வலுவைத் துணிதல் முறை I உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடியாக உபயோகிக்கப்படும் வில்லையின் குவியத்தூரத்தை ஒரு தளவாடியினதும் ஊசியினதும் உதவிகொண்டு காண்க. இப்பரிசோதனையை 3 தடவைகள் செய்து f இன் சராசரிப் பெறுமானத்தைக் குறித்துக் கொள்க. பின்பு $M=1+\left[\frac{D}{f}\right]$ என்னும் சூத்திரத்தில் D இனதும் f இனதும் எண் பெறுமானங்களை மட்டும் பிரதியிட்டு M ஐத் துணிக. இது அறிமுறைச் சூத்திரத்தின் உதவி கொண்டு காணப்பட்ட எளிய நுணுக்குக் காட்டியின் உருப்பெருக்க வலுவாகும். இங்கு D இன் பெறுமானம் 25 cm என்பது ஏற்கனவே தெரிந்த ஒரு கணியமாகும்.

முறை II



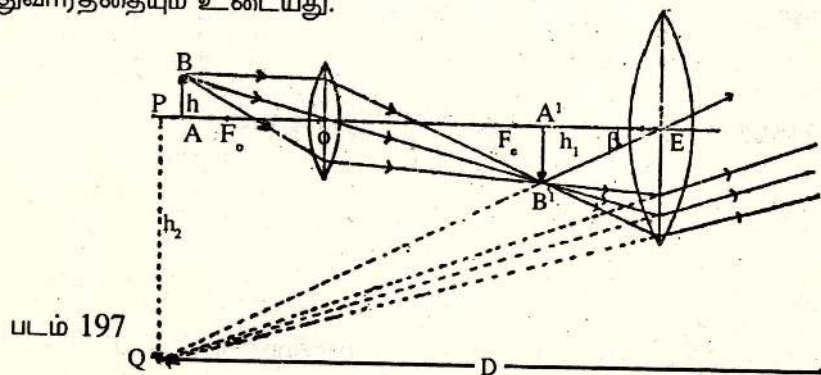
படம் 196

$S_1 S_2$ என்பன இரு அரைமீற்றர் அளவுத்திட்டங்கள் இவற்றைப் படம் 196 இல் காட்டியவாறு நிலைக்குத்தாக நிறுத்துக. ஒன்றைக் (S_2) கண்ணிலிருந்து 25 cm தூரத்திலும் மற்றதை (S_1) வில்லைக்கு முன்னால் அதன் குவியத்தூரத்துக்குள் இருக்கத்தக்கதாகவும் ஒழுங்கு செய்க. பின்பு வலக் கண்ணால் வில்லையினூடு S_1 இன் விம்பத்தையும் இடக்கண்ணால் நேரடியாக அளவுத்திட்டம் S_2 ஐயும் நோக்குக. இடமாறு தோற்றவழுவின்றி அளவுத்திட்டம் S_1 ஐச் சரிசெய்து கொள்க. இவ்வாறு செய்தபின் S_2 என்னும் அளவுத் திட்டத்தில் N என்னும் ஒரு குறித்த எண்ணிக்கைப் பிரிவுகளானவை அருகில் இருக்கும் விம்ப அளவுத்திட்டத்திலுள்ள n பிரிவுகளுடன் பொருந்துகின்றனவென அவதானிக்கப்படிண், கருவியின் உருப்பெருக்கவலு $\frac{N}{n}$ ஆகும். இவ்வாறு பரிசோதனையை இரண்டு அல்லது மூன்று தடவைகள் செய்து $\frac{N}{n}$ இன் சராசரியைக் காண்க. இப்பெறுமானம் எளிய நுணுக்குக் காட்டியின் திருத்தமான உருப்பெருக்க வலுவைத் தரும்.

கூட்டு நுணுக்குக் காட்டி

ஓர் எளிய நுணுக்குக் காட்டியின் உருப்பெருக்க வலுவானது, $M = 1 + \left| \frac{D}{f} \right|$ இன் படி f குறையும் பொழுது அதிகரிக்கின்றது. எனவே f குறையின் எளிய நுணுக்குக்காட்டியின் M அதிகரிக்கும் என்பது வெளிப்படையாகும். ஆயினும், இதற்கோர் எல்லை உண்டு அதாவது குறுகிய குவியத் தூரங்களுடைய வில்லைகளை அமைப்பது சிரமமாகும். அத்துடன் குவியத்தூரம் ஓர் எல்லைக்குமேல் குறையின் அதனால் உண்டாக்கப்படும் விம்பங்கள் திரிவுள்ளனவாகும். உருப்பெருக்க வலுவை அதிகரிப்பதற்கு இம்முறை உகந்ததாக இல்லாததனால், உயர்ந்த உருப்பெருக்க வலுவைப் பெறுதற்கு நுணுக்குக்காட்டி இரு வேறான வில்லைகளை உபயோகித்து அமைக்கப்படும் இவ்வில்லைகள் குறுகிய குவியத் தூரங்களுடையனவும் அத்துடன் குவிவில்லை களுமாகும்.

இவ்விரு வில்லைகளும் ஓரச்சுடையனவாக ஒரு குழாய்க்குள் தாங்கப்படும். பொருளுக்கருகில் இருக்கும் வில்லை பொருள்வில்லை எனவும், கண்ணுக்கருகில் இருக்கும் வில்லை பார்வைத்துண்டு எனவும் பெயர் பெறும். பொருள்வில்லை குறுகிய குவியத்தூரத்தையும் சிறிய துவாரத்தையும் உடையது. பார்வைத்துண்டு சற்று நீளமான குவியத் தூரத்தையும் அகன்ற துவாரத்தையும் உடையது.



AB என்னும் பொருள் பொருள்வில்லைக்கு முன்னால் அதன் குவியத் தூரத்துக்குச் சற்று அப்பால் வைக்கப்படும். அப்பொழுது $A'B'$ என்னும் தலைகீழான உருப்பெருத்த விம்பம் A' இல் உண்டாகும். பார்வைத் துண்டிலிருந்து A' இன் தூரம் அதன் குவியத்தூரத்துக்குள் இருக்கத் தக்கதாகப் பார்வைத்துண்டு ஒழுங்கு செய்யப்படும். பார்வைத்துண்டு இங்கு ஓர் உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடிபோல் தொழிற் படுவதால் PQ என்னும் ஓர் உருப்பெருத்த மாயவிம்பம் P இல் தோற்றும். இதன் தூரம் பார்வைத் துண்டிலிருந்து தெளிவுப் பார்வை இழிவுத் தூரத்துக்குச் சமனாக்கப்படின், கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் உபயோகிக்கப்படுகிறதெனப்படும். கண் எப்பொழுதும் பார்வைத்துண்டுக்கருகில் அமையும்.

உருப்பெருக்க வலுவை இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் துணிதல்

$$M = \frac{D \text{ இலிருக்கும் இறுதிவிம்பத்தால் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணம்}}{D \text{ இல்வைக்கப்படும் பொருளால் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணம்}}$$

$$\therefore M = \frac{\beta}{a} = \frac{\frac{h_2}{D}}{\frac{h}{D}} = \frac{h_2}{h}$$

மேலும் $M = \frac{h_2}{h_1} \times \frac{h_1}{h}$

$$\frac{h_2}{h_1} = M_e = \text{பா. து. ஆல் ஏற்படுத்தப்பட்ட } h_1 \text{ இன் உருப்பெருக்கம்}$$

$$\frac{h_1}{h} = M_0 = \text{பொ. வி. ஆல் ஏற்படுத்தப்பட்ட } h \text{ இன் உருப்பெருக்கம்}$$

$$\therefore M = M_e \times M_0$$

பார்வைத்துண்டு இங்கு ஓர் உருப்பெருக்கிக் கண்ணாடிபோல் தொழிற்படுவதால் அதன் உருப்பெருக்க வலு

$$= 1 + \left[\frac{D}{f_e} \right]$$

அடுத்து பொருள் வில்லையிலிருந்து $\frac{A^1B^1}{AB}$ இன் தூரம் = v
" " = u

எனின் $M_0 = \frac{v}{u}$

அத்துடன் $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ இல்

பழைய தெக்காட்டுக் குறிவழக்கின்படி v, u பிரயோகிக்கப்பட்டன

$$-\frac{1}{[v]} - \frac{1}{[u]} = \frac{-1}{[f_0]} \text{ ஆகும்}$$

அதாவது $\frac{1}{[v]} + \frac{1}{[u]} = \frac{1}{[f_0]}$

$$\therefore \left| \frac{v}{u} \right| = \left| \frac{v}{f_0} \right| - 1$$

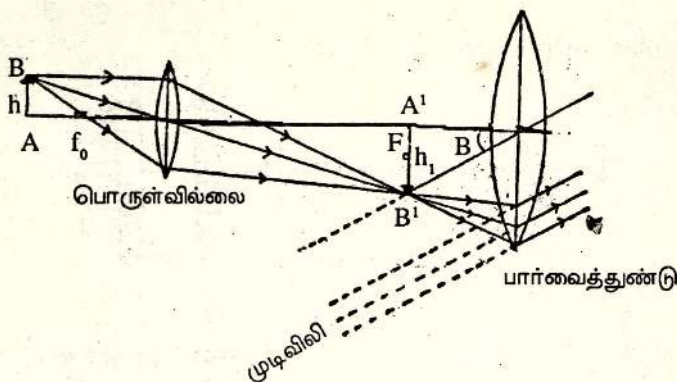
$$\therefore M = \left| \frac{v}{f_0} \right| - 1$$

ஆனால் $M = M_0 \times M_e$

$$= \left[\left| \frac{v}{f_0} \right| - 1 \right] \left[1 + \left| \frac{D}{f_e} \right| \right] \text{ ----- (A)}$$

இதிலிருந்து f_o , f_e . சிறிதாகில் M அதிகரிக்கும். எனவேதான் குறுகிய குவியத்தூரங்களையுடைய குவிவில்லைகள் கூட்டுநுணுக்குக் காட்டியின் அமைப்புக்குச் சாதகமானவையாகின்றன.

விம்பம் முடிவிலியிலிருக்கும்பொழுது உருப்பெருக்க வலுவைத் துணிதல் இங்கு பொருள்வில்லையால் உண்டாக்கப்படும் AB இன் விம்பம் A^1B^1 பார்வைத்துண்டின் குவியம் F_e இல் தோற்றும். இவ்விம்பம் பார்வைத்துண்டுக்குப் பொருளாகத் தொழிற்படுவதால் ஓர் இறுதி விம்பம்



படம் 198

முடிவிலியில் பார்வைத்துண்டினால் ஏற்படுத்தப்படும். அவ்விறுதி விம்பம் β என்னும் பார்வைக் கோணத்தைக் கண்ணில் எதிரமைக்கிறதெனவும், தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரத்தில் வைக்கப்படும் பொருள் கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணம் α எனவும் கொள்ளப்படின

$$\text{உருப்பெருக்கவலு } M = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$\text{மேலும் } \beta = \frac{h_1}{[f_e]} \quad (\text{படம் 198 இலிருந்து})$$

$$\text{அத்துடன் } \alpha = \frac{h}{[D]}$$

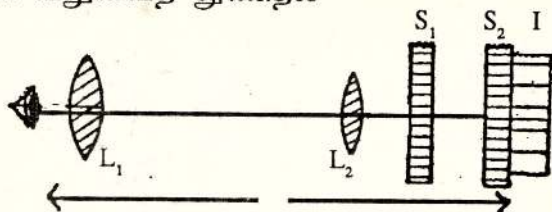
$$\begin{aligned} \therefore M &= \frac{\frac{h_1}{[f_e]}}{\frac{h}{[D]}} \\ &= \frac{h_1}{h} \cdot \left[\frac{D}{f_e} \right] \end{aligned}$$

ஆனால் பொருள் வில்லைக்கு $\frac{h_1}{h} = \left(\left[\frac{v}{f_o} \right] - 1 \right)$ எனக் காட்டப்பட்டுள்ளது

$$\therefore M = \left(\left[\frac{v}{f_o} \right] - 1 \right) \left[\frac{D}{f_e} \right] \text{ ----(B)}$$

சமன்பாடுகள் (A) ஐயும் B ஐயும் நோக்கும்பொழுது, கருவியின் உருப்பெருக்க வலு அண்மைப்புள்ளியில் இறுதி விம்பம் உண்டாகும் பொழுது உயர்வாக இருக்கிறதென்பது புலப்படுகிறது.

உருப்பெருக்க வலுவைத் துணிதல்



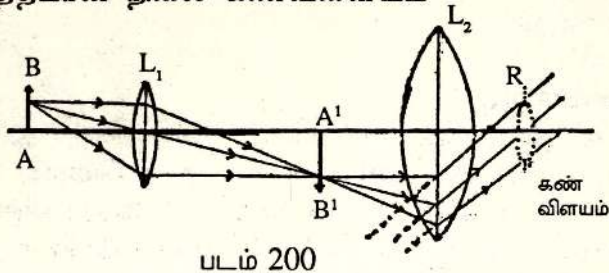
படம் 199

இரு வில்லைகளினதும் குவியத்தூரங்களை ஒரு தளவாடியையும் ஓர் ஊசியையும் கொண்டு காண்க. இவற்றுள் குறைந்த குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையை பொருள் வில்லையாகவும் மற்றதை பார்வைத் துண்டாகவும் இருக்கத்தக்கதாக இரு தாங்கிகளில் ஒரு மேசையின் மீது நிறுத்துக. ஓர் அரைமீற்றர் அளவுத்திட்டம் S_1 ஐ நிலைக்குத்தாக பொருள் வில்லை L_2 இற்குமுன் அதன் குவியத் தூரத்துக்கப்பால் நிறுத்துக வில்லையின் மறுபக்கத்தில் தோற்றும் இதன் விம்பத்தை ஓர் ஊசியின் உதவி கொண்டு கண்டுபிடிக்க. பார்வைத்துண்டுவில்லையை இப்பொழுது இவ்வூசிக்கு முன் நிறுத்தி ஊசியின் தூரம் அதிலிருந்து அதன் குவியத்தூரத்திலும் சிறிதாக இருக்கத்தக்கதாக அப் பார்வைத் துண்டைச் சற்று நகர்த்துக. இதன்பின் அவ்வூசியை அகற்றி விடுக. அடுத்தபடியாக மற்ற அரைமீற்றர் அளவுத்திட்டம் S_2 ஐப் பார்வைத்துண்டிலிருந்து 25cm தூரத்தில் படம் 199 இல் காட்டிய வாறு நிறுத்துக. அதனை இடக்கண்ணாலும் S_1 இன் விம்பத்தை வில்லைகளினூடு வலக்கண்ணாலும் நோக்கிக் கொண்டு இடமாறு தோற்ற வழுவின்றி S_2 வுடன் அதன் அருகில் S_1 இன் விம்பம் பொருந்தத்தக்கவாறு பார்வைத் துண்டைச் சரி செய்க. அப்பொழுது S_1 இன் விம்பத்திலுள்ள n பிரிவுகள் S_2 விலுள்ள N பிரிவுகளுடன் பொருந்தக் காணப்படுகிறது. ஆகவே கருவியின் உருப்பெருக்கவலு N/n ஆகும். இவ்வாறு பரிசோதனையை இரண்டு அல்லது மூன்று தடவைகள் செய்து N/n இன் சராசரியைக் கண்டு உருப்பெருக்க வலுவைத் திருத்தமாகத் துணிந்து கொள்க.

இதனை உறுதிப்படுத்த f_o, f_e, v, D இன் எண் பெறுமானங்களை

$\left(\left[\frac{v}{f_o}\right] - 1\right)\left(1 + \left[\frac{D}{f_e}\right]\right)$ என்னும் சூத்திரத்திலும் பிரதியிடுக. அப்பொழுது கணிக்கப்படும் பெறுமானமும் அக் கருவியின் உருப்பெருக்க வலுவைத் தரும்.

கண்ணின் திருத்தமான நிலை கண்வளையம்



ஓர் ஒளியியற் கருவியினால் ஒரு பொருளைப் பார்க்கும் பொழுது பொருளிலிருந்து வெளிவரும் கதிர்களுள் பொருள்விலையின் பரிதிர்குள் அடக்கப்படும் கதிர்கள் மட்டுமே ஒளியியற் கருவிக்குள் புகும். ஆகவே பொருள்விலையை ஓரளவிற்கு ஒளிக்கு ஒரு தடுப்பாக (stop) தொழிற்படுகிறது. பொருள்விலைக்கூடாகச் செல்லும் இக்கதிர்கள் பார்வைத் துண்டிக் கூடாகச் சென்று ஒரு வட்டப் பரப்பு R இனூடு செல்கின்றன (படம் 200). இது கண்வளையம் எனப்படும். இவ்விடத்தில் கண் இருப்பின் பொருள் விலையிலிருந்து வரும் ஒளியில் மிகக் கூடியளவு இதனூடு செல்லும். ஆகவே இது கண் இருப்பதற்கு ஒரு சிறந்த இடமாகும்.

மேலும் கண்வளையத்தின் இடம் வருமாறு கண்டுபிடிக்கப்படும். அதாவது பார்வைத்துண்டுக்கு பொருள்விலையை ஒரு பொருளாகத் தொழிற்படும் பொழுது பார்வைத்துண்டு ஏற்படுத்தும் பொருள் விலையின் விம்பம் கண்வளையம் ஆகும் ஆகவே கண்வளையத்தின் நிலை பார்வைத்துண்டிலிருந்து பொருள் விலையின் தூரமும் பார்வைத்துண்டின் குவியத்தூரமும் தெரியப்படின துணியப்படும்.

உதாரணமாகப் பார்வைத் துண்டிலிருந்து பொருள் விலையின் தூரம் 20 cm உம் பார்வைத்துண்டின் குவியத்தூரம் 2cm உம் என இருப்பின்

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$u = +20 \text{ cm}$$

$$f = -2 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{20} = -\frac{1}{2}$$

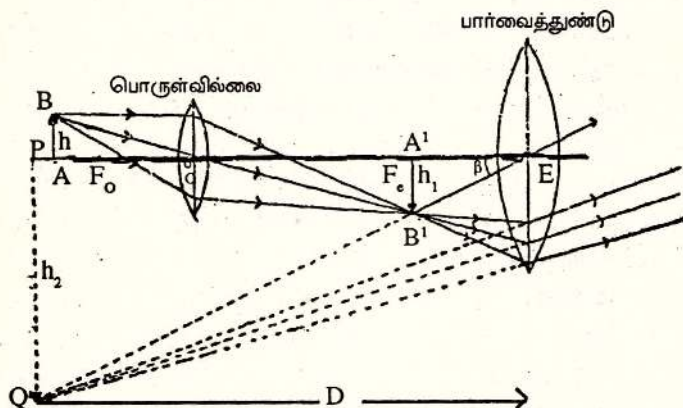
$$\therefore \frac{1}{v} = -\frac{1}{2} + \frac{1}{20} = \frac{-9}{20}$$

$$\therefore v = -\frac{20}{9} = -2\frac{2}{9} \text{ cm}$$

ஆகவே கண்வளையம் பார்வைத் துண்டிலிருந்து $2\frac{2}{9}$ cm இல் இருக்கிறதாகும்.

உதாரணங்கள்:

1. ஒரு கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியினது வில்லைகளினது குவியத்தூரங்கள் முறையே 1 cm உம் 3cm உமாகும். ஒரு பொருள் 1.2cm தூரத்தில் பொருள் வில்லையிலிருந்து வைக்கப்பட்டுள்ளது. கண்ணிலிருந்து ஒரு மாயவிம்பம் 25 cm தூரத்தில் உண்டாகின் வில்லைகளுக்கிடையேயுள்ள வேறாக்கலையும் கருவியின் உருப்பெருக்க வலுவையுங் காண்க.



படம் 201

முதல் பொருள்வில்லையாக் கருத்திற் கொள்க.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$u = +1.2 \text{ cm}$$

$$f = -1 \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{1.2} = -\frac{1}{1}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = -1 + \frac{1}{1.2} = -\frac{0.2}{1.2}$$

$$\therefore \frac{1}{v} = -\frac{1}{6}$$

$$v = -6 \text{ cm}$$

வில்லைகளின் வேறாக்கலை x cm என்க.

இனிப் பார்வைத்துண்டைக் கருத்திற் கொள்க.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$u = + (x-6) \text{ cm}$$

$$v = + 25 \text{ cm}$$

$$f = - 3 \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{1}{25} - \frac{1}{x-6} = -\frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{x-6} = \frac{1}{3} + \frac{1}{25} = \frac{28}{75}$$

$$\therefore 28x - 168 = 75$$

$$28x = 75 + 168 = 243$$

$$x = \frac{243}{28} = 8 \frac{19}{28} = 8.68 \text{ cm}$$

இறுதி நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கம் $M_o \times M_e$

$$= \frac{6}{1.2} \times \frac{25}{\frac{243}{28} - 6}$$

$$= \frac{60}{12} \times \frac{25 \times 28}{75}$$

$$= \frac{140}{3} = 46 \frac{2}{3}$$

\therefore பொருளின் உயரம் h எனின்

$$\text{இறுதிவிம்பத்தின் உயரம்} = \frac{140h}{3}$$

$$\text{உருப்பெருக்க வலு } M = \frac{\beta}{\alpha}$$

$$\text{ஆனால் } \beta = \frac{140h}{3 \times 25}$$

$$\alpha = \frac{h}{25}$$

$$\therefore M = \frac{140h}{75 \times h} \times 25$$

$$= \frac{140}{3} = 46 \frac{2}{3}$$

அல்லது சூத்திரத்தின்படி

$$M = \left(\left[\frac{v}{f_o} \right] - 1 \right) \left(1 + \left[\frac{D}{f_e} \right] \right)$$

$$= \left(\frac{6}{1} - 1 \right) \left(1 + \frac{25}{3} \right)$$

$$= 5 \times \frac{28}{3}$$

$$= \frac{140}{3} = 46 \frac{2}{3}$$

2. ஒரு கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி 1cm குவியத்தூரமுடைய பொருள் வில்லையையும் 6cm குவியத்தூரமுடைய பார்வைத் துண்டையும் கொண்டுள்ளது. இவற்றிடையேயுள்ள தூரம் 20cm, இறுதி விம்பம் பார்வைத்துண்டிலிருந்து 30cm இல் தோற்றத்தக்கவாறு, பொருளானது வைக்கப்பட்டுள்ளது. பொருளின் நிலையையும் அவதானியொருவனின் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரம் 25cm எனக்கொண்டு உருப்பெருக்க வலுவையும் காண்க.

முதல் பார்வைத் துண்டைக் கருத்திற்கொள்க.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$v = +30\text{cm}$$

$$f = -6\text{cm}$$

$$\therefore \frac{1}{30} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{6}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{-1}{30} + \frac{1}{6} = \frac{1+5}{30}$$

$$\frac{1}{u} = \frac{6}{30}$$

$$\therefore u = 5\text{cm}$$

எனவே பொருள் வில்லையிலிருந்து மெய்விம்பத்தின் தூரம்

$$= 20 - 5 = 15 \text{ cm}$$

இனி பொருள்வில்லையைக் கருத்திற் கொள்க.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \text{ இல்}$$

$$v = -15 \text{ cm}$$

$$f = -1 \text{ cm}$$

$$\therefore -\frac{1}{15} - \frac{1}{u} = -\frac{1}{1} \text{ அல்லது } \frac{1}{15} + \frac{1}{u} = \frac{1}{1}$$

$$\therefore \frac{1}{u} = 1 - \frac{1}{15} = \frac{14}{15}$$

$$\therefore u = \frac{15}{14} \text{ cm}$$

\therefore பொருள் ஆனது பொருள்வில்லைக்கு முன்னால் $1\frac{1}{14}$ cm இலுள்ளது

இறுதி நேர்கோட்டு உருப்பெருக்கம் = $m_o \times m_e$

$$= \left(\frac{15}{15} \times 14 \right) \times \frac{30}{5}$$

$$= 14 \times 6 = 84$$

எனவே பொருளின் உயரம் h எனின் இறுதி விம்பத்தின்

$$\text{உயரம்} = 84 h$$

உருப்பெருக்கவலு $M = \beta / \alpha$

$$\text{ஆனால் } \beta = \frac{84 h}{30}$$

$$\alpha = \frac{h}{25} \therefore M = \frac{84h \times 25}{30 \times h} = \frac{84 \times 25}{30} = 70$$

தொலைகாட்டிகள்

தொலைகாட்டிகள் தூரப் பொருள்களைப் பார்ப்பதற்கு உபயோகிக்கப்படும் கருவிகளாகும். இவை பெரும்பாலும் சமுத்திரங்களிலும், வானியல் அவதான நிலையங்களிலும் பர்விக்கப்படுகின்றன இவற்றின் கோண உருப்பெருக்கம் அல்லது உருப்பெருக்க வலு வருமாறு வரையறுக்கப்படும்.

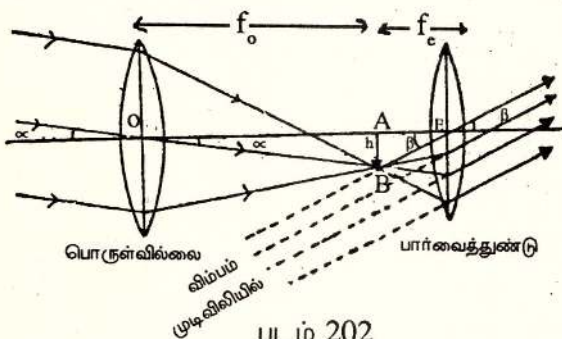
விம்பத்தால் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணத்துக்கும் பொருளால் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படும் கோணத்துக்கும் உள்ள விகிதம் தொலைகாட்டியின் உருப்பெருக்கவலு எனப்படும்.

உதாரணமாக விம்பத்தால் β என்னும் கோணமும் பொருளால் α என்னும் கோணமும் கண்ணில் எதிரமைக்கப்படின்தொலைகாட்டியின் கோண உருப்பெருக்கம் அல்லது உருப்பெருக்கவலு $M = \beta/\alpha$ இனால் தரப்படும்.

இங்கு α கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியில் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூரத்தில் பொருள் இருக்கும் பொழுது கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணத்தைப் போலன்று.

தொலைகாட்டிகளுள் முறி தொலைகாட்டிகள் தெறி தொலைகாட்டிகள் என இருவகை உண்டு. இங்கு விவரிக்கப்படப்பொகும் வானியல் தொலைகாட்டிகள், கலிலியோவின் தொலைகாட்டிகள் முறி தொலைகாட்டி வகையைச் சேர்ந்தன.

வானியல் தொலைகாட்டி



படம் 202

இது வான் பொருள்களைப் பார்ப்பதற்குப் பெரிதும் பயன்படுகின்றது. இதனில் இரு குவிவில்லைகள் உள். இவற்றுள் பொருள்வில்லை நீளமான குவியத்தூரத்தையும் அகன்ற துவாரத்தையும் உடையது. பார்வைத்துண்டு குறுகிய குவியத்தூரத்தையும் துவாரத்தையும் உடையது. வானியல் தொலைகாட்டி தூரப் பொருளொன்றின் இறுதி விம்பத்தை முடிவிலியில் ஏற்படுத்தின் அக்கருவி இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் பாவணப்படுகிறதென்படும் அப்பொழுது பொருள்வில்லைக்கும் பார்வைத்துண்டுக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் அவ்விருவில்லைகளினதும் குவியத்தூரங்களின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமனாகும்.

கருவி இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் தொழிற்படும்பொழுது அதற்குரிய விளக்கத்தைக் காட்டுவதற்குப் படம் 202 உதவுகின்றது. பொருள்வில்லையால் ஏற்படுத்தப்படும் ஒரு தூரப்பொருளின் விம்பம் AB ஆனது அவ்வில்லையின் f_0 இல் தோற்றும்.* A என்னும் புள்ளியில்

பார்வைத்துண்டின் குவியமும் இருப்பதால் AB என்னும் விம்பம் மாயப்பொருளாகப் பார்வைத்துண்டுக்குச் செயற்படும். இது அதன் குவியத்திலிருப்பதால் இறுதிவிம்பம் முடிவிலியில் தோற்றும்.

கோண உருப்பெருக்கம் அல்லது உருப்பெருக்க வலுவைத்துணிதல்

இங்கு கண் பார்வைத்துண்டுக்கு அருகில் இருக்கிறதெனக் கொள்ளப்படுகிறது. அத்துடன் பொருள்வில்லைக்கும் பார்வைத்துண்டுக்கு மிடையிலுள்ள தூரம் பொருள்வில்லையிலிருந்து அல்லது பார்வைத்துண்டிலிருந்து பொருள் தூரத்துடன் ஒப்பிடப்படும்பொழுது மிகச் சிறிதாகும். இதனால் பொருளால் பொருள்வில்லையில் எதிரமைக்கப்படும் கோணத்துக்குச் சமனெனக் கொள்ளப்படும்

$$\text{உருப்பெருக்கவலு } M = \beta / \alpha$$

$$\Delta ABE \text{ இல் தான் } \beta = h / [f_e]$$

$$\beta \text{ சிறிதாகையால் } \beta = h / [f_e]$$

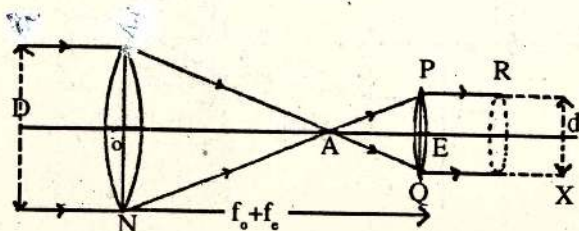
$$\Delta ABO \text{ இல் தான் } \alpha = h / [f_o]$$

$$\alpha \text{ சிறிதாகையால் } \alpha = h / [f_o]$$

$$\therefore M = \frac{h / [f_e]}{h / [f_o]} = \left[\frac{f_o}{f_e} \right]$$

எனவே பொருள் வில்லையின் குவியத்தூரத்துக்கும் பார்வைத்துண்டின் குவியத்தூரத்துக்கும் உள்ள விகிதம் கருவியின் உருப்பெருக்க வலுவாகும். இதிலிருந்து கருவி உயர் உருப்பெருக்க வலுவை உடைய தாவதற்கு நீளமான குவியத்தூரமுடைய பொருள்வில்லையையும் குறுகிய குவியத்தூரமுடைய பார்வைத்துண்டையும் கொண்டுள்ளதாக இருத்தல் வேண்டும்.

கண்வளையத்துக்கும் உருப்பெருக்க வலுவுக்கும் உள்ள தொடர்பு



பொருள்வில்லையின் விட்டத்தை D என்க. இத்துவாரம் தொலைகாட்டிக் குள் புகும் கதிர்க்கற்றையை மட்டப்படுத்துகின்றது. R என்பது கண்வளையம். இவ்விடமே கண்வைத்துப் பார்ப்பதற்குச் சிறந்த இடமாகும். கண்வளையமானது பார்வைத்துண்டு எற்படுத்தும் பொருள்வில்லையின் விம்பமாகும். இது ஒரு வட்ட விம்பமாகும். மேலும் கண்வளையத்தின் விட்டம் d ஆகும் படம் 203 இல்

Δ ங்கள் AMO, AQE வடிவொத்தவை

$$\frac{MO}{OA} = \frac{EQ}{AE}$$

$$\therefore \frac{OA}{AE} = \frac{MO}{EQ}$$

இங்கு $OA = [f_o], AE = [f_e]$
 $MO = D/2, EQ = d/2$

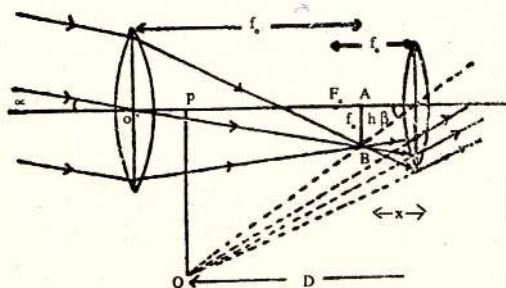
$$\therefore [f_o] / [f_e] = D/d$$

ஆனால் $[f_o] / [f_e] = M$

$$\therefore M = \frac{D}{d} = \frac{\text{பொருள் வில்லையின் விட்டம்}}{\text{கண் வளையத்தின் விட்டம்}}$$

குறிப்பு: வானியல் தொலைகாட்டியில் பொருள் வில்லைகள் பெரிய துவாரங்களையுடையனவாக இருக்கும். விம்பம் துலக்கமாக இருப்பதற்குக் கருவிக்குள் புகும் ஒளியின் பருமன் கூடுதலாக இருத்தல் வேண்டும். எனவே பொருள் வில்லையின் விட்டம் பெரிதாக இருப்பின் கூடிய அளவு ஒளி புகத்தக்கதாக இருக்கும்.

2 வானியல் தொலைகாட்டி இறுதி விம்பம் அண்மைப் புள்ளியில்



படம் 204

வானியற் தொலைகாட்டியை இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் பாவனைப்படுத்தும் பொழுது இறுதி விம்பம் முடியவிலியில் உளது. அப்பொழுது கண் தன்னமைவின்றி விம்பத்தைப் பார்க்க முடிகிறது. கண்ணின் அண்மைப்புள்ளியிலும் இறுதிவிம்பத்தைத் தொலைகாட்டி யினால் ஏற்படுத்தலாம். அப்பொழுது கண்ணால் தன்னமைவோடேயே இறுதி விம்பத்தைத் தெளிவாகப் பார்க்கலாம்.

AB என்பது பொருள் வில்லையால் அதன் குவியம் F_0 இல் உண்டாகக்கப்பட்ட தூரப்பொருளின் விம்பமாகும். இவ்விம்பம் பார்வைத்துண்டின் குவியத்தாரத்துக்குள் இருப்பதால் பார்வைத்துண்டு இதன் இறுதி மாயவிம்பம் PQ வை P இல் ஏற்படுத்துகின்றது. அத்துடன் இதன் தூரம் பார்வைத்துண்டிலிருந்து தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூரத்துக்குச் சமனாகத் தக்கவாறு அவ்வில்லை சரிசெய்யப்பட்டுமிருக்கும். தொலை காட்டிக்குள் கதிர்கள் α என்னும் கோணத்துடன் புகுந்து β என்னும் ஒரு பெரிய கோணத்துடன் வெளியேறுகின்றது. ஆகவே ஓர் உருப்பெருத்த விம்பம் உண்டாகும்.

ΔOAB இல்

$$\text{தான் } \alpha = \frac{h}{OA}$$

$$\alpha = \frac{h}{OA} = \frac{h}{f_0} \quad (\alpha \text{ சிறிதாகையால்})$$

ΔEAB இல்

$$\text{தான் } \beta = \frac{h}{EA} = \frac{h}{x} \quad (\because EA = x)$$

$$\therefore \beta = \frac{h}{EA} = \frac{h}{x} \quad (\beta \text{ சிறிதாகையால்})$$

$$\therefore M = \frac{\beta}{\alpha} = \frac{[f_0]}{[x]}$$

இறுதி விம்பம் பார்வைத்துண்டிலிருந்து D என்னுந் தூரத்தில்

உண்டாகின்றது. பார்வைத்துண்டுக்கு $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்பதை உபயோ

கிக்கும் பொழுது பழைய தெக்காட்டுக்குறி வழக்கின்படி

$$u = + [x], v = + [D], f = - [f_c]$$

$$\therefore \frac{1}{[D]} - \frac{1}{[x]} = - \frac{1}{[f_c]}$$

$$\frac{1}{[x]} = \frac{1}{[f_c]} + \frac{1}{[D]}$$

$$= \frac{[f_c] + [D]}{[f_c] \cdot [D]}$$

$$\therefore [x] = \frac{[f_c] \cdot [D]}{[f_c] + [D]}$$

$$M = \left[\frac{f_o}{x} \right] = [f_o] \left(\frac{[f_c]}{[f_c]} + \frac{[D]}{[D]} \right)$$

$$M = \left[\frac{f_o}{f_c} \right] \left(1 + \left| \frac{f_c}{D} \right| \right)$$

ஆனால் இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் கருவியின் $M = \left[\frac{f_o}{f_c} \right]$ எனவே அண்மைப்புள்ளியல் இறுதி விம்பம் இருக்கும் பொழுது கோண உருப்பெருக்கம் பெரிதாகும்.

உருப்பெரும் வலு வைத் து ணிதல்

உருப்பெருக்க வலு வை மூன்று முறைளால் து ணியலாங்.



படம் 205

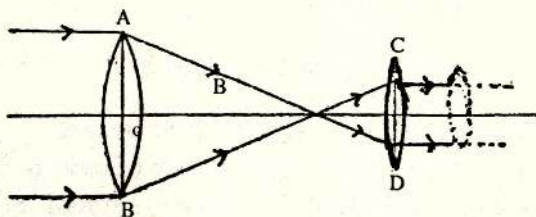
தரப்பட்ட இரு குவிவில்லைகளினதும் குவியத்தூரங்களை தளவாடி ஊசி முறையால் காண்க. இவற்றுள் பெரியதை பொருள்வில்லை O ஆகவும் சிறியதை பார்வைத்துண்டு E ஆகவும் உபயோகிக்க. பொருள்வில்லை O வை ஒரு தாங்கியில் மேசையொன்றின் மீது நிறுத்துக இதற்கு ஏறத்தாழ 20 அல்லது 25 அடிக்கு முன்னால் ஓர் அளவீட்ட சட்டத்தை நிறுத்துக. பொருள்வில்லைக்கூடாக நோக்கிக் கொண்டு இதன் விம்பத்தின் நிலையை ஒரு திரையின் உதவியால் கண்டுபிடிக்க. அந்நிலை P_1 இலிருப்பின், திரையை இப்பொழுது அகற்றி பார்வைத்துண்டு E ஐ அதன் குவியத்தூரத்திலும் சற்றுக் குறைந்த தூரத்தில் P இலிருந்து இருக்கத்தக்கவாறு அதனை ஒரு தாங்கியில் நிறுத்துக அளவீட்ட கோல் P ஐ நேரடியாக ஒரு கண்ணாலும் வில்லைகளினூடு அக்கோலின் இறுதி விம்பத்தை மற்றக்கண்ணாலும் நோக்கிக் கொண்டு அருகருகே கோலும் அதன் விம்பமும் ஒன்றத்தக்கவாறு பார்வைத்துண்டைச் சரிசெய்க அவை ஒன்றும் கட்டத்தில் விம்பத்திலுள்ள n பிரிவுகள் அளவீட்ட

கோலிலுள்ள N பிரிவுகளுடன் அருகே பொருந்துவதை அவதானிக்க அப்பொழுது கருவியின் உருப்பெருக்கவலு $\frac{N}{n}$ ஆகும். இவ்வாறு பரிசோதனையை வேறு எண்ணிக்கைப் பிரிவுகளுக்கும் செய்து $\frac{N}{n}$ ஐக் கணிக்க. இதிலிருந்து சராசரிப் பெறுமானத்தைக் கணித்து திருத்தமான உருப்பெருக்கவலுவைப் பெற்றுக்கொள்க.

(2) மேற்பரிசோதனையில் பொருளும் விம்பமும் முடிவிலியில் இருக்கின்றன. ஆகவே கருவியின் உருப்பெருக்க வலு $M = \left[\frac{f_0}{f_e} \right]$ இனால் தரப்படும் எனவே f_0 உம் f_e உம் அளக்கப்பட்டு $M = \left[\frac{f_0}{f_e} \right]$ இல் பிரீதியிடப்படின உருப்பெருக்கவலு துணியப்படும்.

(3) பொருள்வில்லையினதும் கண்வளையத்தினதும் விட்டங்களைக் காண்பதன்மூலமும் உருப்பெருக்கவலு துணியப்படும்.

$$M = \frac{\text{பொருள்வில்லையின் விட்டம்}}{\text{கண்வளையத்தின் விட்டம்}}$$



படம் 206

தொடக்கத்தில் ஒரு தூரப்பொருளை தொலைகாட்டிக்கூடாக நோக்கிக்கொண்டு இயல்பான செம்மைச் செய்கைப் பாவனையில் இருக்கத்தக்கவாறு ஒரு தொலைகாட்டியை ஒழுங்கு செய்க. அப்படிச் சரிசெய்தபின் இரு விலைகளுக்குமிடையேயுள்ள தூரம் இவற்றின் குவியத் தூரங்களின் கூட்டுத்தொகையாகும். இப்பொழுது ஆய்வுகூடயன் னலுக்கூடாக பொருள் வில்லையின் மீது ஒளியை விழச் செய்க. அப்பொழுது தொலைகாட்டிக்கூடாகப் பார்க்கும்பொழுது ஒரு வட்டத்தட்டுப்போன்ற விம்பம் தோன்றும். இது பொருள்வில்லையின் விம்பமாகும். இவ்விம்பத்தின் விட்டத்தை வேணியர் நுணுக்குக்காட்டியால் அளக்க. அவ்வளவை d என்க. இதேபோல் பொருள்வில்லையின் விட்டத்தையும் அளக்க. அதனை D என்க.

ஆகவே $M = \frac{D}{d}$ ஆகும்

கடந்தகால வரையிலான கட்டுரை வினாக்களும் பஸ்தேர்வு வினாக்களும் மாணவர்கள் பரீட்சிப்பதற்கு இந்நூலில் சேர்க்கப் பட்டுள்ளன.

1983

கட்டுரைவினா

வளியில் ஒலியின் வேகத்தைக் காண்பதற்கு ஒரு பரிசோதனை விவரிக்கുക. ஒரு முனை மூடியுள்ள குழலொன்றிலுள்ள வளி நிரலில் ஏற்படக்கூடிய அதிர்வின் முதன் மூன்று வகைகளை வரைக.

இவ்வகைக் குழலொன்றின் திறந்த முனைக்கு நேரே ஒலிபெருக்கி ஒன்று பொருத்தப்பட்டு மாறும் மீடறன் முதலொன்றிலிருந்து ஊட்டப்படுகிறது. பரிவு பெறக் கூடிய ஆகக்குறைந்த மீடறன் 170 Hz ஆகும். இக்குழலின் திறந்துள்ள முனைக்கு ஒத்த குழலின் இன்னொரு 18cm நீளப்பகுதி மூடப்பட்டு இப்பரிசோதனை திரும்பவும் செய்யப்படுகின்றது. பரிவு பெறக்கூடிய ஆகக் குறைந்த மீடறன் இப்போது 125Hz ஆகும். முனைத்திருத்தங்களைப் புறக்கணித்து வளியில் ஒலியின் வேகத்தையும் குழலின் ஆரம்ப நீளத்தையும் கணிக்க. [விடை:- 340 ms^{-1} , 50 cm]

பஸ்தேர்வு வினாக்கள்

- 1 அடிப்புக்களைக் கேட்பதற்கு அத்தியாச மாணவை
- A - ஒலிமுதல் ஒன்றாவதேனும் இசைக்கவை ஒன்றாயிருக்கவேண்டும்
- B - இரு ஒலிமுதல்களினதும் மீடறன்கள் ஏறக்குறைய ஆனால் திட்டமாகவல்ல, சமமாக இருக்க வேண்டும்.
- C - இரு முதல்களினாலும் காவப்படும ஒலி அலைகள் ஒரே வீச்சத்தைக் கொண்டிருக்க வேண்டும்
- மேலுள்ள கூற்றுக்களில்
- (i) A மாத்திரம் உண்மையானது (ii) B மாத்திரம் உண்மையானது
- (iii) C மாத்திரம் உண்மையானது (iv) A யும் B யும் மாத்திரமே "
- (v) B யும் C யும் மாத்திரமே உண்மையானவை

2 ஒரு நீண்ட கிடையான இழையின் ஒரு முனையிலிருந்து மறுமுனைக்கு ஒரு குறுக்குத்துடிப்பு நகருவதற்கு 0.1S தேவைப்படுவதாக அவதானிக்கப் படுகின்றது. இவ்விழையைக் கப்பியொன்றின் மீது செலுத்தி 100 மடங்கு இழையின் திணிவைக் கொண்டுள்ள நிறையொன்றிற்கு இணைப்பதன் மூலம் இழையிலுள்ள இழுவை தொடுக்கப் பட்டிருக்கிறது. இவ்விழையின் நீளம் என்ன? (இழையினது நிலைக்குத்துத்துண்டின் நீளம் புறக் கணிக்கத் தக்கது என எடுக்க)

- (i) 1m (ii) 5m (iii) 10 m (iv) 50m (v) 100m

3 ஒன்று ஒரு முனை மூடப்பட்டதும் அடுத்தது இரு முனைகளும் திறந்துள்ளதுமான இரு குழல்களின் இரண்டாவது மேற்றொனிகள் ஒரே மீடறனைக் கொண்டுள்ளன. முனைத் திருத்தங்களை புறக்கணிக்கையில் இக் குழல் களின் முறைப் படியான நீளங்களின் விகிதம்.

- (i) 1:2 (ii) 3:4 (iii) 5:6 (iv) 7:8 (v) 9:11

1984 கட்டுரை வினா

ஒரு வாயுவினுள் ஒலியின் வேகம் V என்பது $V = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ என்னுஞ் சமன்பாட்டினால் தரப்படுகிறது γ, P, ρ ஆகிய குறியீடுகள் எந்தக் கணியங்களை குறிக்கின்றன என்று தருக. இதிலிருந்து இலட்சிய வாயுச் சமன்பாட்டை உபயோகித்து V என்பது $V = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$ என்றும் தரப்படலாம் என்ற காட்டுக. இங்கு R என்பது அகில வாயுமாறிலி, T என்பது வாயுவின் தனிவெப்பநிலை, M என்பது வாயுவின் மூலக் கூற்று நிறை.

பல்தேர்வு வினாக்கள்

1 ஒரு குழந்தை, இரு முனைகளும் திறந்த ஒரு கண்ணாடிக் குழாயின் மேல்முனையின் குறுக்கே மெதுவாக ஊதும் போது, n மீடறனுடைய அடிப்படைச் சுரமொன்றைக் குழாய் பிறப்பிக்கின்றது. இப்படியாக ஊதும் போது குழயின் அடிப்பாகத்து முனையை தனது விரலால் மூடுகிறான். இப்போது அவன் கேட்கும் அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறன் ஏறத்தாழ

- (i) $4n$ (ii) $2n$ (iii) $3n$ (iv) $\frac{n}{2}$ (v) $\frac{n}{4}$

2 அலைகளின் செலுத்துகை பற்றிக் கூறப்பட்டுள்ள பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக

(A) ஒலி அலைகளின் செலுத்துகைக்குச் சடவூடகமொன்று இருத்தல் அவசியம்

(B) ஒளி அலைகளின் செலுத்துகைக்குச் சடவூடகமொன்று இருத்தல் அவசியம்

(C) அலையுடன் ஊடகம் முழுமையாக இயங்குவதில்லை

(i) A, B ஆகியவை மட்டுமே உண்மையானவை

(ii) B, C ஆகியவை மட்டுமே உண்மையானவை

(iii) A, C ஆகியவை மட்டுமே உண்மையானவை

(iv) A, B, C எல்லாம் உண்மையானவை

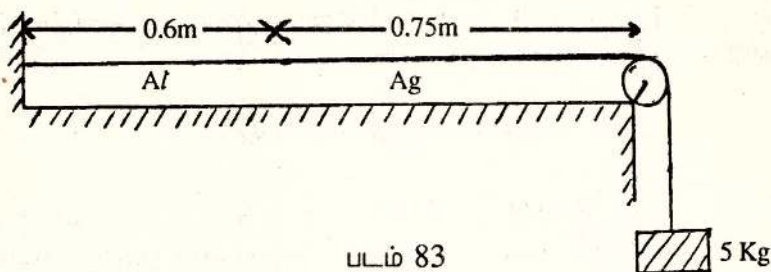
(v) A, B, C எல்லாம் பொய்யானவை

3 ஈர்க்கப்பட்ட இழையொன்றின் அடிப்படை மீடறனுக்கு மூன்றாவது அனுசுரத்தின் மீடறனுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் 400Hz ஆகும், 0.5m நீளமுள்ள இவ்விழை 400N இழுவைக்கு உட்படுத்தப்பட்டிருப்பின் இழையின் ஓரலகு நீளத்தின் திணிவு

- (i) 0.01 kgm^{-1} (ii) 0.02 kgm^{-1} (iii) 0.09 kgm^{-1} (iv) 0.10 kgm^{-1}
 (v) 0.20 kgm^{-1}

1985 கட்டுரை வினா

நிலையான அலையொன்றினது கணு, முரண்கணு என்பவற்றால் நீர் விளங்கிக் கொள்வது யாது?



படம் 83

0.6m நீளமுள்ள அலுமினியக் கம்பியொன்று அதே குறுக்குவெட்டுப் பரப்புடைய வெள்ளிக் கம்பியொன்றுடன் படத்தில் காட்டப்பட்டவாறு மூட்டிலிருந்து தாங்கும் பம்பிக்குரிய தூரம் 0.75m ஆக இருக்கும் வகையில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இக்கூட்டுக்கம்பி 5Kg நிறையினால் சமையேற்றப்பட்டுள்ளது. மாறும் மீடறனுடைய வெளிமுதலொன்றைப் பாவித்து இக்கம்பியில் நிலையான அலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன.

(a) மூட்டு ஒரு கணுவாக இருக்கும் வகையில் இரு கம்பிகளிலும் உருவாகும் அலைகளின் சாத்தியமான அதிஉயர் அலை நீளங்களைக் காண்க.

(b) இதற்கு இணைவான மீடறன் என்ன?

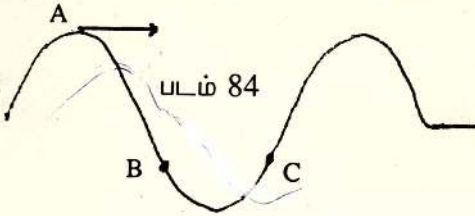
அலுமினியக் கம்பியின் ஓரலகு நீளத்திணிவு: $2.6 \times 10^{-3} \text{ Kgm}^{-1}$ வெள்ளிக் கம்பியின் ஓரலகு நீளத்திணிவு: $10.4 \times 10^{-3} \text{ Kgm}^{-1}$

[விடை: (a) 0.60m (b) 231 Hz]

பல்தேர்வு வினாக்கள்

- 1) முனைகளில் நிலையாகப் பொருத்தப்பட்ட இழையொன்று அதன் நடுப் புள்ளியில் அருட்டப்படும் பொழுது n_1 மீடறனடைய அடிப்படைச் சுரத்தைக் காலுகிறது. இதே இழை வேறு ஒரு புள்ளியில் அருட்டப்படும் பொழுது முதல் மேற்றொனி மீடறன் n_2 உருவாக்கப் படுகிறது n_2/n_1 என்ற விகிதம்
 (i) 2 ஆகும் (ii) $\frac{1}{3}$ ஆகும் (iii) 4 ஆகும் (iv) $\frac{1}{4}$ ஆகும் (v) 5 ஆகும்

- 2) இழையொன்றின் வழியே இடமிருந்து வலமாக ஒரு குறுக்கலை நகரும் போதுள்ள கணநிலையை வரிப்படைம் 84 காட்டுகின்றது. இவ்விழையிலுள்ள A, B, C ஆகிய புள்ளிகளின் வேகங்களின் திசைகளைப் பின்வரும் எந்தவொன்று சரியாகக் காட்டுகின்றது



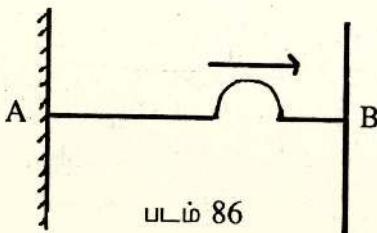
A, B, C ஆகிய புள்ளிகளின் வேகங்களின் திசைகளைப் பின்வரும் எந்தவொன்று சரியாகக் காட்டுகின்றது

- (i) (ii)
 (iii) (iv)
 (v)
 படம் 85

1986 பல்தேர்வு வினாக்கள்

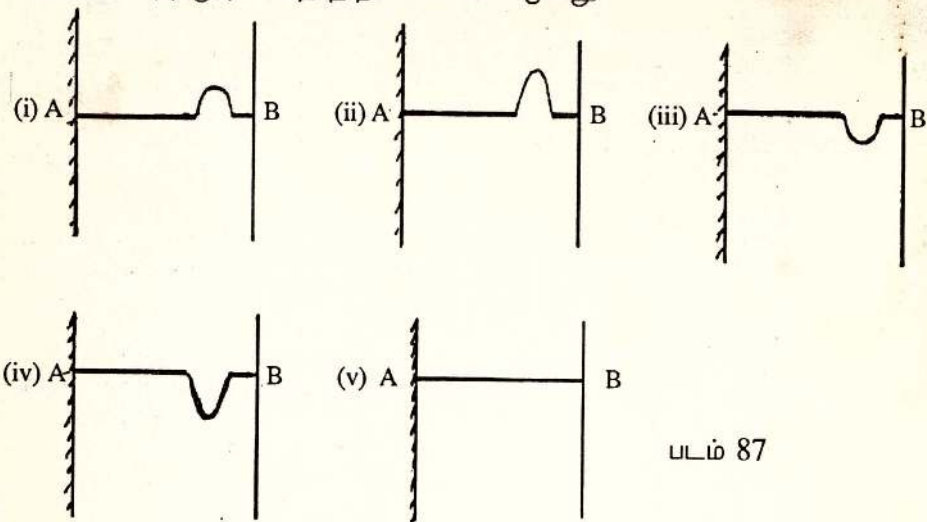
- 1 ஒரே உடகத்தில் எதிர்த்திசைகளில் 40ms^{-1} என்ற வேகத்துடன் நகரும் 20Hz மீடறனுடைய சர்வசமனான இரண்டு அலைகள் நிலையான அலையை உருவாக்குகின்றன. இரு அடுத்தடுத்த கணுக்கிடை யிலுள்ள தூரம்

- (i) 1.0 mm (ii) 1.5 mm (iii) 2.0 mm (iv) 5.0 mm (v) 10.0 mm



- 2 ஓர் இழை AB இன் முனை A நிலைக்குத்தான சுவரொன்றுடன் நிலையாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் முனை B நிலையான நிலைக்குத்துக் கோலொன்றின் மேல் சறுக்கும் நிறையற்றதும் உராய்வற்றதுமான

வளையமொன்றுக்குப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. படம் 86 இல் காட்டப்பட்ட வாறு முனை B யில் துடிப்பொன்று வந்து சேருகின்றது. முனை B இல் தெறிப்படைந்ததுடிப்பைத் திறம்படக் காட்டுவது.



படம் 87

3) 5.5m அலை நீள இசைக்கருவிச் சுரமொன்று வளியில் 2.5 நேரத்துக்குப் பேணப்படுகிறது. வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 ms^{-1} ஆயின் இந்நேரப்பகுதியில் உண்டாக்கப்பட்ட சக்கரங்களின் எண்ணிக்கை

- (i) 30 (ii) 60 (iii) 120 (iv) 40 (v) 480

4) ஒலிசம் பந்தமான பின்வரும் கூற்றுக்களில் எது உண்மையானதல்ல?

- (i) ஒலி நெட்டாங்கு அலைகளாகச் செல்லும்
(ii) வளியில் ஒலியின் கதி வெப்பநிலையுடன் அதிகரிக்கும்
(iii) ஒலியின் சுருதி ஒலியின் வீச்சத்தினால் தீர்மானிக்கப்படும்
(iv) ஒலியின் உரப்பு ஒலி அலையின் வீச்சத்தில் தங்கியிருக்கும்
(v) சிறிதளவு வேறுபட்ட மீடறன்களையுடைய இரு சுரங்களைத் தலையீட்டைச் செய்யும் போது அடிப்புக்களைக் கேட்கலாம்

1987 கட்டுரை வினா

ஒலியியலில் 'அடிப்புக்கள்' என்பதனால் கருதப்படுவது யாதென விளக்குக? ஈர்த்த கம்பியொன்றின் வழியேயான குறுக்கலைகளின் கதிக்குக் கோவையொன்றைக் கம்பியின் இழுவை T, ஓரலகு நீளத்திணிவு m ஆகியவற்றின் அடிப்படையில் எழுதுக. இக்கம்பியின் பரிவறு நீளம் l ஆயின், n ஆவது மேற்றொனியினது மீடறனுக்குக் கோவை யொன்றைப் பெறுக.

60cm நீள ஈர்த்த அதிர்வறும் சீரான கம்பியொன்றுக்கு அருகில் இசைக்கவை யொன்றை ஒலிக்கச் செய்யும் போது, செக்கனொன்றில் 5 அடிப்புக்கள் கேட்கின்றன. இக் கம்பியிலுள்ள இழுவையை மாற்றாமல் கம்பியின் நீளத்தை 58cm ஆக மாற்றும் போது அதே இசைக்கவை செக்கனொன்றில் 2 அடிப்புக்களைக் கொடுக்கிறது இவ்விசைக்கவையின் மீடறனைக் காண்க. [விடை: 200Hz]

பல்தேர் வினாக்கள்

1 ஒலி அலையொன்று ஓர் ஊடகத்திலிருந்து இன்னோர் ஊடகத்துக்கு நகரும் பொழுது மாற்றமடையாதிருக்கும் கணியம், அதன்

(i) வேகம் (ii) வீச்சம் (iii) மீடறன் (iv) அலை நீளம் (v) செறிவு ஆகும்

2 இரு முனைகளிலும் திறந்ததான ஒரு குழல் 30cm நீளமுடையாதிருக்கிறது, அதன் பிறப்பிக்கக் கூடிய முதற்றொனியின் அலை நீளம் cm இல்

(i) 30 (ii) 40 (iii) 60 (iv) 75 (v) 90

3 0°C இலும் 76 cm Hg அழுக்கத்திலுமுள்ள வளியில் ஒலியின் வேகம் 330ms^{-1} ஆகும். 30°C இலும் 75 cm Hg அழுக்கத்திலும் இவ் வேகம் ms^{-1} இல்

(i) $330 \times \frac{303}{273}$ (ii) $330 \sqrt{\frac{76 \times 303}{75 \times 273}}$ (iii) $330 \sqrt{\frac{303}{273}}$

(iv) $330 \sqrt{\frac{273}{303}}$ (v) $330 \sqrt{\frac{75}{76}}$

1988 கட்டுரை வினா

திறந்த குழலொன்றிலுள்ள ஒலி அலைகளின் முக்கியசிறப்பியல்புகளைக் கூறுக.

1m நீளமுடைய திறந்த குழலொன்றின் அடிப்படைச் சுரத்தினது மீடறன் n_0 இற்குரிய கோவையொன்றை வளியில் ஒலியின் வேகமானது V இன் அடிப்படையிற் பெறு க.

இவ் வகைக் குழலொன்றிலிருந்து எல்லா அனுசுரங்களையும் பெறலா மெனக் காட்டுக. இக் குழலின் ஒரு முனை மூடப்பட்டிருப்பின் n_0 இற்குரிய இக்கோவை எவ்விதம் திரிவறுமெனவும் காட்டுக.

60 cm நீளத்திறந்த குழல் A ஆனது 27°C வெப்ப நிலையிலுள்ள வளியைக் கொண்டிருக்கையில் ஒரு முனையில் மூடப்பட்ட தான இன்னு மொரு குழல் B யானது 47°C இலுள்ள வளியைக் கொண்டுள்ளது. இவ்விரு குழல் களும் ஒன்றாக அவற்றின் அடிப்படை மீடறன்களில் ஒலிக்கச் செய்யப்படும் போது 5Hz உடைய அடிப்பு மீடறன் பெறப்படுகிறது. 0°C இல் வளியில் ஒலியின் வேகம் 331 ms^{-1} ஆயின் குழல் B இனது நீளத்தைக் கணிக்க. [விடை: 30.45 அல்லது 31.5 cm]

பல்தேர்வு வினாக்கள்

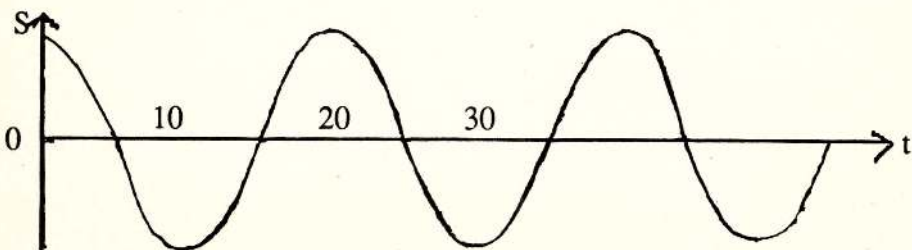
1 வாயுவொன்றிலுள்ள ஒலியின் வேகம்

- வாயுவின் மூலக்கூற்ற நிறையில் தங்கியிராது
- வாயுவின் வெப்பநிலையில் தங்கியிராது
- வாயுவின் அழுக்கத்தில் தங்கியிராது
- வாயுவின் தலைமைத் தனிவெப்பங்களின் விகிதத்தில் தங்கியிராது
- அலகுத் திணிவுக்கான வாயுமாறிலியில் தங்கியிராது

2 இரு முனைகளும் திறந்துள்ளது மான பரிவுக் குழாயொன்று 2500Hz மீடறனுடைய அடிப்படைச் சுரமொன்றை உண்டாக்குகின்றது. இக் குழாயின் ஒரு முனை இப்போது மூடப்படுமாயின், பிறப் பிக்கப் படும் அடிப்படைச் சுரத்தின் மீடறன் Hz இல்

- 125
- 250
- 500
- 750
- 1000

3 3,4 ஆகிய வினாக்களுக்கு விடையளிக்க படம் 88 இனைபாவிக்க. தன் வழியே குறுக்கலையொன்று $5 \times 10^3 \text{ ms}^{-1}$ நகரும் ஈர்த்த இழையொன்றிலுள்ள துணிக்கையொன்றிற்குரிய பெயர்ச்சி (s) - நேர (t) வளையியை படம் 88 காட்டுகின்றது



படம் 88

இத்துணிக்கையின் அலைவகளின் மீடறன் Hz இல்

- (i) 1×10^4 (ii) 5×10^4 (iii) 1×10^5 (iv) 2×10^5 (v) 2.5×10^5

4 இக் குறுக்கலையின் அலை நீளம் mm இல்

- (i) 10 (ii) 15 (iii) 20 (iv) 50 (v) 100

1989 கட்டுரை வினா

நீண்ட மென் சுருளிவில் - சிலிங்கி ஒன்றைப் பயன் படுத்திப் பின்வரு வனவற்றை நீர் செய்து காட்டும் விதத்தை தெளிவான வரிப்படங்களின் துணையுடன் விவரிக்க.

(a) விறைத்த வரைப்பாடு ஒன்றிலே நேர்மாற்றல் ஒன்றைக்கொண்ட குறுக்குத் துடிப்பு ஒன்றின் தெறிப்பு

(b) குறுக்குத் துடிப்பு ஒன்றின் மென்தெறிப்பு சிலிங்கி ஒன்றிலே செல்லும் குறுக்குத் துடிப்புகளின் வேகமானது $V = \sqrt{\frac{T}{m}}$ இனாலே தரப்படுகின்றது. இங்கு T, m ஆகியன முறையே இழுவை, ஓரலகு நீளத்துக்கான திணிவு ஆகியனவாகும்

(i) 500 கிராம் திணிவுள்ள சிலிங்கி ஒன்றிலே 600 சுருளித் தடங்கள் உள்ளன. சிலிங்கியைக் கிடையாக வைத்து 3m நீளத்துக்கு ஈர்க்கும் போது அதிற் செல்கின்ற குறுக்குத் துடிப்பு ஒன்றின் வேகம் 10ms^{-1} எனின் சிலிங்கியில் உள்ள இழுவையைக் கணிக்க.

(ii) 150 சுருளித் தடங்கள் மட்டும் தற்பொழுது பயன்படுத்தப்பட்டு 3m இற்கு ஈர்க்கப்பட்டால் அதன் இழுவை தொடக்கப்பெறுமானத் தின் ஆறு மடங்காக இருக்கக் காணப்படுமெனின் குறுக்குத்துடிப்பின் வேகம் யாது?

[விடை: (i) 16. 7N (ii) 49ms^{-1}]

பல்தேர் வினாக்கள்

1 ஈர்க்கப்பட்ட தந்தி ஒன்றிலே வேகம் Vயை உடைய குறுக்கலைகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன. தந்தியின் இழுவை இரட்டிக்கப்படும் பொழுது அலையின் வேகம்

- (i) 2V (ii) V/2 (iii) $\sqrt{2}$ V (iv) $\frac{1}{\sqrt{2}}$ V (v) V

2. மாணவன் ஒருவன் ஏறத்தாழ 1m நீளமுள்ள மெல்லிய நுட்ப நாண் ஒன்றிலே இருதடங்களைக் கொண்ட நிலையான அலையொன்றைப் பெறுகின்றான். அவன் மீடறனை மாற்றாமல், அந்நாணின் அதே நீளத்திலேயே ஒரு தடத்தை மட்டும் பெறுவதற்கு இழுவையின் பெறுமானத்தை

- (i) $\frac{1}{2}$ மடங்காகக் குறைக்க வேண்டும் (ii) இரு மடங்காகக் கூட்டவேண்டும்
(iii) $\frac{1}{4}$ மடங்காகக் குறைக்க வேண்டும் (iv) நான்கு மடங்கிற்குக் கூட்ட வேண்டும் (v) எட்டு மடங்கிற்குக் கூட்டவேண்டும்

1990 கட்டுரை வினா

விருத்தி அலைகளின் மீது பொருந்தலானது (a) அடிப்புக்கள் (b) நிலையான அலைகள் ஆகியவற்றைக் கொடுக்கக் கூடிய நிபந்தனைகளைக் கூறுக. இசைக் கவையொன்றினது மீடறனைத் துணிவதில், சுரமானி யொன்றுடன் இவை ஒவ்வொன்றையும் எவ்விதம் பாவிக்கலாம் என்பதைச் சுருக்கமாக விளக்குக.

(A) இசைக் கவையொன்று 400Hz மீடறனில் அதிர்கிறது, இரண்டாவது இசைக் கவையொன்று முதலாவதற்கு அருகில் ஒலிக்கச் செய்யும் போது, 2 Hz அடிப்பு மீடறனொன்று உண்டாக்கப் படுகின்றது (i) இவ்விரண்டாவது இசைக்கவையினது சாத்தியமான மீடறன்கள் யாவை (ii) இரண்டாவது இசைக்கவையின் கவரொன்றுக்குச் சிறிய மெழுகுத் துண்டொன்று பொருத்தப்பட்டு இவ்விரண்டு கவைகளும் ஒலிக்கச் செய்யப்படும் போது அடிப்பு மீடறன் குறைகின்றது (i) இலுள்ள மீடறன் களில் எது, இரண்டாவது இசைக்கவையின் உண்மையான அதிர்வு மீடறனாகும்? இவ்விடையை நீர் அடைந்த விதத்தைக் கூறுக.

(B) 550Hz அடிப்படை மீடறனுக்குரிய திறந்தகுழாயினதும், மூடிய குழாயினதும் நீளங்களை முறையே கணிக்க. (ஒலியின் கதி = 340 ms^{-1})
[விடை: (A) (i) 442 Hz (B) 30.9 cm, 15.45 cm]

பல்தேர் வினாக்கள்

1.90cm நீளமுடையதும் குறிப்பிட்ட மேற்றொணியில் அதிர்வதுமான இழையொன்று 300Hz மீடறனுடைய சுரமொன்றை உண்டாக்குகின்றது. அதே இழுவையுடனான இவ்விழையில் 300Hz இல் அதே மேற்றொணியை உண்டாக்குவதற்குத் தேவையான இழையின் நீளம் cm இல்

- (i) 77 (ii) 88 (iii) 99 (iv) 110 (v) 121

2 வாயுவொன்றில் ஒலியின் வேகம் V ஆகும், மாறாவெப்பநிலையில் இவ்வாயுவினது அழுக்கமானது அரைவாசியாகக் குறைக்கப்படின இவ்வாயுவில் ஒலியின் வேகம்

- (i) $\sqrt{2} V$ (ii) $\frac{V}{2}$ (iii) V (iv) $2V$ (v) $V/\sqrt{2}$

3 செக்கனுக்கு 250 தரங்கள் அதிர்வுறும் இசைக்கவையொன்று $1.2m$ அலைநீளமுடைய அலையொன்றை உண்டாக்குகிறது, இவ்வலையின் கதி ms^{-1} இல்

- (i) 20 (ii) 150 (iii) 300 (iv) 450 (v) 600

4. நிலையான அலையொன்றைப் பற்றிச் சொல்லப்பட்ட பின்வரும் கூற்றுக்களில் எது சரியானதல்ல?

- (i) நிலையான அலையொன்றினது புறவரை நகராதது
(ii) இவ்வலையுடன் சம்பந்தப்பட்ட சத்தியானது அதனுடன் ஊடுகடத்தப்படாது
(iii) மீது பொருந்தலுக்கு இரு அலைகள் தேவை, அவை ஒரே திசையிலோ அல்லது எதிர்த் திசையிலோ நகரலாம்.
(iv) மீது பொருந்தலானது தமது பெயர்ச்சி எப்போதும் பூச்சிய மாயிருப்பதான சில புள்ளிகளை விளைவிக்கிறது
(v) பூச்சிய பெயர்ச்சியுடைய புள்ளிகளுக்கு இடைநடுவில் உள்ளவை உயர்வுப் பெயர்ச்சியுடைய புள்ளிகளாகும்

ஆகஸ்ட் 1991 விசேட 1992 கட்டுரை வினா

உருக்குக் கம்பி ஒன்றிலே குறுக்கலைகளின் வேகத்தைக் காண்பதற்கான பரிசோதனை யொன்றை விவரிக்க மாறும் மீடறன் முதல் ஒன்றினால் இயக்கப்படும் மின் இசைக் கவையொன்று நீளம் $0.5 m$ ஐ உடைய உருக்குக் கம்பி யொன்றின் நுனியுடன் தொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

(i) இசைக்கவையின் அதிர்வுத் தளம் கம்பியின் நீளத்துக்குச் செங்குத்தாகவும் இழுவை $0.15N$ கீழ்க் கம்பியிலுள்ள குறுக்கலைகளின் வேகம் $350 ms^{-1}$ ஆகவாயிருப்பின் முதலின் மீடறனானது $300Hz$ இலிருந்து $1000 Hz$ இற்க மாற்றப்படும்போது பரிவு நிகழும் மீடறன்கள் யாவை.

(ii) நீளம் $0.2 m$ ஐ உடைய வேறொரு இயல்பொத்தகம்பி மேலே குறிப்பிட்ட கம்பியின் நுனியொன்றுடன் தொடுக்கப்பட்டு பரிசோதனை மறுபடியும் செய்யப்படின நேரொத்த பரிவு மீடறன் களைக் கணிக்க.

(iii) தரப்பட்ட மீடறன் வீச்சினுள்ளே அடுத்த மேற்றொனியை அவதானிப்பதற்கு மேலே (i) இல் உள்ள கம்பியின் இழுவையைக் குறைந்த பட்சம் எவ்வளவினால் மாற்றவேண்டும்?

[விடை: (i) 350 Hz, 700 Hz, 1050 Hz (ii) 500 Hz, 750 Hz, 1000 Hz

(iii) 0.136 N]

பல்தேர் வினாக்கள்

(1) எல்லாவகை விருத்தி அலை இயக்கங்களினதும் பொதுச்சிறப்பியல்பு யாது?

(i) அலை செல்லும் ஊடகத்தில் உள்ள துணிக்கைகள் எப்போதும் மேலும் கீழும் இயங்கும்

(ii) அலை செல்லும் ஊடகத்தில் உள்ள துணிக்கைகள் எப்போதும் முன்னும் பின்னும் செல்லும்

(iii) குழப்பத்தை ஊடுகடத்துவதற்குத் திரவிய ஊடகம் தேவை

(iv) துணிக்கைகள் இயங்காமல் சத்தி இடமாற்றப்படும்

(v) அலையின் வீச்சம் துணிக்கைகளின் அமைவிலே தங்கியிருக்கும்

2 27° C இல் உள்ள வளியில் ஒலியின் கதி இரு மடங்காவதற்கு இருக்கவேண்டிய வளிவெப்பநிலை °C இல்

(i) 54

(ii) 108

(iii) 600

(iv) 927

(v) 1200

1993 கட்டுரை வினா

வாயுவொன்றின் ஒலியின் வேகம் ஆனது $V = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$ என்பதாற் தரப்படும்.

இங்குள்ள குறியீடுகளை அடையாளம் காட்டி, இச்சமன் பாடு பரிமாணத்தில் சரியான தெனக் காட்டுக. T வெப்பநிலையிலுள்ள M மூலக்வற்று நிறையுடைய இலட்சியவாயு ஒன்றில் ஒலியின் வேகத்துக் குரிய கோவையொன்றைத் தருவிக்க மேலுள்ள சமன் பாட்டைப் பாவிக்க.

209 m தூரத்தில் வேறுபட்டு நிற்கும் A, B என்ற இரு நபர்கள் அவர்களைத் தொடுக்கும் கோட்டின் நீட்சிவழியே மின்னல் பளிச்சிடல் ஒன்றைக் காண்கிறார்கள், இப்பளிச்சிடலின் 2S இன் பின் A இடையைக் கேட்கையில், B அதனைப் பளிச்சிடலின் 2.6S இன் பின் கேட்கின்றார்,

(i) வளியில் ஒலியின் வேகத்தைக் காண்க (ii) வளியின் வெப்பநிலையைக் காண்க (வளியின் வெப்பநிலை மாறிலி எனக் கருதுக) (iii) வளிக்கு γ இன் பெறுமதி 1.403 ஆயின் வளியின் சராசரி மூலக் கூற்று நிறையைக் கணிக்க, வளியானது இலட்சிய வாயு ஒன்றென நீர் கருதலாம் (iv) வளிமண்டலமானது குறிப்பிட்ட அளவு நீராவியைக் கொண்டிருக்குமாயின், ஒலியின் வேகத்துக்கு

இதேபெறமானத்தை நீர் எதிர்பார்ப்பீரா? உமது விடையை விளக்குக
($R = 8.3JK^{-1} mol^{-1}$), $0^{\circ}C$ இல் வளியில் ஒலியின் வேகம் $330ms^{-1}$)

[விடை: (i) $348.3 ms^{-1}$ (ii) $31.1^{\circ}C$ (iii) $0.029 kg$ (iv) இல்லை]

பல்தேர் வினாக்கள்

1 ஒரே இழுவையின் கீழுள்ள இரு அதிரும் இழைகள் அடிப்புக்களை உண்டாக்கும் எப்போதெனில்

- (A) அவற்றின் ஒலிகளின் அலைநீளங்கள் சிறிதளவு மாத்திரம் வேறு படும் பொழுது
(B) அவற்றின் ஏகபரிமாண அடர்த்திகள் ஒரேயளவாயிருக்கையில் அவற்றின் நீளங்கள் சிறிதளவு மாறுபடும் பொழுது
(C) அவற்றின் நீளங்கள் ஒரேயளவாயிருக்கையில் அவற்றின் ஏக பரிமாண அடர்த்திகள் சிறிதளவு மாறு படும்போது மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (i) A, B ஆகியவை மாத்திரமே சரியானவை
(ii) B, C ஆகியவை மாத்திரமே சரியானவை
(iii) A, C ஆகியவை மாத்திரமே சரியானவை
(iv) A, B, C ஆகிய எல்லாமே சரியானவை
(v) A, B, C ஆகிய எல்லாமே பொய்யானவை

2 இழை ஒன்றிலுள்ள குறுக்கு அலைகளைப் பற்றிய பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக

- (A) நெருக்கங்கள், ஐமையாக்கங்கள் ஆகியவற்றுடன் இவை சம்பந்தப்பட்டவை
(B) முடிகள், தாழிகள் ஆகியவற்றுடன் இவை சம்பந்தப்பட்டவை
(C) சர்வசமனான இயக்க நிலையிலுள்ள இரு துணிக்கைகளுக்கிடையிலுள்ள ஆகக் குறைந்த தூரம் ஒரு அலை நீளமாகும்

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (i) A மாத்திரம் உண்மையானது (ii) B மாத்திரம் உண்மையானது
(iii) C மாத்திரம் உண்மையானது (iv) A, B ஆகியவையே உண்மையானவை
(v) B, C ஆகியவையே உண்மையானவை

3 ஊடகமொன்றிலுள்ள நின்ற அலையொன்றைப் பற்றிச் செய்யப்பட்ட பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக

- (A) முரண் கணுவிலுள்ள துணிக்கைகளின் பெயர்ச்சி, வேறு எந்தப் புள்ளியிலுமுள்ள பெயர்ச்சியையும் விடப்பெரியதாகும்

(B) முரண் கணுவிலுள்ள துணிக்கையின் வேகம், வேறு எந்தப் புள்ளியிலும்ள்ள வேகத்தைவிடப் பெரியதாகும்

(C) எந்தவொரு கணத்திலும் எவ்விரு அடுத்தது நும் கணுக்களுக்கிடையிலுள்ள எல்லாத்துணிக்கைகளும் ஒரே திசையில் அசையும்.

(i) A மாத்திரமே உண்மையானது (ii) A, B ஆகியவை மாத்திரமே உண்மையானவை (iii) B, C ஆகியவை மாத்திரமே உண்மையானவை (iv) A, C ஆகியவை மாத்திரமே உண்மையானவை (v) A, B, C ஆகிய எல்லாம் உண்மையானவை.

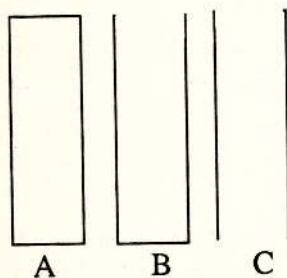
4 ஒன்று ஒரு முனையில் மூடப்பட்டதும் அடுத்தது இரு முனைகளிலும் மூடப்பட்டது மான இரண்டு குழாய்கள் L₁, L₂ என்ற நீளங்களை முறையே கொண்டுள்ளன. இக் குழாய்கள் இரண்டும் ஒரே வேளையில் ஒலிக்கச் செய்யப்பட்ட போது, அவற்றின் முதல் மேற்றொனிகளை ஒரே மீடறனில் கொண்டிருக்குமாயின் L₁/L₂ சமன்

$$(i) \frac{1}{4} \quad (ii) \frac{1}{3} \quad (iii) \frac{1}{2} \quad (iv) \frac{3}{4} \quad (v) \frac{5}{6}$$

5 0° C இல் வளியில் ஒலியின் வேகம் V₀ ஆயின் இவ்வேகம் 2V₀ ஆக வரும் வெப்பநிலை

$$(i) -205^{\circ} C \quad (ii) 2^{\circ} C \quad (iii) 673^{\circ} C \quad (iv) 819^{\circ} C \quad (v) 1092^{\circ} C$$

1994 பஸ்தேர் வினாக்கள்



படம் 89

படம் 89 இல் காட்டப்பட்டுள்ள A, B, C என்ற மூன்று குழல்களும் ஒரே நீளத்தைக் கொண்டுள்ளன. A யானது இரு முனைகளிலும் மூடப்பட்டு வளிமண்டல அழுக்கத்திலுள்ள வளியைக் கொண்டுள்ளது. B யானது ஒரு முனையில் மூடப்பட்டுள்ளது. C யானது இரு முனைகளிலும் திறந்துள்ளது. இக்குழல்களிலுள்ள வளியானது அதிர்வுறச்

செய்யப்படின் இக் குழல்களிலுள்ள வளிநிரல்களின் அடிப்படை மீடறன்களின் விகிதம் (குழல்களின் முனைத்திருத்தங்களைப் புறக்கணிக்க) முறையே

$$(i) 1 : 2 : 1 \quad (ii) 1 : 2 : 3 \quad (iii) 1 : \frac{1}{2} : \frac{1}{4} \quad (iv) 1 : \frac{1}{2} : 1 \quad (v) 1 : \frac{1}{2} : 2$$

2 ஒரு முனையில் மூடப்பட்ட குழாயொன்றினுள் அதிரும் வளிநிரலைப் பற்றிச் சொல்லப்பட்ட பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக.

(A) முதலாவது மேற்றொனியினது மீடறன் அடிப்படையினதின் இருமடங்காகும்

(B) இழிவுவளி அமுக்கம் குழாயின் மூடப்பட்ட முனையிலேயே ஏற்படும்

(C) ஒலி நிரலினது அலை நீளம், ஈரப்பதனுடன் வேறு படும். மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

(i) A மாத்திரமே உண்மையானது (ii) B மாத்திரமே உண்மையானது

(iii) C மாத்திரமே உண்மையானது (iv) B,C ஆகியவை மாத்திரமே

உண்மையானவை (v) A,B,C ஆகிய எல்லாம் உண்மையானவை.

1995 கட்டுரை வினா

முனைவுத் திருத்தங்களைப் புறக்கணிக்கும் போது, ஒரு முனையில் மூடிய L நீளச் சீரான குழல் ஒன்றினது பரிவு மீடறன்கள் f ஐ $f = \frac{nV}{4L}$ என எழுதலாம். இங்கு V யானது வளியில் ஒலியின் வேகமாகும். n ஆனது 1,3,5,7, ம் இவை போன்றவையுமான பெறுமானங்களை எடுக்கக் கூடியதாகும்.

இதேபோல இக்குழலானது இரு முனைகளிலும் திறந்ததாயின், ஒத்தபரிவு மீடறன்கள் f^1 ஆனது

$f^1 = \frac{n^1V}{2L}$ என்பதாற் தரப்படும் இங்கு n^1 ஆனது 1,2,3,4 ம் இவை போன்றவையுமான பெறுமானங்களை எடுக்கக் கூடியதாகும்.

(i) இவ்விரு சந்தர்ப்பங்களிலும், மேலுள்ள சூத்திரங்களானவை முறையே அடிப்படைச் சுரத்துக்கும் முதல் மேற்றொனிக்கும் உண்மையாகு மெனக் காட்டுக.

(ii) ஒரு முனையில் மூடியுள்ள சீரானகுழல் ஒன்று 210Hz மீடறனில் பருவறு கிறது. இக்குழலானது இரு முனைகளிலும் திறந்துள்ளபோது அது 840Hz இல் பரிவறுகிறது.

(a) முனைவுத்திருத்தங்களைப் புறக்கணித்து, மேலுள்ள நிபந்தனைகளைத் திருப்திப்படுத்தும் இழிவுக் குழல் நீளத்தைக் கணிக்க (வளியில் ஒலியின் வேகம் 340ms^{-1} ஆகும்)

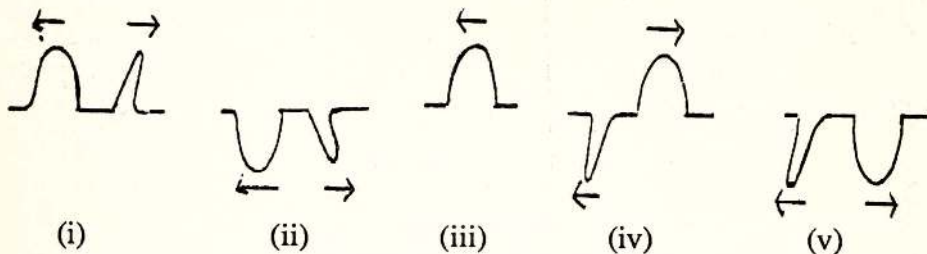
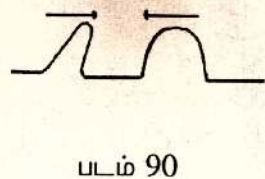
(b) இச் சந்தர்ப்பத்தில் 210Hz ம் 840 Hz ம் எத்தொனிகளுக்கு ஒத்ததாயிருக்கும்

[விடை: (i) தரப்பட்ட சூத்திரம் அடிப்படைக்கும் ($n=1$) முதல்மேற்றொனிக்கும் ($n=3$) உண்மை. அத்துடன் தரப்பட்ட சூத்திரம் அடிப்படைக்கும் ($n^1=1$) முதல்மேற்றொனிக்கும் ($n^1=2$) உண்மை.

(ii) (a) 0.405 m (b) 210 Hz அடிப்படைச் சுரத்திற்கும், 840Hz முதல் மேற்றொனிக்கும் ஒத்தவையாகும்.

பல்தேர் வினாக்கள்

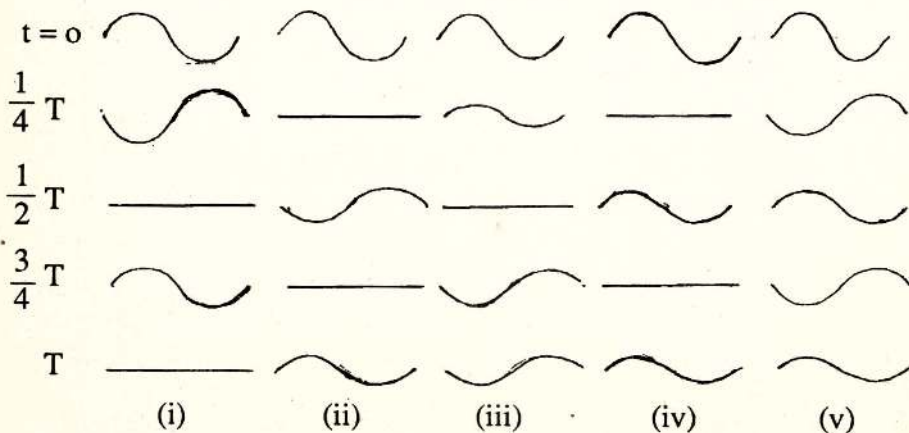
(i) ஒரு ஈர்த்த இழைவழியே எதிர்த்திசைகளில் நகரும் இரண்டு துடிப்புக்களை படம் 90 காட்டுகின்றது இவை யிரண்டும் ஒன்றாகச் சந்தித்த பின்னர் தொடர்கின்ற இயக்கத்திலுள்ள துடிப்பு துடிப்புக்களின் வடிவைப் பின்வரும் வரிப்படங்களில் எது திரும்படவகைகுறிக்கின்றது?



2. 0.40m நீள வயலின் இழையொன்று 480Hz அடிப்படை மீடறனுக்கு இசைவாக்கப்பட்டுள்ளது. அடிப்படை மீடறனை 600Hz ஆக உயர்த்து வதற்கு இவ் இழை எவ்வளவினால் குறைக்கப்பட வேண்டும்?

- (i) 10cm (ii) 8 cm (iii) 6 cm (iv) 4 cm (v) 2 cm

3. தானது இரு முனைகளிலும் நிலையாகப் பிடிக்கப்பட்டு, முதல் மேற்றொனியில் அதிரும் ஈர்த்த இழை ஒன்றினது, பின்னடும் நேரம் t க்கு களுக்குரிய அலைக் கோலத்தைப் பின்வரும் எவ்வரிப்படம் திரும்படக் குறிக்கின்றது. இவ்வதிர்வினது ஆவர்த்தன காலம் T யாகும்

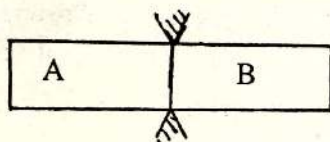


1996 பல் தேர் வினாக்கள்

1 ஒரே நீளத்தைக் கொண்டவையும் ஒரே இழுவைக்கு உட்படுத்தப் படுபவையுமான A, B என்னும் இரு உருக்கு வயலின் இழைகள் முறையே f_1, f_2 என்னும் அடிப்படை மீடறன்களைக் கொண்டுள்ளன $\frac{A}{B}$ இன் விட்டம் எனும் விகிதம் ஆனது

(i) $\frac{f_1}{f_2}$ (ii) $\sqrt{\frac{f_1}{f_2}}$ (iii) $\frac{f_1^2}{f_2^2}$ (iv) $\frac{f_2}{f_1}$ (v) $\frac{f_2^2}{f_1^2}$

2. சம பரிமாணங்களையுடைய இரு கோல்கள் A யும் B யும் ஒன்றிக் கோல் ஒன்றை உருவாக்கும் வகையில் ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது (படம் 92) இவ்வொன்றிக் கோலானது அதன் மையத்தில் விறைப்பாகப் பொருத்தப் பட்டுள்ளது A யினதும் B யினதும் திரவியங்களின் அடர்த்திகள் சமனாயிருக்கையில் A யினது யங்கின் மட்டானது B யினதின் நான்கு



படம் 92

மடங்குக்குச் சமனாயிருக்கிறது. இக் கோலானது ஒரு முனியில் வருட்டப்போது f_A, f_B என்ற இரு அடிப்படை மீடறன்கள் முறையே A யிலிருந்தும் B யிலிருந்தும் கேட்கப் படுகின்றன $f_A : f_B$ விதிமானது

- (i) 1:1 ஆகும் (ii) 1:2 ஆகும் (iii) 2:1 ஆகும் (iv) 1:4 ஆகும்
(v) 4:1 ஆகும்

1997 (புதியபாடத்திட்டம்) கட்டுரை வினா

1 டொப்பிளர் விளைவு என்பதனால் கருதப் படுவது யாதென விளக்குக. குற்றலைத் தாங்கியைப் பாவித்து இவ்விளைவை எவ்விதம் நீர் விளக்குவீர்? டொப்பிளர் விளைவின் ஒரு பிரயோகத்தைத் தருக. 335Hz இல் சீழ்க்கையை ஒலித்தவண்ணம் சிறிய மலைப்பாறையொன்றை நோக்கி ஒரு படகு மணிக்கு 18Km என்ற கதியில் நகர்கின்றது. வளியில் ஒலியின் வேகம் 340 ms^{-1} ஆகும்.

- (i) இம்மலைப் பாறையின் மீது நிற்கும் ஒருபையனால் கேட்கப்படும் சீழ்க்கையினது மீடறனைக் காண்க.
(ii) இம்மலைப்பாறையினால் சீழ்க்கை எதிரொலிக்கப் படுகிறது. இப்படகில் உள்ள ஒரு மனிதனால் கேட்கப்படும் எதிரொலியினது மீடறனையும் காண்க.
(iii) இம்மனிதன் நேரடி ஒலியையும் எதிரொலியையும் ஒருமிக்கக் கேட்பானாயின் செக்கனுக்கு எத்தனை அடிப்புக்களை அவன் கேட்பான்
(iv) இப்படகானது இப்போது பின் னோக்கித்திரும்பி மலைப்பாறையிலிருந்து விலகி அதேவேகத்துடன் அசையுமாயின் இம்மனிதனால் கேட்கப்படும் எதிரொலியினது மீடறன்யாது?

[விடை: (i) 340Hz (ii) 345 Hz (iii) 10 அடிப்புக்கள்/s (iv) 325.3 Hz]

பல்தேர் வினாக்கள்

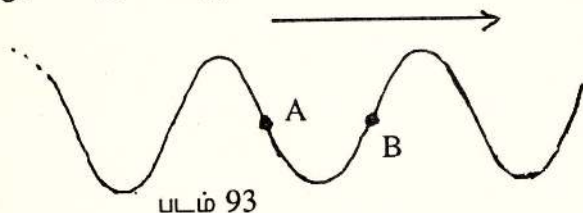
1 ஒலியினது பண்பு, ஒலியின்

- (i) மீடறனில் தங்கியிருக்கும் (ii) அலைநீளத்தில் தங்கியிருக்கும்
 (iii) வீச்சத்தில் தங்கியிருக்கும் (iv) உரப்பில் தங்கியிருக்கும்
 (v) மேற்றொனிகளின் பிரசன்னத்தில் தங்கியிருக்கும்

2 ஈர்க்கப்பட்டுள்ள இழையொன்றிலுள்ள குறுக்கலைகளின் வேகம்

- (i) அதிர்வு மீடறனில் தங்கியிருக்கும்
 (ii) அலையின் அலை நீளத்தில் தங்கியிருக்கும்
 (iii) அலையின் வீச்சத்தில் தங்கியிருக்கும்
 (iv) இழையிலுள்ள இழுவையில் தங்கியிருக்கும்
 (v) இழையின் நீளத்தில் தங்கியிருக்கும்

3 நீர்பரப்பு ஒன்றின் மீது வலம் நோக்கி நகரும் குறுக்கு அலை ஒன்றினது கண்நிலையை படம் 93 காட்டுகின்றது A யும் B யும் இரு சிறிய மிதக்கும் பொருள்களாகும். இவ்வலையானது இந்நிலையிலிருந்து வலம் நோக்கி அசைய ஆரம்பிக்கும் போது



- (i) A, B ஆகிய இரண்டும் வலம் நோக்கி அசைய ஆரம்பிக்கும்
 (ii) A, B ஆகிய இரண்டும் இடம் நோக்கி அசைய ஆரம்பிக்கும்
 (iii) A, B ஆகிய இரண்டும் கீழ் நோக்கி அசைய ஆரம்பிக்கும்
 (iv) A யானது மேல் நோக்கி அசைய ஆரம்பிக்கையில் B யானது கீழ் நோக்கி அசைய ஆரம்பிக்கும்
 (v) A யானது கீழ் நோக்கி அசைய ஆரம்பிக்கையில் B யானது மேல்நோக்கி அசைய ஆரம்பிக்கும்

4 நிலையான நோக்குநர் ஒரு வரை நோக்கி ஒலிமுதல் ஒன்றானது வளியில் ஒலியின் கதியின் $\frac{1}{4}$ மடங்கு கதியுடன் அசைகிறது

நோக்கு நரினால் கேட்கப்படும் தோற்ற மீடறன்
முதலினால் காலப்படும் மீடறன்

என்றவிகிதம்

- (i) $\frac{1}{4}$ (ii) $\frac{1}{2}$ (iii) $\frac{3}{4}$ (iv) $\frac{4}{3}$ (v) 4

கடந்த காலச்சோதனைகளின் பத்தேர் வினாக்களின் விடைகள்

1983 - (1) ii, (2) ii, (3) iii

1984 - (1) iv, (2) iii, (3) i

1985 - (1) i, (2) iv,

1986 - (1) i, (2) i, (3) iii, (4) iii

1987 - (1) iii, (2) i, (3) iii

1988 - (1) iii, (2) ii, (3) ii, (4) v

1989 - (1) iii, (2) iv

1990 - (1) iii, (2) iii, (3) iii, (4) iii

ஆகஸ்ட் 1991 விசேட 1992 - (1) iv, (2) iv

1993 - (1) iv, (2) v, (3) v, (4) iv 1994 - (1) iv, (2) iv

1995 - (1) i, (2) ii, (3) ii

1996 - (1) i v, (2) எல்லாம்

1997 - (1) v, (2) iv, (3) iv, (4) iv

பல்தேர்வு வினாக்கள்

ஓகஸ்டு 1991

1. குவிய நீளங்கள் f_1, f_2 . ஆகியவற்றுடைய இரு மெல்லிய வில்லைகள் தொடுகையிலுள்ளன. இவ்வில்லைச் சேர்மானத்தினது குவிய நீளம் f ஐத் தருவது

(1) $f = f_1 + f_2 / 2$	(2) $f = f_1 f_2 / f_1 + f_2$
(3) $f = (f_1 - f_2) / 2$	(4) $f = f_1 f_2 / (f_1 - f_2)$
(4) $f = f_1 + f_2$	

2. குழிவாடியொன்றின் குவியத்துக்கும், வளைவு மையத்துக்கு மிடையில் வைக்கப்படும் பொருளொன்றினது விம்பம்
 - (1) நிமிர்ந்ததாயும், மெய்யானதாயும் பெரிதாக்கம் > 1 உடையதாயுமிருக்கும்.
 - (2) தலைகீழானதாயும், மெய்யானதாயும், பெரிதாக்கம் > 1 உடையதாயுமிருக்கும்.
 - (3) நிமிர்ந்ததாயும், மாயமானதாயும், பெரிதாக்கம் < 1 உடையதாயுமிருக்கும்.
 - (4) தலைகீழானதாயும், மாயமானதாயும் பெரிதாக்கம் < 1 உடையதாயுமிருக்கும்
 - (5) தலை கீழானதாயும், மெய்யானதாயும் பெரிதாக்கம் < 1 உடையதாயுமிருக்கும்

3. ஒளியில் மஞ்சள் சோடிய ஒளியின் அலநீளம் $5.0 \times 10^7 \text{m}$ ஆகும், அதனது மீடறன் (வளியில் ஒளியின் வேகம் $3 \times 10^8 \text{m}$)

(1) $1.7 \times 10^{14} \text{ Hz}$	(2) $2.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$
(3) $4.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$	(4) $6.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$
(5) $8.0 \times 10^{14} \text{ Hz}$	

4. A என்பது தளக்குவிவில்லை, B என்பது தளக்குழிவில்லை, C என்பது குவிக்குழிவில்லை D என்பது குழிக்குவிவில்லை இவற்றுள் சமாந்தர ஒளியை ஒருக்குவதற்கு எதனை / எவற்றை பயன்படுத்தலாம்?
 - (1) A யை மாத்திரம்
 - (2) Aயையும் C யையும் மாத்திரம்

- (3) B யையும் C யையும் மாத்திரம்
 (4) B, C, D, ஆகியவற்றை மாத்திரம்
 (5) A, C, D, ஆகியவற்றைமாத்திரம்

5 கூட்டு நுணு க்குக் காட்டியொன்றிலே, பொருளியினது பெரிதாகக் கம் 10 ஐ உண்டாக்குகையில், பார்வைத்துண்டானது பெரிதாகக் கம் 15 ஐ உண்டாக்குகிறது. இந்நு ணு க்குக்காட்டியினால் பிறப்பிக்கப் படும் தேறிய பெரிதாகக் கம்

- (1) $\frac{2}{3}$ (2) 1.5 (3) 5 (4) 25 (5) 150

6. பச்சை நிறத்தைக் கொண்டிராத வெள்ளொளிக் கற்றையொன்று மனிதக் கண்ணு க்குச் சிவப்பாகத் தோன்றுகின்றது மேற் குறிப் பிட்ட ஒளிக்கற்றையை தூய சிவப்பு ஒளிக்கற்றையிலிருந்து வேறுபடுத்தப் பின்வரும் எவ்வாய்கருவிகளைப் பயன்படுத்தலாம்?

- A. குழிவாடியொன்று, B. ஒரு அரியம்,
 C. ஒரு திருசியமானி

- (1) A மாத்திரம் (2.) B மாத்திரம் (3) C மாத்திரம்
 (4) A யும் B யும் மரத்திரம் (5) A யும் C யும் மாத்திரம்

7. சமக்குவிலில்லையொன்று வளைவினாரை 30 cm ஆயும் இவ் வில்லையைத் திரவியத்தின் முறிவுச்சுட்டி 1.5 ஆயுமிருப்பின் வளியில் அதனது குவிய நீளம்

- (1) 7.5 cm (2) 15 cm (3) 30 cm
 (4) 45 cm (5) 60 cm

கட்டுரை வினாக்கள்

(1) இயல்பான செப்பஞ் செய்கையிலுள்ள கூட்டு நுணு க்குக் காட்டியொன்று அச்சில் இருக்காத புள்ளிப் பொருளொன்றைப் பார்ப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படுகிறது. இப் பொருளிலிருந்து கண் வரைக்குமான நுணு க்குக்காட்டிக்கூடான இரு ஒளிக்கிர்களின் பாதை களை வரைக.

நுணு க்குக் காட்டியொன்றினது பெரிதாக்கும் வலுவுக்கு வரை விலக்கணம் கூறி. கூடிய பெரிதாக்கம் வலு தேவைப்படும் போது ஒற்றை வில்லையைப் பயன்படுத்துவதைவிட கூட்டு நுணு க்குக்காட்டி யொன்றையே வழக்கமாகப் பயன்படுத்துவது ஏன் என விளக்குக

கூட்டு நுணு க்குக்காட்டி யொன்றினது தேவைப்படும் முழுப் பெரிதாக்கும் வலு 140 ஆகும். இதன் பொருளி மாத்திரம் கொண்டிருக்கும் பெரிதாக்கும் வலு 12 ஆகும். இறுதி விம்பம் கண்ணிலிருந்து 25 cm இலிருக்குமென கருதி. பார்வைத்துண்டு கொண் டிருக்க வேண்டிய குவிய நீளத்தைக் காண்க. நீர் பயன்படுத்தும் சூத்திரம் எதனையும் தருவிக்க [விடை : $f_e = 2.34$ cm]

பல்தேர்வு வினாக்கள்
ஒகஸ் 1990 விசேட 1991

1. சூரிய கிரகணமொன்று
 - (A) அமாவாசை தினத்தன்று மாத்திரமே நடைபெறும்.
 - (B) புவியினது நிழல் சந்திரனின் ஒரு பகுதியைப் புலப்படாமற் செய்யும் போது மாத்திரமே நடைபெறும்.
 - (C) புவியானது சூரியனுக்கும் சந்திரனுக்கும் இடையிலுள்ள போது மாத்திரமே நடைபெறும்.

மேலுள்ள கூற்றக்களுள்

 - (1) (A) மாத்திரமே உண்மையானது.
 - (2) (B) மாத்திரமே உண்மையானது.
 - (3) (C) மாத்திரமே உண்மையானது.
 - (4) (A) யும் (B) யும் மாத்திரமே உண்மையானவை.
 - (5) (B) யும் (C) யும் மாத்திரமே உண்மையானவை.

2. இரு தள ஆடிகளை அவற்றின் தெறிபரப்புகள் வெளிப்புறத்தே நோக்கியிருக்கும் வகையில் வைப்பதன் மூலம் ஒரு ஆப்பு உருவாக்கப்பட்டுள்ளது. சமாந்தர ஒளிக்கற்றையொன்று இவ்வாப்பின் ஓரத்துக்கு அண்மையில் இரு தெறிபரப்புகளிலும் விழுகின்றது. இவ்வாப்பின் பரப்புகளிலிருந்து தெறித்த இரு கற்றைகளும் ஒன்றுடனொன்று 40° ஐ அமைப்பதாகக் காணப்படுகிறது. இவ்வாடிகளுக்கிடையிலுள்ள கோணம்
 - (1) 80° (2) 60° (3) 40° (4) 20° (5) 10°

3. ஒளிக்கதிர்கள் சம்பந்தப்பட்ட பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக
 - (A) ஒப்பமான பரப்பொன்றை ஒளிக்கதிர்கள் அடிக்கும்போது படுகதிரையும் படுபுள்ளியிலுள்ள பரப்பின் செவ்வணையும் கொண்ட தளமொன்றில், தெறிப்பு. முறிவு ஆகிய இரண்டும் நடைபெறலாம்
 - (B) ஒருங்கும் கதிர்களினால் உருவாக்கப்படும் விம்பங்கள் மெய்யானவையாயிருக்கையில், விரியும் கதிர்களினால் உருவாக்கப்படும் விம்பங்கள் மாயமானவை.
 - (C) ஐதான ஊடகமொன்றின் மீது ஒளிக்கதிரொன்று அவதிக் கோணத்தைவிடக் குறைவான கோணமொன்றில் படும் போது, அது முற்றாகத் தெறிப்படையும்.

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (1) (A) மாத்திரமே உண்மையானது.
- (2) (B) மாத்திரமே உண்மையானது.
- (3) (A) யும் (B) யும் மாத்திரமே உண்மையானவை.
- (4) (A) யும் (C) யும் மாத்திரமே உண்மையானவை.
- (5) (A), (B), (C) ஆகிய எல்லாமே உண்மையானவை.

4 வானவில்லைப் பற்றிச் சொல்லப்பட்ட பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக.

- (A) வானவில்லொன்றைப் பார்ப்பதற்கு நோக்குநர் சூரியனை முந்நோக்கியிருக்க வேண்டும்.
- (B) வானவில்லொன்றின் உருவாக்கலில் ஒளியானது முறிவடைவதுடன் தெறிப்புமடையும்.
- (C) வளியில் நீர்ச் சிறுதுளிகள் இருப்பதன் விளைவாகவே வானவில் உருவாகிறது.

மேலுள்ள கூற்றுக்களில்

- (1) (A) மாத்திரமே உண்மையானது
- (2) (C) மாத்திரமே உண்மையானது.
- (3) (B) யும் (C) யும் மாத்திரமே உண்மையானவை.
- (4) (C) யும் (A) யும் மாத்திரமே உண்மையானவை.
- (5) (A), (B), (C) ஆகிய எல்லாமே உண்மையானவை.

கட்டுரை வினாக்கள்

பகுதி (a) இற்கு அல்லது பகுதி (b) இற்கு விடை தருக.

(a) ஒளி முறிவில் அவதிக் கோணம் என்றால் என்ன என்பதை விளக்குக.

ஊசிகள், வரைதற் கடதாசி, கண்ணாடி அரியம், ஏனைய தேவையான பொருட்கள் ஆகியவை உமக்குத் தரப்பட்டிருப்பின். அவதிக் கோண முறையினால் கண்ணாடியின் முறிவுச்சுட்டிக்குரிய பெறுமானமொன்றை எவ்விதம், நீர் பெறுவீர் என விவரிக்க.

ABC ஒரு செங்கோணக் கண்ணாடி அரியம். கோணம் $B = 90^\circ$ முறிவுச்சுட்டி = 1.52. AB முகத்தின் மீது ஒளிக் கதிரொன்று செவ்வனாகப் படுகின்றது. இவ்வரியமானது நீரில் (முறிவுச்சுட்டி = 1.33)

அமிழ்த்தப்பட்டுள்ளது. இக்கதிரானது முகம் AC யில் முற்றாகத் தெறிப்படையும் வகையிலான கோணம் ACB இனது மிகப் பெரிய பெறுமானத்தைக் காண்க. (விடை : $28^{\circ} 57'$)

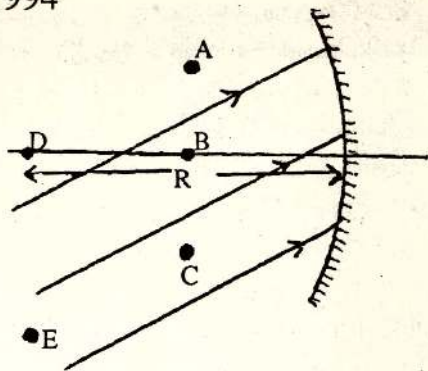
(b) தொலை காட்டி யொன்றினது (i) ஏக பரிமாணப் பெரி தாக்கம் (ii) கோணப் பெரிதாக்கம்' ஆகிய பதங்களின் வரை விலக்கணங்களைத் தருக

10 m, 3m ஆகிய குவிய நீளங்களையுடைய இரு ஒருக்கும் வில்லைகளைக் கொண்டு ஒரு தொலைக்காட்டியை வடிவமைக்கும் படி நீர் கேட்கப்படுகிறார். இத்தொலைக்காட்டியானது, பொருளியிலிருந்து 100m இலுள்ள பொருளொன்றை, அதனது இறுதி விம்பம் பார்வைத்துண்டிலிருந்து 1.0m இல் உருவாகும் வகையில் பார்க்கக் கூடியதாக அமைய வேண்டும்.

- (i) இப்பொருளிலிருந்து கண் வரைக்குமான ஒளிக்கதிர்களின் பாதையைக் காட்டும், இத்தொலை காட்டிக்கூடான, கதிர் வரைபடமொன்றை வரைக.
- (ii) இவ்விரு வில்லைகளுக்கு மிடையிலான வேறாக்கத்தைக் காண்க. (விடை: 11.86m)
- (iii) தொலைக்காட்டியின் ஏக பரிமாணப் பெரிதாக்கத்தையும் கோணப் பெரிதாக்கத்தையும் கணிக்க. (விடை : 0.15, 14.8)

ஓகஸ்ட் 1994

- (1) R வளை வாரை யுடைய குழிவாடி ஒன்றின் மீது உருவில் காட்டப் பட்டுள்ளது போல சமாந்தரக் கதிர்க் கற்றையொன்று படுகிறது. இக்கதிர்கள் பின்வரும் எப்புள்ளிக்கு ஒருங்கும்?



- (1) A (2) B (3) C (4) D
(5) E

படம் 208

- (2) தரப்பட்ட பார்வைத் துண்டு ஒன்றுடன், அதியர் கோணப் பெரி தாக்கத்தை உண்டாக்கக் கூடிய கூட்டு நுணுக்குக்காட்டிப் பொருளி ஆனது

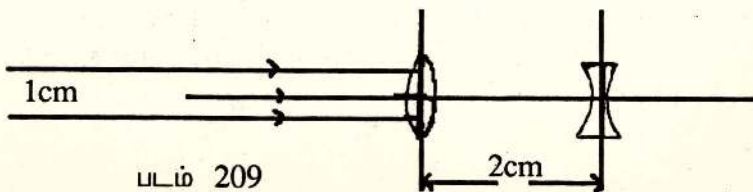
- (1) 20 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவிவில்லையாக இருத்தல் வேண்டும்.
(2) 20 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையாக இருத்தல் வேண்டும்.
(3) 15 cm குவியத்தூரமுடைய குவிலில்லையாக இருத்தல் வேண்டும்.
(4) 10 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லையாக இருத்தல் வேண்டும்.
(5) 10 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையாக இருத்தல் வேண்டும்

- (3) இயல்பான செப்பஞ் செய்கையில் உள்ள வானியற் தொலை காட்டி ஒன்று, 80cm, 40cm, ஆகிய குவியத் தூரங்களையுடைய இருவில்லை களைக் கொண்டுள்ளது. பின்வரும் கூற்றுக்களைக் கருதுக

- (A) பார்வைத் துண்டே, மிகக் குறைந்த வலுவைக் கொண்டது.
(B) இத்தொலைகாட்டியினது கோணப் பெரிதாக்கம் 20 ஆகும்.
(C) வில்லைகளினது வேறாக்கம் 84 cm, ஆகும், -மேலுள்ள கூற்றுகளில்

- (1) A மாத்திரமே உண்மையானது.
(2) B மாத்திரமே உண்மையானது.
(3) A, B ஆகியவை மாத்திரமே உண்மையானவை.
(4) B, C ஆகியவை மாத்திரமே உண்மையானவை.
(5) A, B, C ஆகிய எல்லாமே உண்மையானவை.

(4)

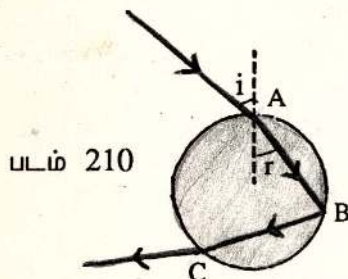


படம் 209

8cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லையொன்று, 6cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லை யொன்றினது இடப்பக்கத்தில் 2 cm தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. 1cm விட்டத்தை யுடைய சமாந்தர ஒரு நிறஒளிக் கற்றை ஒன்று இடப்பக்கத்திலிருந்து காட்டப்பட்டுள்ளது போல இக்குவிவில்லையின் மீது படுகிறது. குழிவில்லையைவிட்டு வெளியேறும் கற்றையானது

- (1) விரிவறு தாயிருக்கும்
- (2) ஒருங்குவதாயிருக்கும்
- (3) 1cm விட்டமுடைய சமாந்தரக்கற்றை ஒன்றாயிருக்கும்
- !4) 1cm ஐ விடக்குறைந்த விட்டத்தையுடைய சமாந்தரக்கற்றை ஒன்றாயிருக்கும்.
- (5) 1cm ஐ விடக் கூடிய விட்டத்தையுடைய சமாந்தரக் கற்றை ஒன்றாயிருக்கும்.

கட்டுரை வினாக்கள்



பகுதி (a) இற்கு அல்லது பகுதி (b) இற்கு விடைதருக.

(a) ஊடகத்துக்கு ஊடகம் ஏன் முறிவுச்சுட்டி மாறு படுகின்றது உருவில் காட்டப்பட்டுள்ள கோள நீர்த்துளி ஒன்றின் பரப்பின் மீது A இல், வளியிலுள்ள ஒரு நிற ஒளிக்கதிரொன்று i படுகோணத்தில் படுகிறது. இக்கதிரானது நீருக்குள்

முறிவுக்கோணம் r உடன் முறிவடைகிறது. துளியின் எதிர்ப்பக்கத்தை B இல் அடையும் இக்கதிர் பகுதியாகத் திரும்பித் தெறிப்படைந்து C இல் வளிக்குள் வெளிப் படுகிறது.

- (i) இவ்வெளிப்படு கோணத்தின் பெறுமானம்யாது?
- (ii) இக்கதிரினது மொத்த விலகலுக்குரிய கோவையொன்றை i, r ஆகியவற்றினடிப்படையில் தருவிக்க.
- (iii) $i = 30^\circ$ ஆயும், இக்கதிரானது 156° கோணம் ஒன்றுக்கூடாக முற்றாக விலகுவதாயும் இருப்பின தரப்பட்ட நிறத்துக்குரிய நீரினது முறிவுச் சுட்டியை காண்க.
- (iv) i இன் சில பெறுமானங்களுக்கு இக் கதிரானது எதிர்ப்பக்கத்தில் முழு அகத் தெறிப்புக்குட்பட முடியுமா? உமது விடைக்கு நியாயம் கூறுக.

விடை [(a) ஊடகத்துக்கு ஊடகம் ஒளியின் வேகம் மாறு கின்றுது.

(i) வெளிப்புற கோணம் = i

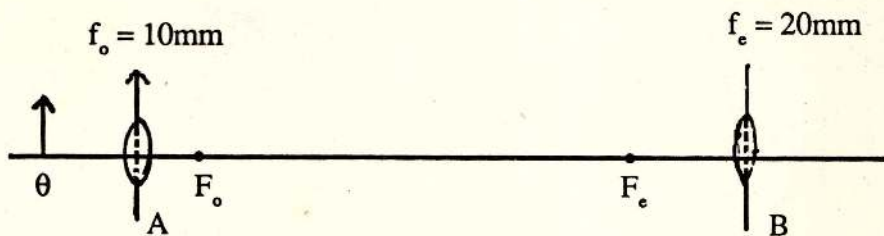
(ii) மொத்தவிலகல் = $2i - 4r + 180^\circ$

(iii) $n = 1.4$

(iv) இல்லை, கதிர் முழுஅகத்தெறிப் படையின் ABO (r) ஆனது அவதிக் கோணம் (C) இலும் பெரிதாகவேண்டும். $r > C$

அப்பொழுது கோணம் OAB உம் C இலும் பெரிதாகவேண்டும் இது i இன் எப்பெறுமானத்தும் முடியாததாகும்]

(b) கூட்டு நுணுக்குக்காட்டி ஒன்றாக ஒழுங்கு செய்யப்பட்டுள்ள இரு குவிவில்லைகளை படம் காட்டுகிறது.



படம் 211

பொருளில்லை, A, இனது குவியத்தூரம் 10mm பார்வைத் துண்டு வில்லையின் குவியத்தூரம் 20 mm, பொருள் வில்லை யிலிருந்து 12 mm தூரத்தில் 0 வைக்கப்பட்டுள்ள பொருளொன்றினது இறுதி விம்பமானது முடிவிலியில் தோற்று மாயின் பொருளின் உச்சியிலிருந்து கண்ணுக்கு நுணுக்குக்காட்டிக்கூடாக, வரும் இருகதிர்களின் பாதைகளை வரைக, இந்நுணுக்குக் காட்டியினது கோணப்பெரிதாகக்கத்தைக் (பெரிதாக்கும்

வலு) கணிக்க. பொருள் தூரத்தை நிலையாக வைத்து நுணுக்குக்காட்டியினது கோணப் பெரிதாக்கம் அதன் உயர்வுப் பெறுமானத்தை அடையும் வரை வில்லைகளின் வேறாக்கம் இப்போது மாற்றப் படுகின்றது. இச் சந்தர்ப்பத்தில் இறுதிவிம்பத்தின் நிலையாது? இப்புதிய வில்லை வேறாக்கத்தையும் நுணுக்குங்காட்டியினது கோணப்பெரிதாக்கத்தையும் கணிக்க. (தெளிவுப் பார்வையின் இழிவுத்தூரம் 25 cm ஆகும்) [விடை கோண உருப்பெருக்கம் = 62.5, இறுதி விம்பம் அண்மைப்புள்ளியில் உண்டாகும், வேறாக்கம் = 78.5 mm, கோணப் பெரிதாக்கம் = 67.5]

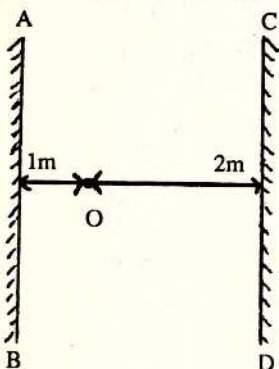
ஓகஸ்ட் 1995

(1) ஒரு குறிப்பிட்ட கமராவினது வில்லையானது 54 mm குவியத்தூரத்தையும், f - எண் 1.8 ஐயும் கொண்டுள்ளது. இவ் வில்லையினது விட்டம்

- (1) $\frac{1.8 \text{ mm}}{54}$ (2) $\frac{1.8 \text{ mm}}{35}$ (3) $\frac{3.5 \text{ mm}}{1.8}$ (4) 30 mm (5) $1.8 \times 54 \text{ mm}$

(2) தள - ஆடி ஒன்றினால் மெய் விம்பம் ஒன்று உருவாக் கப்படுமாயின், பின்வரும் கூற்றுக்களில் எதுசரியானது?

- (1) ஆடியை அடிக்கும் ஒளி சமாந்தரமானது.
 (2) ஆடியை அடிக்கும் ஒளி விரிவடைவதாகும்
 (3) ஆடியை அடிக்கும் ஒளி ஒருங்குகின்றதாகும்
 (4) பொருளானது முடிவிலியில் வைக்கப்பட்டுள்ளது.
 (5) ஆடியை விட்டு விலகும் ஒளி விரிவடைவதாகும்.



O வானது உருவில் காட்டப்பட்டுள்ள வாறு இரு சாமாந்தர தளவாடிகளுக்கிடையே வைக்கப்பட்டுள்ள புள்ளிப்பொருளாகும். ஆடி AB இல் பார்க்கப்படும் ஒன்றுக் கொன்று மிக நெருங்கியதான இரு விம்பங்களுக்கிடையிலுள்ள தூரம்

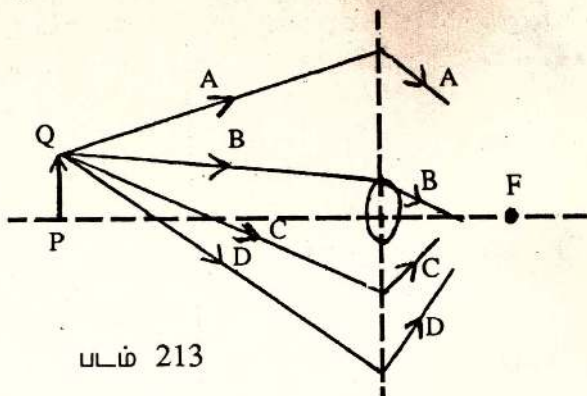
- (1) 1m (2) 2m (3) m
 (4) 4m (5) 5m

(4) ஒரு குறிப்பிட்ட நபருக்கு அவரது கண்களில் விருந்து 0.75 m இற்கும் 1.8m இற்கும் இடையில் பொருட்கள் இருக்கும்பொழுது மாத்திரமே பொருள்களைத் தெளிவாகப்பார்க்கமுடிவாகிறது.

தூரப் பொருட்களைத் தெளிவாகப் பார்க்கப்பதற்கு பின் வரும் வில்லை களுள் எவை இவருக்கு மிகப் பொருத்தமாகும்

- (1) 0.75 m குவியத்தூரக் குழிவுவில்லைகள்
 (2) 0.75 m குவியத்தூரக் குவிவுவில்லைகள்
 (3) 1.8 m குவியத்தூரக் குவிவில்லைகள்
 (4) 1.8 m குவியத்தூரக் குழிவில்லைகள்
 (5) 1.275 m குவியத்தூரக் குழிவுவில்லைகள்

(5) ஒரு பொருள் PQ ஆனது மெல்லிய குவிவில்லைக்கு முன்னிலையில் அமைந்துள்ளது. மாணவன் ஒருவனால் வரையப்பட்ட புள்ளி Q விலிருந்து ஆரம்பிக்கும் நான்கு ஒளிக் கதிர்களை உரு காட்டுகிறது. காட்டப்பட்டுள்ள இக் கதிர்களில் எது / எவை புள்ளி Q வினது விம்பத்துக்கு கூடாகச் செல்லும்?



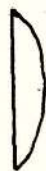
படம் 213

- (1) A மாத்திரம் (2) C மாத்திரம் (3) Aயும் Bயும் மாத்திரம்
(4) A யும் C யும் மாத்திரம் (5) B யும் C யும் மாத்திரம்

(6) பின்வரும் வில்லைகள் ஒரே திரவியத்தினால் செய்யப் பட்டிருப்பதுடன் அவற்றின் ஆரைகள் அளவிடைக்கு ஏற்ப வரையப்பட்டு முள்ளன. இவற்றுள் எந்த ஒன்று மிகக் குறைந்த குவியத்தூரத்தைக் கொண்டுள்ளது.



(1)



(2)



(3)



(4)



(5)

படம் 214

ஓகஸ்ட் 1996

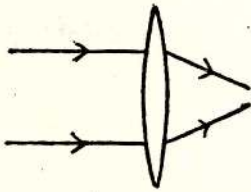
(1) பின்வரும் நிறங்களில், கண்ணாடி அரியம் ஒன்றின் விளைவான விலகற்கோணம் அதிகயர் வாயிருப்பது

- (1) ஊதாவிற்கு (2) சிவப்புக்கு (3) நீலத்துக்கு (4) பச்சைக்கு
(5) மஞ்சளிற்கு.

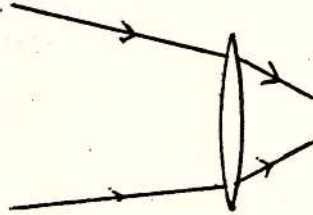
(2) மனிதக் கண்ணிலே, பொருளொன்றினது விம்பத்தின் நிலையை விழித்திரையின் மீது தோன்றச் செய்வதற்கு மாற்றப்பட வேண்டியது

- (1) கண்மணியினது விட்டம்
(2) வில்லையினது நிலை
(3) வில்லையினது குவியத்தூரம்
(4) விழிவெண்படலத் தினது வடிவம்
(5) கண்விழியினது விட்டம்.

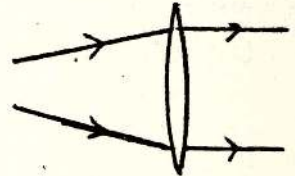
(3) பின்வரும் கதிர் வரிப்படங்களில் எந்த ஒன்று பிழையானது?



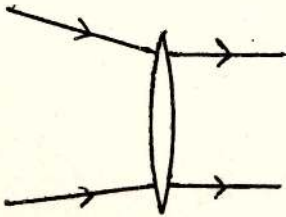
(1)



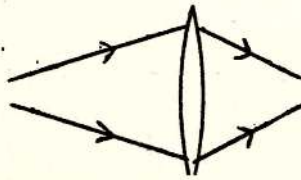
(2)



(3)

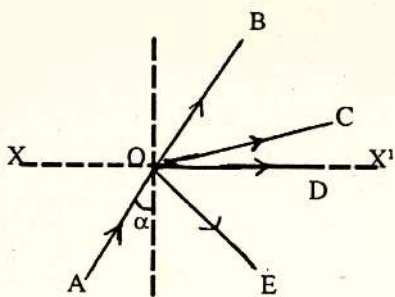


(4)



(5)

படம் 215



படம் 216

கண்ணாடி ஊடகம் ஒன்றிலே நகரும் ஒரு சிவப்பு ஒளிக்கதிர் AO ஆனது கண்ணாடி - வளி இடைமுகம் XX' இன் மீது படுகோணம் α இல், உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது போலப் படுகிறது. இங்கு α ஆனது மஞ்சள் ஒளிக்குரிய கண்ணாடி - வளி இடைமுக

அவதிக் கோணமாகும். இதனைத் தொடர்ந்து சிவப்புக் கதிர் செல்லும் சாத்தியமான பாதை/பாதைகள்

- (1) OE மாத்திரம் ஆகும் (2) OD மாத்திரம் ஆகும்.
 (3) OB மாத்திரம் ஆகும் (4) OD யும் OE யும் ஆகும்
 (5) OC யும் OE யும் ஆகும்.

(5) முறிவுச்சுட்டி n_1 ஐ உடைய ஊடகம் ஒன்றினூடாக நகரும் ஒளிக்கதிரொன்று v_1 கதிரையும் λ_1 அலை நீளத்தை யும் கொண்டுள்ளது. பின்னர், இக் கதிரானது n_2 முறிவுச்சுட்டியையுடைய இரண்டாவது ஊடகத்தினுள் நுழையுமாயின் பின்வருவனவற்றுள் எது இரண்டாவது ஊடகத்தில் இக் கதிரின் கதிரையும் அலை நீளத்தையும் சரியாகத் தருகிறது?

- (1) கதி அலைநீளம்

$$\frac{n_2 v_1}{n_1}, \quad \lambda_1$$

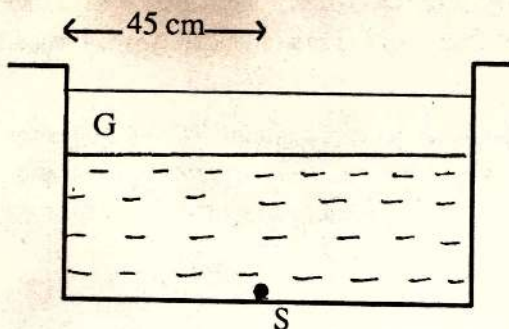
$$(2) \frac{n_1 v_1}{n_2}, \quad \lambda_1$$

$$(3) \frac{n_1 v_1}{n_2}, \quad \frac{n_1}{n_2} \lambda_1$$

$$(4) \frac{n_2}{n_1} v_1, \quad \frac{n_2}{n_1} \lambda_1$$

$$(5) \frac{n_2}{n_1} v_1, \quad \frac{n_1}{n_2} \lambda_1$$

(a) கட்டுரை வினாக்கள்



படம் 217

இக்குளத்தின் அடியில் ஒளிப் புள்ளி முதல் (S) ஒன்று காட்டப்பட்டுள்ளது போல அமைந்துள்ளது இக்குளத்திலுள்ள நீரின் ஆழம் 30cm ஆகும். நீரின் முறிவுச் சுட்டி = $\frac{4}{3}$

- (i) ஒரு மனிதன், மேலிருந்து இக்குளத்தைப்பார்க்கும் போது வட்டவடிவ ஒளிப்பொட்டைக் காண்கிறான். எவ்விதம் இவ்வட்ட ஒளிப்பொட்டு உருவாகிறது எனச் சுருக்கமாக விளக்குக.
- (ii) நியமமுறிவு விதிகளையும், கேத்திர கனிதத்தையும் மாத்திரம் பாவித்து கண்ணாடித்தட்டத்தின் மீது காணப்படும் வட்ட ஒளிப் பொட்டினது ஆரையைக் கணிக்க, (விடை : 37.6 cm)
- (iii) இக்கண்ணாடித்தட்டத்தின் மீது இன்னு மொரு நீர்ப் படை வைக்கப்படும்போது இவ்வட்ட ஒளிப்பொட்டினது விட்டத்துக்கு என்ன நடக்கும்? உமது விடையைச் சுருக்கமாக விளக்குக.
- (iv) இக்குளத்தினது ஆரை 45cm ஆயின் (iii) இலே முழு மேற்பரப்பையும் ஒளிப்பொட்டு மூடுவதை நிச்சயப் படுத்தத் தேவையான நீர்ப்படையினது இழிவுத்தடிப் பைக்கணிக்க (விடை : 6.5 cm)

(b) இரு கண்களையும் கொண்டு ஒரு பொருளைப் பார்வை யிடுவதன் பிரதான நயத்தைக் கூறுக நீள்பார்வையுடைய குறிப்பிட்ட நபர் ஒருவரி னால் அவரின் கண் களிலிருந்து 275 cm இற்குக் கிட்டிய பொரு ட்களைத் தெளிவாகப்பார்க்க முடியாதிருக்கிறது.

4 cm தடிப்பும் $\frac{3}{2}$ முறி வுச் சுட்டியுடையதுமான தடிப்ப மான கண்ணாடி த்தட்டு (G) ஒன்றினால் மூடப்பட்டுள்ள ஆழம் குறைந்த வட்டவடிவக் குளம் ஒன்றினது நிலை க்குத்துக் குறுக்கு வெட்டை உரு காட்டு கிறது. இக்குளமானது கண்ணாடித் தட்டத்தின் கீழ்ப்பரப்பு வரை நீரைக் கொண்டுள்ளது.

- (i) எவ்வகைவில்லை மூக்குக்கண்ணாடி இந்நபரின் கண் களிலிருந்து 25cm இல் அமைந்துள்ள பொருட்களைத் தெளிவாகக் காணச் செய்யும் (குவியத்துக்குக் கொணரும்)? இவ் குவில்லைகளின் வியத்தூரத்தைக் காண்க. (விடை : 27.5 cm)
- (ii) இந்நபரின் கண்ணிலே கண்வில்லைக்கும் விழித்திரைக்கு மிடையிலுள்ள தூரம் 2.5 cm ஆயிள் (i) இல்குறிப் பிடப்பட்ட பொருளை இம்மூக்குக் கண்ணாடியை அணிந்து கொண்டு பார்க்கும் போது கண்வில்லையினுடைய குவியத்தூரம்யாது? (விடை : 2.48cm)
- (iii) பின்னர் இந்நபர் தனது கண்வில்லைகளை அகற்றி விட்டு அவற்றைச் செயற்கை வில்லைகளினால் ஈடு செய்யத் தீர்மானிக்கிறார் தூரப்பொருள் களின் முறைமைப் பார்வைக்குப் பொருத்தப்படும் செயற்கை வில்லைகளினது குவியத்தூரம்யாது? (விடை: 2.56 cm)
- (iv) மேற் கூறப்பட்ட கண்வில்லைப்பொருத்துதலின் பின்பும் வழக்கமான வாசிப்புக்கு இந்நபர் மூக்குக் கண்ணாடி அணிய வேண்டுமா? உமதுவிடையை விளக்குக.
- (v) மேலுள்ள பகுதி (iv) இற்குரிய விடை 'ஆம்' எனின் 30cm வாசிப்புத் தூரம் ஒன்றுக்கு எவ்வகை மூக்குக் கண்ணாடி வில்லையை இந்நபர் அணியவேண்டியிருக்கும்? இவ் வில்லைகளினது குவியத்தூரங்களைக்காண்க. (விடை : குவிலில்லை , 30 cm)

(1) குவிவில்லையொன்றினது குவியத்தூரம் 5cm ஆகும் இவ் வில்லையினது தையொத்தர்களிலான வலுவினது பருமன்

- (1) 0.025 (2) 0.2 (3) 5 (4) 10 (5) 20

(2) கண்ணொன்று அண்மைப்புள்ளியை 1m இல் கொண்டுள்ளது. இதனை 25 cm இற்கு மாற்றுவதற்கு தேவையானது

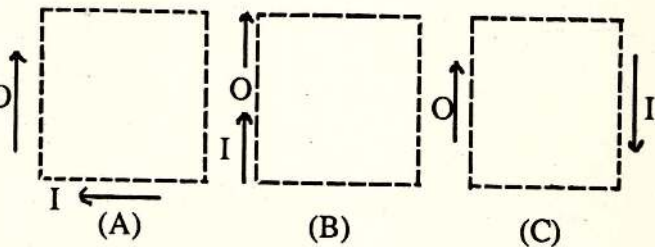
- (1) 25 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லை
 (2) 25 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லை
 (3) 33.3 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லை
 (4) 33.3 cm குவியத்தூரமுடைய குழிவில்லை
 (5) 40 cm குவியத்தூரமுடைய குவிவில்லை

(3) 5cm குவியத்தூரமுடைய ஒருக்கு வில்லையொன் றானது பெரிதாக்கும் வில்லையாகப் பாவிக்கப்படுகிறது. கண்ணினது அண்மைப்புள்ளி 25cm இல் அமையுமாயின், அடையக்கூடிய உயர் பெரிதாக்கும் வலு

- (1) 4 (2) 5 (3) 6 (4) 8 (5) 10

(4) காட்டப்பட்டுள்ள உருக்களில் ஒரு பொருள் O வினது விம்பத்தை I வகை குறிக்கிறது.

உருக்களிலே காட்டப் பட்ட சந்தர்ப்பங்களிலே எவற்றில்பெட்டியினுள் சம இருபக்க செங்கோண அரிய மொன்றவைப்பதன் மூலம் காட்டப் பட்ட வகையில் விம்பங்களைப் பெறமுடியும்

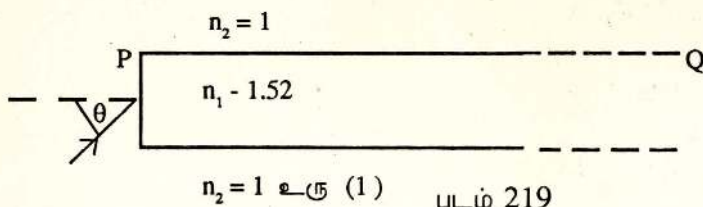


படம் 218

- (1) (B) இல் மாத்திரம்
 (2) (A), (C) ஆகியவற்றில் மாத்திரம்
 (3) (B), (C) ஆகியவற்றில்மாத்திரம்
 (4) (A), (B) ஆகியவற்றில் மாத்திரம்
 (5) (A), (B), (C), ஆகிய எல்லாவற்றிலும்.

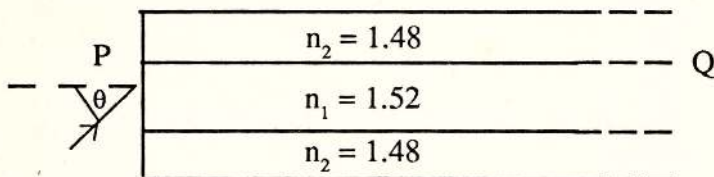
கட்டுரை வினாக்கள்

ஒளிக் கதிரொன்று முழுவத் தெறிப்பு அடைவதற்கு திருப்திப் படுத்த வேண்டிய தேவையான நிபந்தனைகளைக் கூறுக.



(i) உரு (1) இல் காட்டப்பட்டவாறு, வளியிலே நகரும் ஒருநிற ஒளிக் கதிரொன்று, முறிவுச் சுட்டி $n_1 = 1.52$ ஐ யுடைய பிளாத்திக்குத் திரவியம் ஒன்றினால் செய்யப்பட்ட நீண்ட உருளை இழை ஒன்றினுள் நுழைகின்றது.

பிளாத்திக்கு - வளி இடைமுகத்துக்குரிய அவதிக் கோணத்தைக் கணிக்க. பின்னர், எப்படுகோணம் θ வக்கும் இக்கதிரானது PQ பரப்பிலே முழு அகத் தெறிப்பு அடையு மெனக் காட்டுக. $\theta = 0$ சந்தர்ப்பத்தைப் புறக்கணிக்க. [விடை : $\theta = 41^\circ 6' (\pm 3')$]



உரு (2) படம் 220

(ii) இப்போது மேற்குறிப்பிட்ட இவ்விழையானது, உரு (2) இல் காட்டப்பட்டவாறு முறிவுச்சுட்டி $n_2 = 1.48$ ஐயுடைய வேறு ஓர பிளாத்திக்குத் திரவியம் ஒன்றினால் முற்றாகச் சூழப்பட்டுள்ளது. இடை முகம் PQ விலே முழு அகத்தெறிப்பு அடையக்கூடிய கதிர் ஒன்றுக்குரிய கோணம் θ வினது உயர்பெறுமானத்தைக் கணிக்க. [விடை: $20^\circ 18' (\pm 3')$]

(iii) $\theta = 80^\circ$ இல் படும் கதிரானது வளியினுள் வெளிப்படாதெனக்காட்டுக

பல் தேர்வு வினாக்களின் விடைகள்
ஒளியியல்

அல : 3.7

(1) iv (2) i (3) ii (4) v (5) iv (6) iii
(7) i (8) ii (9) i (10) v (11) ii

அல : 3.8

(1) iii (2) ii (3) i (4) iv (5) iv (6) v
(7) v (8) i (9) v (10) iii (11) i

அல : 3.9

(1) iv (2) ii (3) v (4) i (5) iv (6) iii
(7) ii (8) ii (9) i

அல : 3.9.1

(1) ii (2) v (3) ii (4) i (5) ii (6) ii
(7) iii (8) iii

அல : 3.9.2

(1) v (2) v (3) D, C, B, E, A (4) ii (5) iii
(6) i (7) ii (8) iii (9) iv

அல : 3.9.3

(1) ii (2) iii (3) iv (4) v (5) iv (6) i
(7) ii

அல : 3.9.4

(1) iii (2) ii (3) i (4) iv (5) ii (6) v
(7) i (8) iv (9) iv

பல் தேர்வு வினாக்களின் விடைகள்
ஒளியியல்

- (1). ஓகஸ்ட் 1993
(1) 3 (2) 3 (3) 1 (4) 1 (5) 3 (6) 3
(7) 1
- (2). ஓகஸ்ட் 1992
(1) 1 (2) 3 (3) 4 (4) 2 (5) 2 (6) 1
- (3). ஓகஸ்ட் 1991 (விசேட 1992)
(1) 5 (2) 5 (3) 3 (4) 1 (5) 3 (6) 4
(7) 4
- (4). ஓகஸ்ட் 1991
(1) 2 (2) 2 (3) 4 (4) 5 (5) 5 (6) 2
(7) 3
- (5). ஓகஸ்ட் 1990
(1) 1 (2) 4 (3) 3 (4) 3
- (6). ஓகஸ்ட் 1994
(1) 1 (2) 2 அல்லது 5 (3) 4 (4) 4
- (7). ஓகஸ்ட் 1995
(1) 4 (2) 3 (3) 2 (4) 4 (5) 4 (6) 1
- (8). ஓகஸ்ட் 1996
(1) 1 (2) 3 (3) 4 (4) 5 (5) 3
- (9). ஓகஸ்ட் 1997
(1) 5 (2) 3 (3) 3 (4) 2

உதாரணங்கள்

1. ஒரு வானியல் தொலைகாட்டியின் பொருள்வில்லையினதும் பார்வைத்துண்டினதும் குவியத்தூரங்கள் முறையே 60 cm உம், 6 cm உமாகும். கருவியின் உருப்பெருக்கவலு என்ன? கண் பார்வைத்துண்டுக் கருகில் இருப்பதெனவும் கண்ணின் கண்மணியின் விட்டம் 3mm எனவும் கொண்டு பொருள்வில்லையில் விழும் ஒளி முழுவதும் கண்ணின் கண்மணியை நிரப்புமாயின் பொருள்வில்லையின் விட்டத்தைக் காண்க.

தொலைகாட்டி இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் இருக்கிறதெனக் கொள்ளின் இறுதிவிம்பம் முடிவிலியில் இருக்கிறதாகும். அப்படியாயின் கருவியின் உருப்பெருக்கவலு

$$M \left[\frac{fo}{fe} \right] = \frac{60}{6} = 10$$

பொருள்வில்லையில் படும் ஒளி முழுவதும் கண்மணிக்கூடாகச் செல்வதால் கண்மணி கண்வளையத்தில் இருக்கிறதாகும். ஆனால் கண்வளையம், பார்வைத்துண்டு ஏற்படுத்தும் பொருள் வில்லையின் விம்பம் இச் சந்தர்ப்பத்தில் பார்வைத் துண்டிலிருந்து பொருள் வில்லையின் தூரம் = 60 + 6 = 66 cm.

எனவே பார்வைத்துண்டுக்கு

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} = \text{இல்}$$

$$u = +66 \text{ cm}$$

$$f = -6 \text{ cm}$$

$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{66} = \frac{-1}{6}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-1}{6} + \frac{1}{66} = \frac{-10}{66} = \frac{-1}{6.6}$$

$$v = -6.6 \text{ cm}$$

$$\text{பொருள்வில்லையின் உருப்பெருக்கம்} = \frac{|6.6|}{|66|} = \frac{1}{10}$$

$$\therefore \frac{\text{கண்வளையத்தின் விட்டம்}}{\text{பொருள்வில்லையின் விட்டம்}} = \frac{3 \text{ mm}}{\text{பொ. வி இன் விட்டம்}} = \frac{1}{10}$$

$$\therefore \text{பொருள்வில்லையின் விட்டம்} = 30 \text{ mm}$$

2. ஒரு வானியல் தொலைகாட்டியின் பொருள் வில்லையினதும் பார்வைத்துண்டினதும் குவியத்தூரங்கள் முறையே 100 cm. உம், 10 cm உமாகும் பொருள் வில்லையிலிருந்து 5m தூரத்தில் இருக்கும் பொருளொன்றினது இறுதிவிம்பம் பார்வைத்துண்டி லிருந்து 1 m தூரத்தில் உண்டாக்கத்தக்கவாறு இரு வில்லைகளும் சரிசெய்யப்பட்டுள்ளன. கருவியின் உருப்பெருக்கவலு. வில்லைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம், நேர்கோட்டுருப்பெருக்கம் ஆகியவற்றைக் காண்க.

முதல் பொருள்வில்லையைக் கருத்திற் கொள்க.

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} = \text{இல்}$$

$$u = +500 \text{ cm}$$

$$f = -100 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{500} = \frac{-1}{100}$$

$$\frac{1}{v} = \frac{-1}{100} + \frac{1}{500} = \frac{-5+1}{500} = \frac{-4}{500}$$

$$\therefore v = -125 \text{ cm}$$

இம்முதல் மெய்விம்பம் பொருள்வில்லையிலிருந்து 125 சமீ. தூரத்தில் உள்ளது. பொருளின் உயரம் h எனவும் இவ்விம்பத்தின் உயரம் h_1 எனவும் கொள்ளின்.

$$\frac{h_1}{h} = \left| \frac{125}{500} \right| = \frac{1}{4}$$

$$\therefore h_1 = \frac{h}{4}$$

இனி பார்வைத்துண்டுக்கு

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f} \quad \text{இல்}$$

$$v = 100 \text{ cm}$$

$$f = -10 \text{ cm}$$

$$\therefore +\frac{1}{100} - \frac{1}{u} = \frac{-1}{10}$$

$$\therefore \frac{1}{u} = +\frac{1}{100} + \frac{1}{10} = \frac{1+10}{100}$$

$$= \frac{11}{100}$$

$$\therefore u = \frac{100}{11} = 9\frac{1}{11} \text{ cm}$$

இறுதி விம்பத்தின் உயரம் h_2 எனின்

$$\frac{h_2}{h_1} = \frac{100}{100} \times 11 = 11$$

$$\therefore h_2 = 11 h_1 = \frac{11 h}{4}$$

கண்ணுக்கும் பொருளுக்கும் இடைத்தூரதம்

$$= 500 + 125 + 9\frac{1}{11}$$

$$= 634 \text{ cm. அண்ணளவாக}$$

ஆனால் $M = \frac{\text{இறுதிவிம்பம் கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணம்}}{\text{பொருள் கண்ணில் எதிரமைக்கும் கோணம்}} = \frac{\beta}{\alpha}$

$$M = \frac{h_2 / 100}{h / 634} = \frac{11h / 400}{h / 634}$$

$$= \frac{11 \times 634}{400} = \frac{6974}{400} = 17.4$$

$M = 17.4$ அண்ணளவாக

வில்லைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரம் $= 125 + 9\frac{1}{11} = 134\frac{1}{11} \text{ cm}$
இறுதிவிம்பத்தின் நேர்கோட்டுருப் பெருக்கம்.

$$h_2 / h = \frac{\frac{11}{4} h}{h} = 2.75$$

தேர்வு வினாக்கள்

1, இயல்பான செம்மைச் செய்சையில் ஒரு கூட்டுநுணுக்குக்காட்டி பாவிக்கப்படும்பொழுது அது.

- (i) ஒரு தலைகீழான மெய்விம்பத்தை முடிவிலியில் தோற்று விக்கும்
- (ii) ஒரு தலைகீழான மாயவிம்பத்தை முடிவிலியில் தோற்று விக்கும்
- (iii) ஒரு தலைகீழான மாயவிம்பத்தை தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூதத்தில் தோற்றுவிக்கும்.

(iv) ஒரு நிமிர்ந்த மாயவிம்பத்தை தெளிவுப்பார்வை இழிவுத் தூரத்தில் தோற்றுவிக்கும்.

(v) ஒரு நிமிர்ந்த மாயவிம்பத்தை முடிவிலியில் தோற்றுவிக்கும்

2, ஒரு கூட்டுநுணுக்குக் காட்டியின் பொருள்வில்லையினதும் பார்வைத் துண்டினதும் குவியத் தூரங்கள் முறையே 4 cm உம் 10 cm உமாயின், பொருள்வில்லையிலிருந்து 5 cm தூரத்திலிருக்கும் ஒரு பொருளின் இறுதிவிம்பம் முடிவிலியில் தோற்றின், அவ்விரு வில்லைகளுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம், cm இல்

(i) 28 (ii) 30 (iii) 6 (iv) 7

3, 10 cm குவியத்தூரமுடைய ஒரு குவிவில்லை எளிய நுணுக்குக் காட்டியாக உபயோகிக்கப்படும்பொழுது விம்பம் முடிவிலியில் தோற்றின் அதன் உருப்பெருக்கவலு

(i) 2.5 (ii) 10 (iii) 5 (iv) 3.5 (v) 0.25

4, மேற் கேள்வியில் விம்பம் அண்மைப்புள்ளியில் தோற்றின் கருவியின் உருப்பெருக்கவலு

(i) 2.5 (ii) 10 (iii) 5 (iv) 3.5 (v) 0.25

5, ஒரு கூட்டு நுணுக்குக் காட்டி அமைப்பதற்கு பின்வரம் குவிவில்லைச் சோடிகளுள் சிறந்தது.

பொருள்வில்லை		பார்வைத்துண்டு	
விட்டம் குவியத்தூரம்		விட்டம் குவியத்தூரம்	
(i) 6 cm	3 cm	4 cm	5 cm
(ii) 3 cm	5 cm	6 cm	8 cm
(iii) 10 cm	10 cm	10 cm	10 cm
(iv) 15 cm	25 cm	12 cm	20 cm
(v) 8 cm	15 cm	4 cm	12 cm

6, ஒரு கூட்டிநுணுக்குக் காட்டியில் பொருள்வில்லை ஆனது 5 cm குவியத்தூரமுடைய பார்வைத் துண்டிலிருந்து 20 cm தூரத்தில் இருப்பின் இறுதி விம்பத்தைப் பார்ப்பதற்குக் கண் இருக்க வேண்டிய சிறந்த இடம் பார்வைத்துண்டிலிருந்து, cm இல்

(i) 12.5 (ii) 20 (iii) 4 (iv) $\frac{3}{20}$ (v) $\frac{20}{3}$

- 7, ஆய்வுகூடத்தில் வானியல் தொலைகாட்டி அமைப்பதற்குகந்த சிறந்த குவிவில்லைச்சோடி

பொருள்வில்லை விட்டம் குவியத்தூம்	
(i) 6.5 cm	60 cm
(ii) 6.5 cm	30 cm
(iii) 3.5 cm	60 cm
(iv) 6.5 cm	3 cm
(v) 3.5 cm	3 cm

பார்வைத்துண்டு விட்டம் குவியத்தூரம்	
3.5 cm	10 cm
3.5 cm	40 cm
6.5 cm	10cm
3.5 cm	5 cm
5 cm	5 cm

- 8, ஒரு வானியல் தொலைகாட்டியின் பொருள் வில்லையினதும் பார்வைத்துண்டினதும் குவியத்தூரங்கள் 50cm உம் 5cm உமாகும். இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் இது உபயோகிக்கப்படும்பொழுது வில்லைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரமும் கருவியின் உருப்பெருக்கவலுவும்

(i) 25 cm உம்	0.01 உம்
(ii) 250 cm உம்	10 உம்
(iii) 45 cm உம்	10 உம்
(iv) 55 cm உம்	10 உம்
(v) 60 cm உம்	0.1 உம்

- 9, புவியிலுள்ள தூரப்பொருள்களைப் பார்ப்பதற்குச் சிறந்தது.

(i) வானியல் தொலைகாட்டி ஏனெனில் உயர்ந்த உருப்பெருக்க வலுவுடையது

(ii) புவித் தொலைகாட்டி ஏனெனில் நிமிர்ந்த விம்பத்தை உண்டாக்குகின்றது

(iii) கலிலியோவின் தொலைகாட்டி ஏனெனில் நிமிர்ந்த விம்பத்தை உண்டாக்குகின்றது.

(iv) அரியத்திருவிழிக்கருவி ஏனெனில் நிமிர்ந்த விம்பத்தையும் பெருத்த பார்வைப்புலத்தையும் உண்டாக்குகின்றது.

(v) எளியநுணுக்குக்காட்டி ஏனெனில் துலக்கமான விம்பத்தை ஏற்படுத்துகின்றது.

வினாக்கள்

- 1, “ பார்வைக்கோணம்” “இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் ஒரு நுணுக்குக்காட்டியின் உருப்பெருக்கவலு” இவற்றை வரையறுக்க.
ஒரு நுணுக்குக்காட்டியின் இரு வில்லைகளும் குவிவில்லைகளாகும். பொருள்வில்லையின் குவியத்தூரம் 2cm பார்வைத்துண்டினது 4cm ஒரு பொருள். பொருள் வில்லைக்கு முன்னால் 3 cm. தூரத்தில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இறுதி விம்பம் கண்ணிலிருந்து 25 cm. தூரத்தில் உண்டாகின்றது. வில்லைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்தையும், கருவியின் உருப்பெருக்க வலுவையும் காண்க. (விடை; 9.4 cm : 14.5)
- 2, 4cm குவியத்தூரமுடைய ஒரு குவிவில்லை கண்ணுக்கு அருகில் இருக்கின்றது. ஒரு நிமிர்ந்த விம்பம் (i) முடிவிலியில் (ii) கண்ணிலிருந்து 25 cm, தூரத்தில் உண்டாகின்றது. உருப்பெருக்க வலு வைக்கணிக்க. (விடை: $6\frac{1}{4}$, $7\frac{1}{4}$)
- 3, ஒரு கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியில் பொருளொன்றின் ஒரு புள்ளியிலிருந்து 3 கதிர்கள் கண்ணை அடைவதைக் காட்டும் பாதையை வரைக.
ஒரு கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியின் பொருள்வில்லையினதும், பார்வைத் துண்டினதும் குவியத் தூரங்கள் முறையே 2cm, 5 cm ஆகும். பொருள்வில்லைக்கு முன்னால் 2.2 cm: தூரத்தில் ஒரு பொருள் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பார்வைத்துண்டிலிருந்து இறுதி விம்பம் 25 cm தூரத்தில் இருப்பதற்கு பார்வைத்துண்டு எங்கிருந்தல் வேண்டும்? மொத்த நேர்கோட்டுருப்பெருக்கம் என்ன? (விடை: பொருள்வில்லையிலிருந்து $26\frac{1}{6}$ cm, 60)
- 4, ஒரு கூட்டுநுணுக்குக்காட்டியில் பொருளும் இறுதி விம்பமும் பொருந்தும்பொழுது பொருளானது பொருள்வில்லையிலிருந்து 4 cm தூரத்திலும் இறுதிவிம்பம் தெளிவுப்பார்வை இழிவுத்தூரத்திலும் இருக்கின்றன. கருவியின் உருப்பெருக்கவலு 14 எனக்கொண்டு பொருள்வில்லையினதும் பார்வைத்துண்டினதும் குவியத்தூரங்களைக் காண்க (விடை: 3.14cm, 8.75 cm)
- 5, இயல்பான செம்மைச் செய்கையிலுள்ள வானியல் தொலைகாட்டியின் உருப்பெருக்கவலுவை வரையறுக்க.
ஒரு வானியல் தொலைகாட்டி 30cm. 5 cm. குவியத்தூரங்களுடைய குவிவில்லைகளைக் கொண்டுள்ளது. (i) முடிவிலியில் (ii) கண்ணிலிருந்து 25 cm. இல் இறுதி விம்பம் உண்டாகும் பொழுது உருப்பெருக்க வலுவைக் காண்க.

6, இயல்பான செம்மைச் செய்கையிலுள்ள வானியல் தொலைகாட்டியின் உருப்பெருக்கவலுவை வரையறுக்க.

ஒரு வானியல் தொலைகாட்டி 30 cm, 5 cm. குவியத்தூரங்களுடைய குவிவில்லைகளைக் கொண்டுள்ளது. (i) முடிவிலியில் (ii) கண்ணிலிருந்து 25 cm இல் இறுதி விம்பம் உண்டாகும் பொழுது உருப்பெருக்க வலுவைக் காண்க.
[விடை: 6, 7.2]

7, இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் ஒரு வானியல் தொலைகாட்டியின் உருப்பெருக்கவலு 40. பொருள்வில்லையின் குவியத்தூரம் 100 cm ஆயின், பார்வைத்துண்டின் குவியத்தூரத்தையும் வில்லைகளுக்கிடையேயுள்ள தூரத்தையும் காண்க. இறுதி விம்பம் கண்ணிலிருந்து 25 cm தூரத்தில் உண்டாக்முக்கமாக பார்வைத்துண்டு நகர்த்தப்படின், கருவியின் உருப்பெருக்கவலு என்ன? [விடை: 2.5, 102.5 cm, 44]

8, ஒரு வானியல் தொலைக்காட்டியில் கண்வளையம் எங்கிருக்கின்றது. இயல்பான செம்மைச் செய்கையில் இக் கருவியின் உருப் பெருக்க வலு பொருள்வில்லையின் விட்டத்தினதும், கண்வளையத்தின் விட்டத்தினதும் விகிதத்தால் தரப்படும் என நிறுவுக.

பல்தேர்வு வினாக்கள்
ஒகஸ்ட் 1993

1 சிறிய தளவாடியொன்றுக்கு முன்னிலையில் காட்டப்பட்டுள்ளது போல், ஓர் ஊசி P வைக்கப்பட்டுள்ளது.



A

B C

D

P

பயினது விம்பத்தை இவ்வாடியில் காணக்கூடியதாயிருக்கும் கண்ணை

- (1) (A) யில் மாத்திரம் வைக்கும் போது
- (2) (B) யில் மாத்திரம் வைக்கும் போது
- (3) (A) க்கும் (B) க்குமிடையிலுள்ள எப்புள்ளியிலும் வைக்கும் போது
- (4) (B) க்கும் (C) க்குமிடையிலுள்ள எப்புள்ளியிலும் வைக்கும் போது
- (5) (A) க்கும் (D) க்குமிடையிலுள்ள எப்புள்ளியிலும் வைக்கும் போது

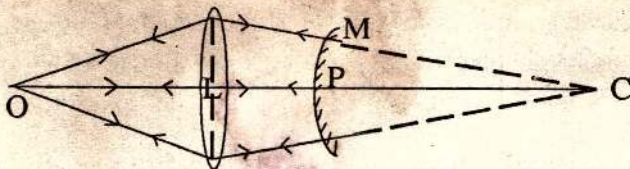
2. கமராவொன்றினது வில்லையானது, 45 mm குவியநீளத்தையும் 30 mm விட்டத்தையும் கொண்டுள்ளது. அதனது f- எண்;

- (1) 0.33
- (2) 0.67
- (3) 1.33
- (4) 1.5
- (5) 2.25

3. 12cm வளைவினாரையையுடைய குழிவாடியொன்றிலிருந்து 15 cm இலும் அச்சின்மீதும் பொருளொன்று இடங் காணப்படுகிறது. அதன் விம்பம்

- (1) மெய்யானது, தலைகீழானது; பெரிதாக்கம் < 1
- (2) மெய்யானது, நிமிர்ந்தது; பெரிதாக்கம் > 1
- (3) மாயமானது, நிமிர்த்தது, பெரிதாக்கம் > 1
- (4) மாயமானது, தலைகீழானது; பெரிதாக்கம் < 1
- (5) மெய்யானது, நிமிர்ந்தது, பெரிதாக்கம் < 1

4. குவிவாடியொன்றினது குவியநீளத்தை அளவிடுவதற்குரிய பரிசோதனை அமைப்பு ஒன்றை வரிப்படம் காட்டுகிறது. இங்கு O ஆனது ஒளிர்ந்த குறுக்குக் கம்பி ஒன்றாகும்.



OL = a. LP = b, LC = d

இவ்வாடியினது குவிய நீளம்

- (1) $\frac{d-b}{2}$ (2) d-b (3) $\frac{d}{2}$ (4) d (5) b-a

5. ஒருவரது முகத்தை பக்க நேர்மாற்றலின்றிய தனி ஒற்றை விம்பமாகப் பார்ப்பதற்கு ஏற்றவகையில், இரு தளவாடிகள் ஒன்றையொன்று ஓர் ஓரத்தின் வழியே தொட்டுக் கொண்டிருப்பதுடன் அவை சாய்ந்திருக்க வேண்டிய கோணம் என்னவாயிருக்கும்?

- (1) 30° (2) 60° (3) 90° (4) 120° (5) 150°

6. ஊசித்துளைக் கமராவொன்றிலிருந்து 7.5 m தூரத்தில் 1.5 m உயரப் பிள்ளையொன்று நிற்கிறது. திரையினது, ஊசித்துளையிலிருந்தான தூரம் 0.20 m ஆகும் இத்திரையின் மீது உருவாக்கப்படும், பிள்ளையின் விம்பத்தினது உயரம்

- (1) 0.01m (2) 0.02 m (3) 0.04m (4) 0.08m (5) 0.4 m

7. ABC என்பது ஓர் அரியம் இதன் கோணம் $A = 40^\circ$. ஓர் ஒளிக்கதிர் முகம் AB இல் செவ்வனாகப் படுகிறது இக்கதிர் AC இற் கூடாக அதனை மருவியவாறு வெளியேறுகிறது இவ்வரியத்தினது முறிவுச்சுட்டி.

- (1) $\frac{1}{\text{சைன் } 40^\circ}$ (2) $\frac{1}{\text{சைன் } 50^\circ}$ (3) சைன் 40° (4) சைன் 50° (5) $\frac{\text{சைன் } 40^\circ}{\text{சைன் } 50^\circ}$

கட்டுரை வினாக்கள்

பகுதி (a) இற்கு அல்லது பகுதி (b) இற்கு விடை தருக.

(a) ஒளியின் முழு அகத்தெறிப்பு நடைபெறுவதற்கு வேண்டிய நிபத்தனைகளைக் கூறுக.

ஊசிகளினூடாக அவதிக் கோண முறையைப் பாவித்து கண்ணாடி அரியம் ஒன்றினது முறிவுச் சுட்டியைத் துணிவதற்கான முறை ஒன்றை விபரிக்குக.

θ கோணத்தில் கிடையுடன் சாய்க்கப்பட்டுள்ள அகன்ற செவ்வகப் பாத்திரம் ஒன்றில் கொள்ளப்பட்டுள்ள சிறிது நீர் (W) இன் மேல் தெளிவான எண்ணெய்ப்படை (O) ஒன்று உள்ளது. இப்பாத்திரத்தின் அடிப்பறும் தளவாடி ஒன்றுபோல வெள்ளிமுலாமிடப்பட்டுள்ளது. எண்ணெய்ப் பரப்பின்மேல் ஒரு நிற ஒளிக்கதிரொன்று செவ்வனாக படுகின்றது. நீரினதும், எண்ணெயினதும் முறிவுச்சுட்டிகள் முறையே $4/3$, $7/5$ ஆயிருப்பின், இத்திரவங்களுக்கூடாக நகர்ந்த பின்னர் ஒளியானது எண்ணெய் - வளி இடைமுகத்திலிருந்து வெளிப்படுவதற்கு ஏற்ற θ வின் உயர்பெறுமானத்தைத் துணிக.

[விடை: $24^{\circ} 18'$]

(b) மெல்லிய சமக்குவிவவில்லை ஒன்று, ஒவ்வொன்றும் 28cm வளை வினாரையையுடைய பரப்புகளைக் கொண்டுள்ளது. இவ்வில்லையினது மேல் அரைப்பகுதியும், கீழ் அரைப்பகுதியும் முறையே 1.5, 1.7 ஆகிய முறிவுச்சுட்டிகளையுடைய இரு வெவ்வேறு வகைக் கண்ணாடித் திரவியங்களினால் செய்யப்பட்டுள்ளன. 4cm உயரமுடைய ஓர் ஒளிர்ந்த பொருள், இவ்வில்லையிலிருந்து 60 cm தூரத்தில். அதன் தலைமை அச்சுக்கு மேல் இப்பொருளின் உயரத்தின் ஓர் அரைப்பகுதி இருக்கக்கூடிய வகையில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. O என்னும் பொருள் வில்லையின் இடப்பக்கத்தில் உளது. திரை S வில்லையின் வலப்பக்கத்தில் உளது.

(i) திரை S ஆனது வில்லையிலிருந்து விலகி அசைக்கப்படும் போது, S இல் பொருளின் எத்தனை விம்பங்களைக் காணக்கூடியதாயிருக்கும்? இவ்விம்பங்கள் எங்கே உருவாகும் என்பதைக் காட்டும் கதிர் வரைப்படங்கள் வரைக. [விடை: 2]

(ii) மேற்பகுறிப்பிட்ட விம்பங்களினது வில்லையிலிருந்தாலான விம்பத்தூரங்களையும், அவற்றின் உயரங்களையும் காண்க.

[விடை: 52.5 cm, 3.5 cm, 30 cm, 2 cm]

(iii) இவ்வில்லையானது ஒரே திரவியத்தினால் செய்யப்பட்டிருப்பின், இவ்வில்லையினால் உருவாக்கப்படும் விம்பத்தினது இயல்பு, [விடை: செறிவு கூடியதாக இருக்கும்]

(iv) உருவாகிய ஒத்த விம்பம் / விம்பங்களின் இயல்புகளிலிருந்து எவ்விதம் வேறுபடும்?

பல்தோர்வு வினாக்கள்
ஒகஸ்ட் 1992

1. நீரின் முறிவுச்சுட்டி $4/3$ ஆகவும் வளியிலே ஒளியின் வேகம் $3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}$ ஆகவும் இருப்பின் நீரிலே ஒளியின் வேகம் ms^{-1} இல்

(1) 2.25×10^8 (2) 3×10^8 (3) 4×10^8 (4) 4.25×10^8 (5) 1.2×10^9

2. குவிவாடிக்கு முன்னால் வைக்கப்பட்ட பொருளொன்றின் விம்பம்

(1) நிமிர்ந்தும் மெய்யாகவும் அதன் உருப்பெருக்கம் > 1 ஆகவும் இருக்கும்

(2) தலைகீழாகவும் மெய்யாகவும் அதன் உருப்பெருக்கம் > 1 ஆகவும் இருக்கும்

(3) நிமிர்ந்தும் மாயமாகவும் அதன் உருப்பெருக்கம் < 1 ஆகவும் இருக்கும்

(4) தலைகீழாகவும் மாயமாகவும் அதன் உருப்பெருக்கம் < 1 ஆகவும் இருக்கம்

(5) தலைகீழாகவும் மெய்யாகவும் அதன் உருப்பெருக்கம் < 1 ஆகவும் இருக்கும்

3. குவிவில்லை ஒன்று பொருள் ஒன்றின் விம்பம் ஒன்றைக் திரை ஒன்றிற் பெறப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. வில்லையின் மேல் அரைவாசி ஒளிபுகாத மை ஒன்றினாற் பூசப்பட்டிருக்கும்போது,

(1) விம்பத்தினது அரைவாசியினது செறிவு குறையும்

(2) விம்பத்தின் மேல் அரைவாசி மறையும்

(3) விம்பத்தின் கீழ் அரைவாசி மறையும்

(4) முழு விம்பத்தினதும் செறிவு குறையும்

(5) முழுவிம்பமும் மறையும்

4. கமரா ஒன்று ஒருவரின் கிட்டிய (close up) ஒளிப்படம் ஒன்றை எடுக்கப் பயன்படுகின்றது. வில்லைக்கும் படலத்துக்குமிடையே உள்ள தூரம் 50cm எனின், வில்லையின் குவியத்தூரம் mm இல்

(1) 50

(2) 50 இலும் குறைவானது

(3) 50 இலும் கூடியது

(4) 100

(5) வில்லையினது துவாரத்தின் அளவிலே தங்கியிருக்கும்

5. வானியல் தொலைகாட்டி ஒன்று தூரப் பொருள் ஒன்றைப் பார்ப்பதற்காகச் செப்பஞ் செய்யப்பட்டுள்ளது. d யை விட்டமாகக் கொண்ட பொருள் வில்லையை படுங்கதிரர்கள் நிரப்புகின்றன. தொலைகாட்டியின் கோண உருப்பெருக்கம் m எனின் கற்றையின் விட்டம்.

- (1) $d m$ (2) d/m (3) m/d (4) $\frac{d}{2 m}$ (5) $\frac{2 d}{m}$

6. பார்வைக் குறைபாடு / குறைபாடுகள் உள்ள ஒருவர் நீரின் கீழ் மேலும் தெளிவாகப் பார்க்கிறார். அவருக்குள்ள பார்வைக் குறைபாடு

- (1) குறும்பார்வை (2) நீள்பார்வை
(3) புள்ளிக்குவிவின்மை (4) நிறக்குருடு
(5) நீள்பார்வையும் புள்ளிக்குவிவின்மையும்

கட்டுரை வினாக்கள்

1 பகுதி (a) இற்கு அல்லது பகுதி (b) இற்கு விடை தருக.

(a) குறித்த ஒளியியல் ஒழுங்கமைப்பு ஒன்றினால் உண்டாக்கப்படும் தலைகீழ் விம்பங்கள் நிமிர்ந்த விம்பங்களாக மாற்ற வேண்டியுள்ளது. தக்க கதிர் வரிப்படம் ஒன்றை வரைந்து இத்தேவைக்காக இரு சமபக்கச் செங்கோண கண்ணாடி அரியம் ஒன்றை எங்ஙனம் பயன்படுத்தலாம் என்பதைக் காட்டுக.

வளியில் ஒருங்கே செல்கின்ற ஒரு செவ்வொளிக் கதிர் R உம் ஒரு நீல ஒளிக்கதிர் B யும் கிடையுடன் 45° படுகோணத்திற் படுகின்றன முறிவுக்கோணம் 8° ஐ யுடைய சிறிய கோணமுள்ள கண்ணாடி அரியம் ஒன்று ஆடிக்கு நேர் கீழே வைக்கப்பட்டுள்ளது.

(i) விடைத்தாளில், இதற்கொரு வரிப்படத்தை வரைந்து, O விலே தெறித்த பின்னர் கதிர்கள் செல்லும் பாதையை பரும்படியாக வரைக.

(ii) இரு கதிர்கள் ஒவ்வொன்றினதும் மொத்த விலகலைக் கணிக்க நீர் பயன்படுத்தும் சூத்திரம் எதனையும் பெறுக.

[விடை: R இன் மொத்த விலகல் 94° , B இன் மொத்த விலகல் 94.8° ,]
 $d = (n - 1) A$ என்னும் சூத்திரம் பெறல்.

(iii) செங்கதிரின் மொத்தவிலகல் 90° ஆக வரும் வரைக்கும் ஆடி படுங்கதிர்களின் திசை, தாளின் தளம் ஆகிய இரண்டுக்கும் செங்குத்தானதும்

புள்ளி O வினூடாகச் செல்வது மான அச்ச ஒன்றைப்பற்றி இப்போது சுழற்றப்படுகிறது. மேலுள்ள நிலைமையைப் பெறுவதற்கு ஆடி சுழற்றப்பட வேண்டிய கோணத்தைத் துணிக. ஆடி சுழலுந் திசையாது (இடஞ்சுழியாகவா, வலஞ்சுழியாகவா)? இக்கணத்தில் நீலக் கதிரின் மொத்த விலகலைக் கணிக்க. செவ்வொளிக்குக் கண்ணாடியின் முறிவுச்சுட்டி = 1.5, நீல ஒளிக்குக் கண்ணாடியின் முறிவுச்சுட்டி = 1.6.

[விடை: ஆடி 2° இனால் இடஞ்சுழியாகச் சுழற்றப்பட வேண்டும் நீலக்கதிரின் மொத்த விலகல் = 90.8°]

(b) 36 cm நீளமுள்ள செவ்வக வடிவக் கண்ணாடிக் குற்றி ஒன்றின் நடுவிலே மெல்லிய வளிக் குழி ஒன்று உள்ளது. ஒன்றை ஒன்று நோக்கியிருக்கும் 2cm வளைவு ஆரைகள் உள்ள சர்வசமமான குவிவுக் கண்ணாடிப் பரப்புகளினாற் குழியின் இரு நிலைக் குத்துச் சுவர்களும் ஆக்கப்பட்டுள்ளன.

(i) குழியைக் கண்ணாடியிலுள்ள மெல்லிய வளி வில்லையாகக் கொண்டு அதன் குவியத்தூரத்தைக் கணிக்க. அது ஒருங்கு வில்லையாகவா, விரிவில்லையாகவா செயற்படுகின்றதெனக் கூறுக.

[விடை: குவிவில்லைபோல் தொழிற்படும்]

(ii) குற்றியின் பக்கம் ஒன்றின் பரப்பு மீது P யில் இருக்கின்ற நிறக்குறி ஒன்று எதிர்ப்பக்கத்தினூடாக வளிவில்லையின் அச்ச POQ வழியே பார்க்கப்படுகின்றது. நோக்குநர் பார்க்கின்றவாறு குறியினுடைய விம்பத்தின் தானத்தைக் காண்க.

[விடை: இறுதி விம்பதூரம் வலப்பக்க மேற்பரப்பிலிருந்து 9.6 cm]

(iii) குழியின் மேற்பரப்பில் இருக்கும் சிறிய துளை ஒன்றினூடாக இப்போது நீர் குழிக்குள்ளே விடப்படுகின்றது குழியில் நீர் நிறைந்திருக்கும் போது மேலே (ii) இற் செய்த கணிப்பைத் திரும்பவும் செய்க

[விடை: இப்பொழுது விம்பம் வலது மேற்பரப்பில் உண்டாகும் $V = -18$ cm]

(iv) குழிக்குள்ளே நீரை விட்டுக்கொண்டிருக்கும் போது எத்தனை விம்பங்கள் காணப்படும் குழியில் உள்ள நீர் மட்டம் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்போது இவ்விம்பங்களின் தோற்றத்தில் உண்டாகும் மாற்றத்தைச் சுருக்கமாக விபரிக்க

$$\text{கண்ணாடியின் முறிவுச்சுட்டி} = \frac{3}{2}$$

$$\text{நீரின் முறிவுச்சுட்டி} = \frac{4}{3}$$

[விடை: நீரை ஊற்றும்போது இரு விம்பங்கள் காணப்படும்]

(i) வளிவில்லை காரணமானது

(ii) நீர்வில்லை காரணமானது

குழியில் நீர்மட்டம் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்போது வளிவில்லை காரணமான விம்பம் படிப்படியாக மறைய நீர்வில்லை காரணமான விம்பம் தெளிவாகத் தோன்றும்]

பல்தேர்வு வினாக்கள் ஒகஸ்ட் 1991 (விசேட 1992)

1 ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தாக வைக்கப்பட்டுள்ள தள ஆடிகள் இரண்டைக்கொண்டு செய்யப்பட்ட பாத்திரம் ஒன்றினது ஒரு தளவாடகிடையுடன் 45° ஆக்குகின்றது. இப்பாத்திரத்தில் நீர் நிரப்பப்பட்டுள்ளது. இளிக்கதிர் ஒன்று நீரின் பரப்புக்குச் செவ்வனாகப் படுமெனின் அதன் விலகற்கோணம்

(1) 0° (2) 45° (3) 90° (4) 135° (5) 180°

2 அரியம் ஒன்றின் முறிவுக்கோணம் 6° உம் பச்சை ஒளிக்கான முறிவுச்சட்டி 1.5 உம் ஆகும் அரியத்தினூடாகப் பச்சை ஒளிக்கதிர் ஒன்று செல்லும் போது கதிரின் விலகல்

(1) 30° (2) 45° (3) 10° (4) 9° (5) 3°

3 A, B, C என்னும் ஊடகங்களுக்கூடாக ஓர் ஒளிக்கதிர் செல்கின்றது இவ்வொளிக்கதிர் ஊடகம் A இல் α படுகோணத்தை ஆக்குகின்றது அது B க் கூடாக முறிவற்றுச் சென்று மறுமுகத்தில் β படுகோணத்தை ஆக்கி, ஊடகம் C க் கூடாக r வெளிப்படுகோணத்துடன் வெளியேறுகின்றது. A, B, C இல் ஒளியின் வேகங்கள் V_A, V_B, V_C ஆக இருப்பின்

(1) $V_A > V_B > V_C$ (2) $V_A < V_B < V_C$
(3) $V_A > V_C > V_B$ (4) $V_B > V_C > V_A$
(5) $V_A < V_C < V_B$

4 Y அச்சம் X அச்சம் வெட்டும் உற்பத்தித்தானப் புள்ளியில் ஒரு குழிவில்லையின் நடுப்புள்ளி இருக்கத்தக்கதாக நிலைக்குத்தாக அவ்வில்லை வைக்கப்பட்டுள்ளது. ஓர் மேல்முகமாகச் சாய்வான சமாந்தர ஒளிக்கற்றை வில்லையின் இடப்பக்கத்திலுள்ள கீழ்க்கால் வெளிக்கூடாக வில்லையில் படுகின்றது. விம்பம் பெரும்பாலும் காணக்கூடிய இடம்

- (1) இடப்பக்கக் கீழ் கால்வெளியிலுள்ள புள்ளி A இல்
- (2) A க்கு நேர்மேல் X இன் எதிர்அச்சில் B என்னும் புள்ளியில்
- (3) இடப்பக்க மேல் கால்வெளியில் நீட்டப்பட்ட AB இலுள்ள கோட்டில் C என்னும் புள்ளியில்
- (4) வலப்பக்க மேல் கால்வெளியில் D என்னும் புள்ளியில்
- (5) வலப்பக்க கீழ்க் கால்வெளியில் E என்னும் புள்ளியில்

5. நிமிர்ந்த பொருள் ஒன்று குவிவில்லையொன்றுக்கு முன்னால் அதன் குவியத்தூரம் f_1 இன் இருமடங்குக்குச் சமமான தூரத்தில் உள்ள புள்ளி O விலே வைக்கப்பட்டுள்ளது குவியத்தூரம் f_2 ஐக் கொண்ட குழிவாடி ஒன்று வில்லையின் மற்றப் பக்கத்திலே வில்லையிலிருந்து தூரம் $2(f_1 + f_2)$ இல் உள்ளது. இறுதி விம்பத்தின் அமைவிடம் இயல்பு, உருப்பெருக்கம், ஆகியனமுறையே

	அமைவிடம்	இயல்பு	உருப்பெருக்கம்
(1)	O	மெய்யானது, நிமிர்ந்தது	1
(2)	O	மெய்யானது, நிமிர்ந்தத	>1
(3)	O	மெய்யானது, தலைகீழானது	1
(4)	1	மெய்யானது, நிமிர்ந்தது	1
(5)	1	மெய்யானது, தலைகீழானது	<1

6. ஒளிக்கதிர் ஒன்று செங்கோண அரியமொன்றின் அக்கோணத்தை ஆக்கும் பக்கங்களில் ஒன்றின் மீது செவ்வனாக்கப்பட்டு முழு அகந்தெறிப்புக்கு செம்பக்கத்தில் உட்படகின்றது அரியத்தின் முறிவுச்சுட்டி n எனின்

$$(1) n = \frac{1}{\text{சைன் } \theta} \quad (2) n = \text{சைன் } \theta \quad (3, n > \frac{1}{\text{சைன் } \theta}$$

$$(3) n > \frac{1}{\text{சைன் } \theta} \quad (5) n < \text{சைன் } \theta$$

7. தூரப் பொருளொன்றைப் பார்ப்பதற்கு வானியல் தொலைகாட்டி ஒன்று பயன்படுத்தப் படுகின்றது பொருளுக்கும் யார்வைத்துண்டுக்கும் இடையேயுள்ள வேறாக்கம் 236 cm ஆகும், இங்கு இறுதி விம்பம் முடிவிலியில் உண்டாகின்றது. தொலைக்காட்டியின் கோண உருப்பெருக்கம் 5 எனின் பொருளின் குவியத்தூரம் f_o உம் பார்வைத்துண்டின் குவியத்தூரம் f_e உம் முறையே

- (1) $f_o = 45 \text{ cm}, f_e = 9 \text{ cm}$
- (2) $f_o = 50 \text{ cm}, f_e = 10 \text{ cm}$
- (3) $f_o = 8 \text{ cm}, f_e = 40 \text{ cm}$
- (4) $f_o = 30 \text{ cm}, f_e = 6 \text{ cm}$
- (5) $f_o = 2 \text{ cm}, f_e = 10 \text{ cm}$

கட்டுரை வினாக்கள்

1. பகுதி (a) யிற்கு அல்லது பகுதி (b) இற்கு விடை தருக.

(a) 'முழு அகத்தெறிப்பு', 'அவதிக் கோணம்' என்னும் பதங்களை விளக்குக.

ஊடுகாட்டும் திரவம் ஒன்றின் முறிவுச்சட்டியை அவதிக் கோணத்தை அளந்து துணிவதற்கான ஆய்வுகூட முறையை விபரிக்க முறிவுச்சட்டி 1.45 ஐ உடைய ஊடுகாட்டும் எண்ணெய் ஒன்று, உலோகத் தொட்டி ஒன்றில் உள்ள நீரில் ($n = 1.33$) மிதக்கின்றது. ஒளிக்கதிர் ஒன்று தொகுதிக்குட்புகுந்து எண்ணெய்-நீர் இடைமுகத்தில் முழு அகத் தெறிப்பு தல் அசாத்தியமெனக் காட்டுக. தொட்டியின் சுவர்கள் ஊடு காட்டுவனவாக இருப்பின் இந்நிகழ்ச்சிவேறு விதமாக இருக்குமா? உமது விடையை விளக்குக.

(b) மெல்லிய வில்லையொன்றின் குவியத்தூரம் f இற்கான கோவை ஒன்றைத் தலைமை வளைவு ஆரைகள் r_1, r_2 அதன் திரவியத்தின் முறிவுச்சட்டி n என்பவற்றின் னசார்பில் எதுதரைக்க.

ஐம்பது சத நாணயம் ஒன்று 15 cm உயரமுள்ள கண்ணாடி முகவை ஒன்றின் அடியிலே மையத்திற் கிடக்கின்றது. அது கீழே யிருந்து ஒளிர்ப்பிக்கப்படுகின்றது. குவியத்தூரம் 10 cm ஐ உடைய மெல்லிய சமகுவிவு வில்லை ஒன்று முகவையின் விளிம்பிலே ஓய்வில் இருக்கின்றது.

(i) விம்பம் எங்கே உண்டாகும்?

[விடை: முகவையின் விளிம்பிற்கு மேல் 30 cm தூரத்திலிருக்கும்]

(ii) இப்போது முகவையில் உயரம் h இற்கு நீர் விடப்படுகின்றது. h ஆனது பூச்சியத்திலிருந்து 15 cm (நீர்மட்டம் வில்லையைத் தொடாதவாறு இருக்க) இலும் சற்று குறைவான அளவுக்கு மாறும்போது நாணயத்தினது விம்பத்தின் உருப்பெருக்கத்தைத் துணிக

[விடை; $h = 0$ ஆக இருக்கும்போது உருப்பெருக்கம் 2 ஆகவும், $h = 15$ ஆக இருக்கும் போது 8 ஆகவும் இருக்கும்]

(iii) வில்லையின் முழுக் கீழ்ப் பரப்பையும் தொடுமாறு நீர் சேர்க் கப்படும்போது நாணயத்தின் விம்பம் எங்கே உண்டாகும்?

(வில்லையினது திரவியத்தின் முறிவுச்சட்டி $= \frac{3}{2}$, நீரின் முறிவுச்சட்டி $= \frac{4}{3}$)

[விடை: நாணயத்தின் விம்பம் வில்லைக்குக் கீழே 45cm தூரத்தில் உருவாகும்]

17. 12. 1906

