Sound	9 ம் வகுப்பு	அலகு–8 - ஒலி
	10 ம் வகுப்பு	அலகு 5 ஒலியியல்

9th அறிவியல்
அலகு – 8

அறிமுகம்:

- ஒலியானது ஒருவித ஆற்றலாகும். அது நமது செவியை அடையும்போது உணர்வை ஏற்படுத்துகின்றது. சில ஒலிகள் செவிக்கு இனிமையாகவும், சில ஒலிகள் கேட்பதற்கு இனிமையற்றதாகவும் இருக்கின்றன. ஆனால் அனைத்து ஒலிகளும் பொருட்கள் அதிர் வடைவதாலேயே உண்டாகின்றன. இவ்வதிர்வுகள் ஒரு ஊடகத்தின் வழியே ஆற்றலாக பரவி நம் செவியை அடைகின்றன. மனிதனின் செவிகளால் ஒரு குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் நெடுக்கம் மற்றும் ஆற்றல் கொண்ட ஒலி அலைகளை மட்டுமே கேட்டுணர முடியும். ஒலியின் செறிவானது ஒரு குறிப்பிட்ட அளவைவிடக் குறைவாக இருந்தால் அவ்வொலியை நம் செவியால் கேட்க இயலாது. ஒலியின் சுரப்பண்பும் (quality) ஒவ்வொரு ஒலிக்கும் வெவ்வேறாக இருக்கும். இவை அனைத்திற்கும் காரணம் என்ன? ஒலியானது பல பண்புகளைப் பெற்றிருப்பதே இதற்கான காரணமாகும். இந்தப் பாடத்தில் ஒலி உண்டாதல், பரவுதல் மற்றும் அவற்றின் பல்வேறு பண்புகளைப் பற்றி நாம் கற்போம். மேலும் மீயொலி மற்றும் அதன் அன்றாட வாழ்வியல் பயன்களையும் அறிவோம்.

ஒலி ஏற்படுதல் :

- வெவ்வேறு ஒலி மூலங்கலிருந்து தோன்றும் வெவ்வேறு ஒலிகளை நீங்கள் தினமும் கேட்கீறீர்கள். அவை எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்பதைப் பற்றி சிந்தித்திருக்கிறீர்களா? ஒலி எவ்வாறு உண்டாகிறது என்பதைப் புரிந்து கொள்ள கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள செயல்பாட்டினைச் செய்து பார்ப்போம்.

- இசைக்கவையின் புயங்களை இரப்பர் பட்டையில் அடிக்கும் போது அது அதிர்வடைகிறது. இசைக் கவையின் புயங்கள் அதிர்வடைவதால் அருகிலுள்ள

காற்று மூலக்கூறுகள் அதிர்வடைகின்றன. இவ்வாறு அதிர்வுகள் ஒலியை உண்டாக்குகின்றன.

ஒலி அலைகள் பரவுதல்:
ஒலி அலைகள் பரவ ஊடகம் தேவை

- ஒலி அலைகள் பரவுவதற்கு காற்று, நீர் எ.்.கு போன்ற பொருள்கள் தேவை. ஒலி அலைகள் வெற்றிடத்தில் பரவ முடியாது. இதனை மணிச்சாடி சோதனை மூலம் விளக்கலாம்.

- ஒரு மின்சார மணி மற்றும் ஒரு மணிச்சாடியை எடுத்துக் கொள்வோம். மின்சார மணியானது காற்றுப்புகாத மணிச்சாடியினுள் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. ஜாடியானது ஒரு வெற்றிடமாக்கும் பம்புடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. மணியை ஒலிக்கச் செய்யும்போது, நாம் ஒலியைக் கேட்கிறோம். வெற்றிடமாக்கும் பம்பின் மூலம் ஜாடியிலுள்ள காற்றை சிறிது சிறிதாக வெளியேற்றும்போது, ஒலியின் அளவு சிறிது சிறிதாகக் குறையத் தொடங்குகிறது. காற்றை முற்றிலுமாக வெளியேற்றிய பிறகு ஒலி கேட்பதில்லை. குடுவையினுள் மீண்டும் காற்றைச் செலுத்தினால் ஒலியானது மீண்டும் கேட்கத் தொடங்கும்.

ஒலி ஒரு அலை :

- ஒலியானது ஒலி மூலத்திலிருந்து ஒரு ஊடகத்தின் வழியே கேட்பவரின் செவியைச் சென்றடைகிறது. ஒரு பொருள் அதிர்வடையம்போது அது அதனைச் சுற்றியுள்ள ஊடகத்தின் துகள்களையும் அதிர்வடையச் செய்கிறது. ஆனால், ஊடகத்தின் துகள்கள் இடம்பெயர்வதில்லை. ஒலி மூலத்திலிருந்து அதன் பாதிப்பு மட்டுமே இலக்கிற்கு எடுத்துச் செல்லப்படுகிறது. பொருளொன்று அதிர்வடையம் போது, அந்தப் பொருளிற்கு அருகிலுள்ள துகளானது தனது சமநிலைப் புள்ளியிலிருந்து விலக்கப்படுகிறது. இத்துகள் அருகிலுள்ள துகள்மீது ஒரு விசையைச் செலுத்தி அதன் காரணமாக அருகிலுள்ள துகள் தனது ஒய்வு நிலையிலிருந்து நகர்ந்து செல்கிறது. அருகிலுள்ள துகளை இடப்பெயர்ச்சி அடையச் செய்த பின்னர் முதல் துகள் தனது பழைய நிலையை அடைகிறது. ஒலியானது நமது செவியை அடையும் வரை இந்நிகழ்வானது தொடர்ந்து நடைபெறும். ஆகவே, ஒலி மூலத்தினால் உருவாகும் பாதிப்பு மட்டுமே செல்கிறது. ஆனால் துகள்கள் அதே நிலையில் தான் உள்ளது ஊடகத்திலுள்ள அனைத்துத் துகள்களுமே தங்களது சமநிலைப் புள்ளியில் இழந்து அதிர்வு எனப்படும் முன்னும் பின்னுமான இயக்கத்தை மேற்கொள்கின்றன. இதனால், அதிர்வனாது முன்னோக்கிச் செல்கின்றது. இவ்வாறு முன்னோக்கிச் செல்லும் அதிர்வே அலை எனப்படும்.

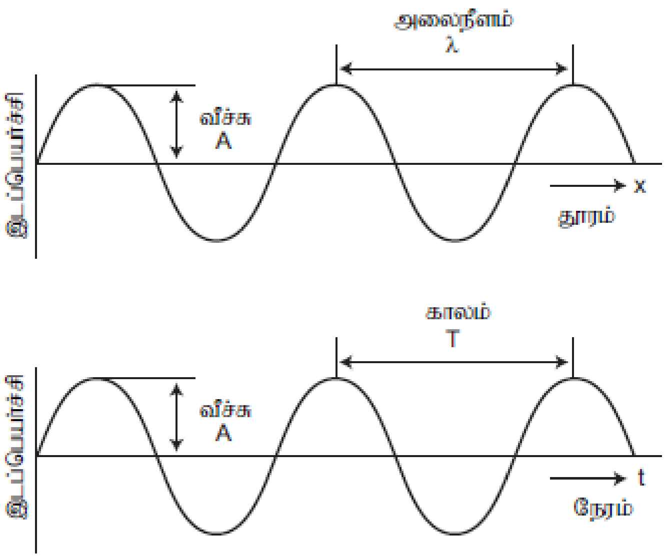
ஒலி அலைகள் நெட்டலைகளா?

- மேலே உள்ள செயல்பாட்டில் கம்பிச் சுருளின் ஒரு சில பகுதிகளில் சுருள்கள் நெருக்கமாக உள்ளதைக் கண்டீர்கள். இப்பகுதி நெருக்கப்பகுதி அல்லது அழுத்தப்பகுதி எனப்படுகிறது. இரண்டு நெருக்கங்களுக்கிடையே கம்பிச் சுருள் விலகி இருக்கும் பகுதி நெகிழ்வுப்பகுதி எனப்படும். கம்பிச்சுருள் அதிர்வுறும் போது நெருக்கமும் (C) நெகிழ்வும் (R) கம்பிச்சுருளின் வழியே நகர்ந்து செல்லும். இவ்வாறு நெருக்கமும் நெகிழ்ச்சியுமாகச் செல்லும் அலைகளே நெட்டலைகள் எனப்படுகின்றன. நெட்டலைள் ஊடகத்தின் துகள்கள் பரவும் திசைக்கு இணையாக முன்னும் பின்னுமாக அதிர்வுறுகின்றன.

- முன்னும் பின்னுமாக அதிர்வுறும் (நெட்டலைகள்) ஒலியும் ஒரு நெட்டலையாகும். ஊடகத்திலுள்ள துகள்கள் நெருக்கமும் நெகிழ்ச்சியும் அடையும் போதுதான் அதன் வழியே ஒலி அலைகள் செல்லமுடியும். நெடுக்கம் என்பது துகள்கள் அருகருகே இருக்கும் பகுதியாகும். நெகிழ்வு என்பது குறைந்த அழுத்தம் உள்ள பகுதி ஆகும். அங்கு, துகள்ளக் விலகியே இருக்கும். ஒலி என்பது எந்திரவியல் நெட்டலைக்கு ஒரு உதாரணமாகும். ஒரு ஊடகத்தில் ஒலி அலையின் நெட்டலைத் தன்மையை விளக்குகிறது.

ஒலி அலையின் பண்புகள்:

- வீச்சு, அதிர்வெண், அலைவுக்காலம், அலைநீளம் மற்றும் வேகம் அல்லது திசைவேகம் ஆகிய பண்புகளைக் கொண்டு ஒரு ஒலி அலையை முழுமையாக வரையறுக்க முடியும்.



வீச்சு (A):

- ஒலி அலையானது, ஒரு ஊடகத்தின் வழியே செல்லும் போது, அந்த ஊடகத்தின் துகள்கள் நடுநிலைப் புள்ளியிலிருந்து அடையும் பெரும இடப்பெயர்ச்சி வீச்சு எனப்படும். அதிர்வுறும் பொருளின் வீச்சு அதிகமாக இருந்தால், ஒலி உரத்த ஒலியாகவும், வீச்சு குறைவாக இருந்தால் அது மென்மையான ஒலியாகவும் இருக்கும். வீச்சானது A என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப் படுகிறது. இதன் SI அலகு மீட்டர் (மீ) ஆகும்.

அதிர்வெண் (n):

- அதிர்வடையம் பொருள் ஒரு நொடியில் ஏற்படுத்தும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கையானது அதன் அதிர்வெண் எனப்படும். இது 'n' என்ற எழுத்தால் குறிப்பிடப்படுகிறது. அதிவெண்ணின் SI அலகு ஹெர்ட்ஸ் (Hz) அல்லது $செ^{-1}$ ஆகும். 20 Hz முதல் 20,000 Hz வரை அதிர்வெணிகள் கொண்ட ஒலி அலைகளை மட்டுமே மனிதனின் செவிகள் கேட்டுணர முடியும். 20 ஹெர்ட்ஸ்க்கும் குறைவான அதிர்வெண் கொண்ட ஒலிகள் குற்றொலிகள் எனப்படும். அதிர்வெண்

20,000 Hz க்கு அதிகமான ஒலி மிகையொலி அல்லது மீயொலி எனப்படும். இத்தகைய ஒலிகளை நம் காதுகளால் உணர முடியாது.

அலைவுக்காலம் (T):

- அதிர்வுறும் துகள், ஒரு முழுமையான அதிர்விற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் அலைவுக்காலம் எனப்படும். இது T என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. SI அலகு முறையில் இதன் அலகு வினாடி. அலைவுக்காலம் மற்றும் அதிர்வெண் ஆகியவை ஒன்றுக்கொன்று எதிர்விகிதத்தில் உள்ளன.

அலை நீளம் (λ)

- அதிர்வுறும் துகளொன்று, ஒரு அதிர்விற்கு எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தில் ஊடகத்தில் அலை பரவும் தொலைவு அலைநீளம் எனப்படும். ஒரு ஒலி அலையில் இரண்டு நெருக்கங்கள் மற்றும் நெகிழ்வுகளின் மையங்களுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவே ஒரு அலைநீளம் எனப்படும். அலைநீளமானது, λ என்ற எழுத்தால் குறிக்கப்படுகிறது. இதன் SI அலகு மீட்டர் ஆகும்.

ஒலியின் திசைவேகம் அல்லது வேகம் (V)

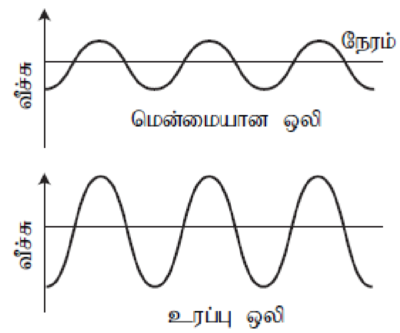
- ஒரு வினாடி நேரத்தில் ஒலி அலை கடக்கும் தொலைவு திசைவேகம் அல்லது வேகம் எனப்படும். இதன் SI அலகு மீ.வி$^{-1}$ ஆகும்.

பல்வேறு ஒலிகளை வேறுபடுத்துதல்:

- ஒலிகளை கீழ்க்காணும் காரணிகளைக் கொண்டு ஒன்றிலிருந்து மற்றொன்றாக வேறுபடுத்தலாம்.
    1. ஒலி உரப்பு மற்றும் ஒலிச்செறிவு
    2. சுருதி
    3. தரம்

ஒலிச்செறிவு:

- ஒரே அதிவெண் கொண்ட இரண்டு ஒலிகள் உரப்புப் பண்பு மூலம் வேறுபடுத்தப்படுகின்றன. ஒரு ஒலியானது உரத்ததா அல்லது மென்மையானதா என்பது அதன் வீச்சைப் பொறுத்து அமையும். ஒரு மேசையை மெதுவாகத் தட்டும்போது மெதுவான ஓசை கேட்கும். ஏனெனில், குறைந்த வீச்சுடைய ஒலியானது உண்டாகிறது. மேசையை வேகமாக அடிக்கும் போது உரத்த ஒலி கேட்கிறது. அதிக செறிவுடைய ஒலியானது அதிக ஆற்றலைப் பெற்றிருப்பதால் அது அதிக தூரம் செல்ல முடியும். ஒலியானது அதன் மூலத்திலிருந்து விரிந்து கொண்டே செல்வதால் அதன் வீச்சு குறைந்து கொண்டே செல்லும். ஒரே அதிர்வெண் கொண்ட மென்மையான மற்றும் உரத்த ஒலி அலையின் வடிவத்தை குறிக்கிறது.



- ஒலியின் உரப்புப் பண்பானது அதன் செறிவைச் சார்ந்திருக்கும். ஓரலகு காலத்தில் ஓரலகு பரப்பின் வழியே அலை பரவும் திசைக்கு செங்குத்தாகச் செல்லும் ஆற்றலின் அளவு செறிவு என வரையறுக்கப்படுகிறது.

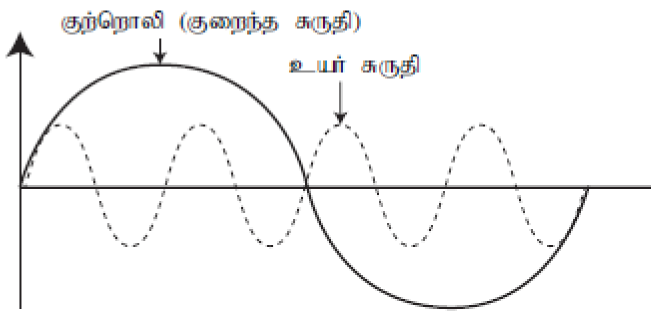
ஓரிடத்தில் கேட்கும் ஒலியின் செறிவானது கீழ்க்கண்ட காரணிகளைச் சார்ந்திருக்கும்.

1. ஒலி மூலத்தின் வீச்சு
2. ஒலி மூலத்திற்கும் கேட்பவருக்கும் இடையே உள்ள தொலைவு
3. ஒலி மூலத்தின் பரப்பு
4. ஊடகத்தின் அடர்த்தி
5. ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்

- ஒலியின் செறிவானது டெசிபெல் (dB) என்ற அலகால் அளவிடப்படுகிறது. தொலைபேசியைக் கண்டு பிடித்த அலெக்ஸாண்டர் கிரஹாம் பெல் என்பவரின் நினைவாக இப்பெயரானது வழங்கப்படுகிறது.

சுருதி :

- சுருதி என்பது ஒரு ஒலியானது கனத்ததா அல்லது கீச்சலானதா என்பதை அறிய உதவும் ஒலியின் பண்பாகும். அதிக சுருதி கொண்ட ஒலிகள் கனத்ததாகவும் இருக்கும். இரண்டு இசைக் கருவிகளால் எழுப்பப்படும் ஒரே வீச்சைக் கொண்ட இரண்டு ஒலிகள் வேறுபட்ட அதிவெண்களைக் கொண்டிருந்தால், அவை ஒன்றுக் கொன்று வேறுபடுகின்றன. குறைந்த சுருதி மற்றும் அதிக சுருதி கொண்ட இரண்டு ஒலிகளைக் குறிக்கும் அலைகள் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம் 8.6 சுருதி

- இரண்டு வெவ்வேறு இசைக்கருவிகளால் எழுப்பப்பட்ட, ஒரே மாதிரியான உரப்பு மற்றும் சுருதியைக் கொண்ட இரண்டு ஒலிகளை வேறுபடுத்துவதற்கு தரம் என்ற பண்பு பயன்படுகிறது. ஒரே ஒரு அதிர்வெண்ணைக் கொண்ட ஒலியானது தொனி

(tone) எனப்படுகிறது. பல்வேறு தொனிகளின் தொகுப்பு இசைக்குறிப்பு (note) எனப்படுகிறது சுரம் (Timre) என்பத தொனி என்பதை வேறுபடுத்தக் கூடிய பண்பாகும்.

ஒலியின் வேகம்:

- மீட்சித் தன்மை கொண்ட ஊடகத்தின் வழியே பரவும் பொழுது, ஒலியானது ஓரலகு காலத்தில் கடந்த தொலைவே ஒலியின் வேகம் என்று வரையறுக்கப்படுகிறது.

$$\text{வேகம் } (v) = \frac{\text{கடந்த தொலைவு}}{\text{காலம்}}$$

ஒரு அலையானது கடந்த தொலைவு ஒரு அலை நீளம் (λ) எனவும், அது பரவுவதற்கு எடுத்துக் கொண்ட காலம் அலைவுக்காலம் (T) எனவும் கொண்டால்.

$$\text{வேகம் } (v) = \frac{\text{ஒரு அலைநீளம்} (\lambda)}{\text{ஒரு அலைவுக் காலம் } (T)} \quad (\text{அ}) \quad v = \frac{\lambda}{T}$$

$$T = \frac{1}{n} \text{ என்பதால் } v = n\lambda$$

- ஊடகத்தின் பண்புகள் மாறாமல் இருக்கும் போது, அனைத்து அதிர்வெண்களைக் கொண்ட ஒலிகளின் வேகமும் ஒன்றாகவே இருக்கும்.

- ஒரு ஒலி அலையின் அதிர்வெண் 2 கிலோ ஹெர்ட்ஸ் மற்றும் அலைநீளம் 5 செ.மீ எனில் 1.5 கி.மீ தூரத்தைக் கடக்க, அது எடுத்துக் கொள்ளும் காலம் என்ன?

தீர்வு:

வேகம், $v = n\lambda$

இங்கு, $n = 2$ கிலோ ஹெர்ட்ஸ் $= 2000$ ஹெர்ட்ஸ்

$\lambda = 15$ செ.மீ $= 0.15$ மீ

$v = 0.15 \times 2000 = 300$ மீசெ$^{-1}$

$$\text{வேகம் } (v) = \frac{\text{கடந்த தொலைவு}(d)}{\text{காலம் } (d)}$$

$$= \frac{1500}{300} = 5 \text{ வி}$$

ஒலியானது 1.5 கி.மீ தொலைவைக் கடக்க 5 வினாடிகள் ஆகும்.

20^{o}C வெப்பநிலையில் 22 மெகா ஹெர்ட்ஸ் அதிர் வெண் கொண்ட ஒலியின் அலை நீளம் என்ன?

தீர்வு:

$\lambda = v/n$

இங்கே, $v = 344\ ms^{-1}$

$n = 22\ MHz = 22 \times 10^{6}\ Hz$

$\lambda = 344\ /\ 22 \times 10^{6} = 15.64 \times 10^{-6}\ m = 14.64\ \mu m$

பல்வேறு ஊடகங்களில் ஒலியின் வேகம்:

- ஒலியானது ஒரு ஊடகத்தின் வழியே ஒரு குறிப்பிட்ட வேகத்தில் பரவுகிறது. வானத்தில் மின்னல் தோன்றி இடி இடிக்கும் போது, முதலாவது மின்னலைக் காண்கிறோம். பிறகுதான் இடி ஓசையைக் கேட்கிறோம். ஆகவே ஒலியானது ஒளியைவிட மிகக் குறைவான வேகத்திலேயே செல்கிறது என்பதை நாம் அறியலாம். ஒலியின் வேகமானது, அது பயணிக்கக்கூடிய ஊடகத்தின் பண்பைப் பொறுத்தே உள்ளது.

- ஒலியின் வேகமானது, திடப்பொருளைவிட வாயுவில் மிகக் குறைவாக இருக்கும். எந்தவொரு ஊடகத்திலும் வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது ஒலியின் வேகமும் அதிகரிக்கும். உதாரணமாக, காற்றில் 0°C வெப்பநிலையில் ஒலியின் வேகம் 330 மீவி$^{-1}$ ஆகும். மேலும் 25°C வெப்பநிலையில் 34 மீவி$^{-1}$ ஆகும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் வெவ்வேறு ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகம் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

25°C வெப்நிலையில் வெவ்வேறு ஊடகத்தில் ஒலியின் வேகம்

நிலை	ஊடகம்	வேகம் (மீ வி$^{-1}$)
திடப்பொருள்கள்	அலுமினியம்	6420
	நிக்கல்	6040
	எ.்.கு	5960
	இரும்பு	5950
	பித்தளை	4700
	கண்ணாடி	3980
திரவங்கள்	நீர் (கடல் நீர்)	1531
	நீர் (தூய நீர்)	1498
	எத்தனால்	1207
	மெத்தனால்	1103
வாயுக்கள்	ஹைட்ரஜன்	1284
	ஹீலியம்	965
	காற்று	340
	ஆக்ஸிஜன்	316
	கந்த டை ஆக்ஸைடு	213

ஒலியானது காற்றைவிட 5 மடங்கு வேகமாக நீரில் பயணிக்கும். கடல் நீரில் ஒலியின் வேகம் மிக அதிகமாக (அதாவது 5500 கி.மீ / மணி) இருப்பதால், கடல் நீருக்குள் ஆயிரம் கிலோ மீட்டர் தொலைவில் இருக்கும் இரண்டு திமிங்கிலங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று எளிதில் பேசிக் கொள்ள முடியும்.

ஒலி எதிரொலித்தல்:

- ஒரு இரப்பர் பந்து சுவற்றில் பட்டு பிரதிபலிப்பது போல் ஒலியானது திடப்பொருள் அல்லது திரவத்தின் மீது பட்டு பிரதிபலிக்கும். ஒலி எதிரொலிப்பதற்கு, வழவழப்பான அல்லது சொரசொரப்பான ஒரு பெரிய பரப்பு தேவைப்படுகிறது. எதிரொலித்தல் விதிகளாவன:

* ஒலியானது ஒரு புள்ளியில் ஏற்படுத்தும் படுகோணமும் அது எதிரொலிக்கும் கோணமும் சமமமாக இருக்கும்.

* ஒலி படும் திசை, எதிரொலிக்கும் திசை மற்றும் அப்புள்ளியில் வரையப்பட்ட செங்குத்துக்கோடு ஆகியவை ஒரே தளத்தில் அமைகின்றன.

பலமுறை எதிரொலித்தலின் பயன்கள்:
இசைக் கருவிகள்:

* குழல்பெருக்கி, ஒலிபெருக்கி, குழல்கள், நாதஸ்வரம், செனாய், தாரை போன்ற இசைக் கருவிகள்யாவும் ஒலியானது ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் பரவும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. இக்கருவிகளில் ஒரு குழாயினைத் தொடர்ந்து ஒரு கூம்பு வடிவ அமைப்பானது ஒலியைப் பெருக்கமடையச் செய்து கேட்பவரை நோக்கி முன்னேறிச் செல்லுமாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது.

இதயத்துடிப்பளவி (Stethoscope):

* இதயத்துடிப்பளவி என்பது ஒரு மருத்துவக் கருவியாகும். இது உடலில் உண்டாகும் ஒலிகளைக் கேட்க உதவுகிறது. உடலில் தோன்றும் ஒலியானது, இக்கருவியில் உள்ள இணைப்புக் குழாயில் பலமுறை எதிரொலிப்படைந்து, மருத்துவரின் செவியை அடைகிறது.

எதிரொலி:

* உயரமான கட்டங்கள், மலைகள் போன்ற எதிரொலிக்கும் பரப்புகளின் அருகே நின்று கைதட்டினாலோ அல்லது குரல் எழுப்பினாலோ சிறிது நேரம் கழித்தும் அதனை நாம் மீண்டும் கேட்குமுடியும். இந்த ஒலியானது எதிரொலி எனப்படுகிறது.

* ஒரு வினாடியில் பத்தில் ஒரு பங்கு காலத்திற்கு ஒலியானது தொடர்ந்து மூளையில் உணரப்படுகிறது. எனவே, எதிரொலிக்கப்பட்ட ஒலியை தெளிவாகக் கேட்க வேண்டுமெனில் ஒலி மற்றும் எதிரொலிக்கு இடைப்பட்ட காலம் குறைந்தது 0.1 விநாடியாக இருக்க வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ஒலியின் வேகம் 340 மீவி$^{-1}$ எனக் கருதுவோம். ஒலியானது மூலத்திலிருந்து சென்று, தடைபட்டு, எதிரொலித்து 0.1 வினாடிக்குப் பிறகு கேட்பவரை அடைகிறது. எனவே, ஒலி பயணித்த மொத்த தொலைவு 340 மீவி$^{-1}$ × 0.1 வி = 34 மீ

* ஆகவே, எதிரொலியை தெளிவாகக் கேட்க வேண்டுமானால் எதிரொலிக்கும் பரப்பு குறைந்தபட்சம் 17 மீ தொலைவில் இருக்க வேண்டும் இந்தத் தொலைவனாது காற்றின் வெப்பநிலையைப் பொறுத்து மாறுபடும். தொடர் அல்லது பலமுறை எதிரொலித்தலினால் எதிரொலியை ஒரு முறைக்கு மேலும் கேட்க இயலும். வெவ்வேறு உயத்திலுள்ள மேகங்கள் மற்றும் நிலம் போன்ற பல்வேறு எதிரொலிக்கும் பரப்புகளின் மீது படும் ஒலி அலைகளின் தொடர் எதிரொலிப்பின் காரணமாக இடிமுழக்கம் ஏற்படுகிறது.

- ஒருவர் தனது துப்பாக்கியைச் சுட்ட 5 வினாடிக்குப் பிறகு எதிரொலியைக் கேட்கிறார். அவர் குன்றை நோக்கி 310 மீ முன்னோக்கி நகர்ந்து மீண்டும் சுடுகிறார். இப்பொழுது 3 வினாடிக்குப் பிறகு எதிரொலியைக் கேட்கிறார் எனில் ஒலியின் வேகம் எவ்வளவு?

தீர்வு:

தொலைவு (d) = வேகம் (v) × காலம் (t)

முதல் முறை சுடும்டபோது ஒலி கடந்த தொலைவு, $2d = v \times 5$

இரண்டாவது முறை சுடும்போது ஒலி கடந்த தொலைவு, $2d - 620 = v \times 3$

சமன்பாடு 2 ஐ மாற்றி எழுதினால்,

$$2d = (v \times 3) + 620$$

சமன்பாடு 1 மற்றும் 3 லிருந்து, $5v = 3v + 620$

$$2v = 620$$

ஒலியின் திசைவேகம், $v = 310$ மீ/வி$^{-1}$

எதிர் முழக்கம்:

- பெரிய அறைகளில் ஏற்படுத்தப்படும் ஒலியானது, அறையின் சுவர்களில் பட்டு மீண்டும் எதிரொலிப்பு அடைந்து அதன் கேட்கும் தன்மை சுழியாகும் வரை நீடித்திருக்கும். பன்முக எதிரொலிப்பின் காரணமாக, ஒலியின் கேட்டல் நீடித்திருக்கும் தன்மை எதிர் முழுக்கம் எனப்படும்
கலையரங்கம், பெரிய அறைகள், திரையரங்கம், ஒலிப்பதிவுக்கூடங்கள் போன்றவற்றில் ஏற்படும் அதிகமான எதிர் முழக்கம் விரும்பத்தக்கது அல்ல. ஏனெனில் இசையை ரசிக்கவோ, பேச்சை தெளிவாகக் கேட்கவோ இயலாது. எதிர் முழக்கத்தைக் குறைப்பதற்கு கலையரங்கத்தின் மேற்கூரை, சுவர்கள் போன்றவை ஒலியை உட்கவரும் தன்மை கொண்ட பொருள்களாலான அமுக்கப்பட்ட நார் அட்டை, திரைச்சீலைகள், பிளாஸ்டர் போன்ற பொருள்களால் மூடப்பட்டிருக்கும். பார்வையாளர்கள் அமரும் இருக்கைகளும் ஒலியை உட்கவரும் பண்பின் அடிப்படையிலேயே தெரிவு செய்யப்படுகின்றன. இதனால், மிகக் குறைந்த ஒலியே பிரதிபலிப்பு அடைகிறது. அரங்கங்கள், நிகழ்ச்சி அறைகள் மற்றும் தியேட்டர்களை வடிவமைக்கும் போது இந்த காரணங்கள் கருத்தில் கொள்ளப்படுகின்றன.

மீயொலி:

- 20,000 ஹெர்ட்ஸ்க்கும் அதிகமான அதிர் வெண்ணைக் கொண்ட ஒலி அலைகள் மீயொலி அலைகள் எனப்படுகின்றன. இந்த அலைகளை மனித செவிகளால் உணரமுடியாது. ஆனால், விலங்குகள் இவற்றைக் கேட்டுணரமுடியும். உதாரணமாக, நாயால் மீயொலி அலைகளைக் கேட்கமுடியும். சாலைகளின் நடுவே ஓடிவரும் மான்கள், வாகனத்திற்கு முன்பாக பாய்ந்து விடாதபடிக்கு, மீயொலி அலைகளைக் கொண்ட ஒலிப்பான்கள் வாகனங்களில் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- மீயொலி அலைகளின் முக்கியமான பயன் என்னவென்றால், இவை மனித உடலின் உறுப்புக்களை ஆராய்வதற்குப் பயன்படுகின்றன. மீயொலி அலைகளை உடலினுள் செலுத்தம்போது, அவை உடல் உறுப்புகள் மற்றும் எலும்புகளில் பட்டு எதிரொலிக்கின்றன. இந்த அலைகள் கண்டறியப்பட்டு, ஆராய்ப்பட்டு கணினியில் சேமிக்கப்படுகின்றன. இவ்வாறு பெறப்படும் வரை படத்திற்கு எதிரொலி ஆழவரைவு

(Echogram) என்று பெயர். இது மருத்துவ ஆய்வுகளில் பயன்படுகின்றது. கடல் கண்காணிப்பிலும் மீயொலி அலைகள் பயன்படுகின்றன.

மீயொலியின் பயன்கள்:

- மீயொலி அலைகள் தூய்மையாக்கும் தொழில் நுட்பத்தில் பயன்படுகின்றன. பொருள்களின் மீதுள்ள மிகச் சிறிய துகள்களை நீக்குவதற்கு, அப்பொருள்கள் மீயொலி செல்லும் திரவத்தினுள் வைத்து தூய்மைப் படுத்தப்படுகிறது.
- உலோகப் பட்டைகளிலுள்ள வெடிப்பு மற்றும் குறைகளை மீயொலி அலைகளைக் கொண்டு கண்டறியலாம்.
- மீயொலி அலைகள் இதயத்தின் பல்வேறு பகுதிகளிலிருந்து எதிரொலிக்கப்பட்டு இதயத்தின் பிம்பத்தை ஏற்படுத்துகின்றன. இத்தொழில் நுட்பத்திற்கு மீயொலி இதய வரைவி என்று பெயர்.
- மீயொலி அலைகளைக்கொண்டு சிறுநீரகத்திலுள்ள கற்களை சிறுசிறு துகள்களாக உடைக்க முடியும். பின்னர் அவை சிறுநீர் வழியாக வெளியேற்றப்படுகின்றன.

சோனார் (Sonar):

- சோனார் (SONAR) என்ற சொல்லின் விரிவாக்கம் Sound Navigation and Ranging என்பதாகும். சோனார் என்ற கருவியானது மீயொலி அலைகளைச் செலுத்தி நீருக்கு அடியிலுள்ள பொருள்களின் தூரம், திசை மற்றும் வேகம் ஆகியவற்றைக் கணக்கிட பயன்படுகிறது. இதில் மியொலிகளைப் பரப்பக்கூடிய சாதனமும், மீயொலிகளை உணரக்கூடிய உணர்வியும் உள்ளன. அவை படகு மற்றும் கப்பல்களுக்கு அடியில் பொறுத்தப்பட்டுள்ளன. பரப்பியானது மீயொலிகளை உருவாக்கி பரப்புகின்றது. இவ்வலைகள் நீருக்குள் பயணித்து, கடலின் அடித்தளத்தில் உள்ள பொருட்களின் மீது (அதாவது கடல் படுகை, மீன்களின் கூட்டம்) பட்டு, எதிரொலிப்படைந்து மீண்டும் வரும்பொழுது உணர்வியினால் உணரப்படுகின்றன. உணர்வியானது மீயொலிகளை மின்சார சைகைகளாக மாற்றமடையச் செய்கின்றது. அவற்றிலிருந்து தகவல்கள் பெறப்படுகின்றன. நீரில் ஒலியின் திசைவேகம் மற்றும் பரப்பப்பட்ட ஒலிக்கும், பெறப்பட்ட எதிரொலிக்கும் இடையே உள்ள கால இடைவெளி ஆகியவற்றைக் கணக்கிட்டு, அதன் மூலம் நீருக்குள்ளிருந்து மீயொலி அலைகளை எதிரொலித்த பொருளின் தொலைவைக் கணக்கிடலாம்.

- பரப்பப்பட்ட மற்றும் பெறப்பட்ட மீயொலி அலைகளுக்கு இடையேயான கால இடைவெளியை "t" எனவும், நீரின் வேகத்தை "v" எனவும் கொண்டால், மீயொலியானது கடந்த தொலைவு $2d / t = v$ ஆகும்.

- இவ்வாறு பொருள்களின் தொலைவைக் கண்டறியும் முறை எதிரொலி நெடுக்கம் (நஉாழ-ranging) எனப்படும். கடலின் ஆழத்தை அறியவும், நீருக்கு அடியில் அமைந்துள்ள மலைகள், குன்றுகள், நீர்மூழ்கிக் கப்பல்கள் மற்றும் பனிப்பாறைகள் ஆகியவற்றை இடம் கண்டறிவதற்கும் இந்த முறையானது பயன்படுகின்றது.

- ஒரு கப்பலிலிருந்து அனுப்பப்படும் மீயொலியானது கடலுக்கு அடியிலுள்ள பொருளின் மீது எதிரொலிக்கப்பட்டு 3.42 வினாடிக்குப் பிறகு

கணக்கீடு 4:

- ஒரு கப்பலிலிருந்து அனுப்பப்படும் மீயொலியானது கடலுக்கு அடியிலுள்ள பொருளின் மீது எதிரொலிக்கப்பட்டு 3.42 வினாடிக்குப் பிறகு மீண்டும் வந்தடைகிறது. கடல் நீரில் மீயொலியின் வேகம் 1531 எனில் கப்பலிலிருந்து கடலின் அடிப்பகுதி வரை உள்ள தொலைவு எவ்வளவு?

தீர்வு:

மீயொலி கடந்த தொலைவு = 2 × கடலின் ஆழம்

தொலைவு = வேகம் × நேரம் என்பதால்,

2d = வேகம் × நேரம்

$$\therefore d = \frac{5236}{2} = 2618 \text{ மீ}$$

ஆகவே, கப்பலிலிருந்து கடலின் ஆழம் = 2618 மீ அல்லது 2.618 கி.மீ

மின் ஒலி இதய வரைபடம் (ECG):

- மின் ஒலி இதய வரைபடம் என்பது இதயத்தைப் பற்றி அறிந்து கொள்வதற்கான எளிய மற்றும் பழமையான முறையாகும். இது இதயத்தைப் பற்றி அநேக தகவல்களை அளிக்கின்றது. மேலும் இதய நோயாளிகளைப் பற்றிய ஆய்வின் மிக முக்கியமான பகுதியாகவும் இது உள்ளது. இம்முறையில், இதயத்திலிருந்து பெறப்படும் ஒலியானது, மின் சிக்னல்களாக மாற்றப்படுகின்றன. எனவே ECG என்பது, நேரத்தைப் பொறுத்து மாறக்கூடிய இதயத் தசைகளின் மின்சார செயல்பாடுகளைக் குறிப்பதாகும். பொதுவாக, பகுப்பாய்வு செய்வதற்காக, தாள்களின் மீது இவை அச்சிடப்படுகின்றன. இதயத்தின் செயல்பாடுகளை ஒருசில நிமிட நேர இடைவெளியில் பெருக்கமடையச் செய்து, பதிவு செய்யும் முறையே ECG எனப்படும்.

செவியின் அமைப்பு:

- நாம் எவ்வாறு ஒரியைக் கேட்கிறோம்? செவி எனப்படும் மிக நுண்ணிய உணர் உறுப்பின் மூலம் நாம் ஒலியைக் கேட்கிறோம். கேட்கக்கூடிய அதிர்வெண்களைக் கொண்ட காற்றினில் ஏற்படும் அழுத்த மாறுபாடுகளை மின்சார சைகைகளாக மாற்றுவதற்கு இவை உதவுகின்றன. இந்த சைகைகள், காது நரம்புகள் வழியே மூளையைச் சென்றடைகின்றன. செவியானது ஒலியைக் கேட்கும் விதமானது கீழே விளக்கப்பட்டுள்ளது.

- செவியின் வெளிப்பகுதி செவிமடல் என்று அழைக்கப்படுகிறது. இது சுற்றுப்புறத்திலிருந்து ஒலியைச் சேகரிக்கின்றது. சேகரிக்கப்பட்ட ஒலியானது, வெளிச் செவிக் குழாய் மூலம் செவிக்கு உள்ளே செல்கிறது. வெளிச் செவிக் குழாயின் முடிவில், செவிப்பறை (Tympaic membrane) உள்ளது. காற்று ஊடகத்தில் ஒரு நெருக்கமானது உண்டாகும்போது, செவிப்பறையின் வெளிப்பகுதியிலுள்ள அழுத்தமானது அதிகரித்து, செவிப்பறையானது உட்புறம் தள்ளப்படுகிறது. அதுபோலவே, காற்று ஊடகத்தில் ஒரு நெகிழ்ச்சி உண்டாகும்

போது, செவிப்பறையானது. வெளிப்புறம் தள்ளப்படுகிறது. இவ்வாறாக செவிப்பறையானது அதிர்வடைகின்றது. இந்த அதிர்வானது, நடுச்செவியிலுள்ள மூன்று எலும்புகளால் (சுத்தி, பட்டை மற்றும் அங்கவடி) பலமுறை பெருக்கமடைகிறது. ஒலி அலையிலிருந்து பெறப்பட்டு பெருக்கமடைந்த அழுத்தவேறுபாடானது, நடுச்செவிலிருந்து உட்செவிக்குக் கடத்தப்படுகிறது. உட்செவியினுள் கடத்தப்பட்ட அழுத்தவேறுபாடானது, காக்லியா (Cochlea) மூலம் மின்சைகைகளாக மாற்றப்படுகின்றது. இந்த மின் சைகைகள் காது நரம்பு வழியே மூளைக்கு செலுத்தப்படுகின்றன. மூளையானது அவற்றை ஒலியாக உணர்கின்றது.

நினைவில் கொள்க:

- பொருள்களின் அதிர்வினால் ஒலி உண்டாகிறது.
- ஒலியானது ஒரு ஊடகத்தின் வழியே நெட்டலைகளாகப் பரவுகிறது.
- ஒலியானது நெருக்கமாகவும் நெழிச்சியாகவும் ஊடகத்தின் வழியே பரவுகிறது.
- ஒலி பரவும் போது ஆற்றல் மட்டுமே பரவுகிறது. ஊடகத்திலுள்ள துகள்கள் நகர்வதில்லை.
- வெற்றிடத்தின் வழியே ஒலி செல்வதில்லை.
- அலை நீளம் (λ), அதிர்வெண் (n) மற்றும் வேகம் (v) இவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பு : $v = n\lambda$
- ஒலி எதிரொலித்தல் விதிப்படி ஒலிபடும் திசை, ஒலி எதிரொலிக்கும் திசை மற்றும் செங்குத்து கோடு இவை மூன்றும் ஒரே தளத்தில் அமையும், படுகோணமும் மீள் கோணமும் எப்போதும் சமமாகவே இருக்கும்.
- எதிரொலியை தெளிவாகக் கேட்க வேண்டுமானால், முதன்மை ஒலிக்கும், எதிரொலிக்கப்பட்ட ஒலிக்கும் இடையேயான கால இடைவெளி 0.1 வினாடியை விட அதிகமாக இருக்க வேண்டும்.
- பன்முக எதிரொலிப்பினால் ஒலியின் கேட்டல் நீடித்திருக்கும் தன்மை எதிர் முழுக்கம் எனப்படும்.
- செறியுணர் ஒலியின் அதிர்வெண் 20 ஹெர்ட்ஸ் முதல் 20000 ஹெர்ட்ஸ் வரை உள்ளது.
- செறியுணர் ஒலியின் அதர்வெண்ணை விட குறைவான அதிர்வெண் கொண்ட ஒலி குற்றொலி என்றும், செறியுணர் ஒலியின் அதிர்வெண்ணை விட அதிக அதிர்வெண் கொண்டவை மீயொலி என்றும் அழைக்கப்படுகின்றன.
- சோனா (sonar) கடலின் ஆழத்தைக் காணவும், நீருக்கு அடியிலுள்ள குன்றுகள், சமவெளிகள், நீர்மூழ்கிக் கப்பல் மற்றும் பனிப்பாறைகள் ஆகியவற்றைக் கண்டறியவும் பயன்படுகிறது.

10TH அறிவியல்
அலகு 5
ஒலியியல்

அறிமுகம்

- ஒலி நமது அன்றாட வாழ்வில் முக்கியப் பங்கு வகிக்கிறது. நாம் ஒருவருக்கொருவர் தொடர்பு கொள்ள ஒலியே பயன்படுகிறது. தினமும் நம்மைச் சுற்றியிருக்கும் மனிதர்கள், வாகனங்கள், விலங்குகள் போன்றவைகள் எழுப்பும் பல்வேறு வகையான ஒலிகளைக் கேட்கிறோம். ஆதலால், ஒலி எவ்வாறு உருவாகிறது?, ஒலி எவ்வாறு பரவுகிறது? ஒலியினை நாம் எவ்வாறு கேட்கிறோம்? என்ற கேள்விகளுக்கெல்லாம் விடை தெரியவேண்டியது அவசியமாகிறது. இசைக்கருவிகளை உருவாக்குவது மற்றும் இசை அரங்கங்களை வடிவமைப்பது மட்டுமே ஒலியியல் என்ற தவறான புரிதலும் சிலநேரங்களில் ஏற்படுகிறது. ஒலியியல் என்பது ஒலி உருவாதல், ஒலி பரவல், ஒலியாற்றலை கட்டுப்படுத்துதல் மற்றும் ஒலியினால் ஏற்படும் விளைவுகள் ஆகியவைகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளும் இயற்பியலின் ஒரு பிரிவு ஆகும்.

ஒலி அலைகள்:

- நாம் ஒலியைப் பற்றி நினைக்கும் போது, ஒலி எவ்வாறு உருவாகிறது? பல்வேறு ஒலி மூலங்களிலிருந்து வரும் ஒலி எவ்வாறு நமது காதுகளை அடைகிறது?. ஒலி என்பது என்ன? அது விசையா அல்லது ஆற்றலா? என பல வினாக்கள் நமது மனதில் எழும், இந்த பாடத்தில் இது போன்ற வினாக்களுக்கு விடை காண்போம்.

- ஒலிக்கும் மணி அல்லது இசைக்கும் இசைக்கருவியைத் தொட்டுப் பார்க்கும் போது ஒலியானது அதிர்வுகளால் உருவாகின்றது என்பதை அறியலாம். அதிர்வடையம் பொருட்கள் அலை வடிவில் ஆற்றலை உருவாக்குகிறது. அதுவே ஒலி அலைகளாகும்.

- நீயும், உனது நண்பர்களும் நிலவில் இருப்பதாகக் கருதிக்கொள்ளுங்கள். உனது நண்பன் எழுப்பும் ஒலியை உன்னால் கேட்க இயலுமா? நிலவில் வளி மண்டலம் இல்லாததால் உனது நண்பனின் ஒலியைக் கேட்க இயலாது. எனவே அதிர்வுறும் பொருட்கள் உருவாக்கும் ஒலி பரவிட திட, திரவ, வாயு போன்ற பருப்பொருள் ஊடகங்கள் தேவை என்பதைப் புரிந்து கொள்ளலாம். இதிலிருந்து ஒலியானது திட, திரவ அல்லது வாயு ஊடகங்களில் பரவும்.

நெட்டலைகள்:

- ஒலி அலைகள் நெட்டலைகளாகும். அவை அனைத:து ஊடகங்களிலும் (திண்ம, திரவ, வாயு) பரவும், அவற்றின் திசை வேகம் பருப்பொருள் ஊடகங்களின் பண்பைப் பொறுத்து அமையும். ஒரு ஊடகத்தில் ஒலியலை பரவும் திசையிலே துகள்கள் அதிர்வுற்றால் அதனை நெட்டலை எனலாம். ஒவ்வொரு மூலக்கூறும் அதன் மையப்பகுதியிலிருந்து நீளவாக்கில் இடப்பெயர்ச்சி அடைவதால் நெட்டலைகள் உருவாகிறது. இதனால் ஊடகத்தின் வழியே நெட்டலைகள் பரவும் போது இறுக்கங்களும் தளர்ச்சிகளும் உருவாகின்றன. ஊடகத்தின் வழியே பரவும் நெட்டலைகளில் இறுக்கங்கள் என்பது அதிக அழுத்தம் உள்ள பகுதி மற்றும் தளர்ச்சிகள் என்பது குறைந்த அழுத்தம் உள்ள பகுதியாகும். நெட்டலைகளின் இறுக்கங்களும் தளர்ச்சிகளும் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒலி அலைககளை அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்து வகைபடுத்தல்:

1. **செவியுணர் ஒலி அலைகள்:** இவை 20Hz முதல் 20,000 Hz க்கு இடைப்பட்ட அதிர்வெண் உடைய ஒலி அலைகளாகும். ஒலி அலைகளாகும். இவை அதிர்வடையும் பொருட்களான குரல் நாண்கள் மற்றும் இழுத்துக் கட்டப்பட்ட கம்பி போன்றவைகளால் உருவாக்கப்படுகிறது.

2. **குற்றொலி அலைகள்:** இவை 20 Hz ஐ விடக் குறைவான அதிர்வெண் உடைய ஒலி அலைகளாகும். மனிதர்களால் கேட்க இயலாது, நிலநடுக்கத்தின் போது உருவாகும் அதிர்வலைகள், கடல் அலைகள் மற்றும் திமிங்கலங்கள் ஏற்படுத்தும் ஒலி போன்ற ஒலிகள் குற்றொலி அலைகள் ஆகும்.

1. **மீயொலி அலைகள்**: இவை 20,000 Hz க்கும் அதிகமான அதிர்வெண் கொண்ட ஒலி அலைகளாகும். மனிதர்களால் கேட்க இயலாது. ஆனால் கொசு, நாய், வௌவால் மற்றும் டால்பின் போன்ற உயிரினங்களால் கேட்க இயலும். வௌவால் ஏற்படுத்தும் ஒலியினை மீயொலிக்கு எடுத்துக்காட்டாக கூறலாம்.

ஒலி மற்றும் ஒளி அலைகளுக்கு இடையேயான வேறுபாடுகள்:

வ.எண்	ஒலி அலைகள்	ஒளி அலை
1.	பரவுவதற்கு ஊடகம் தேவை	பரவுவதற்கு ஊடகம் தேவையில்லை
2.	நெட்டலைகள்	குறுக்கலைகள்
3.	அலை நீளம் 1.65 செ.மீ முதல் 1.65 மீ வரை இருக்கும்.	அலை நீளம் 4×10^{-7}மீ முதல் 7×10^{-7} மீ வரை இருக்கும்.
4.	ஒலி அலைகள் 340 மீவி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் பரவும் (NTP)	ஒளி அலைகள் 3×10^{8} மீவி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் பரவும்

ஒலி அலைகளின் திசைவேகம்:

- ஒரு அலையின் திசைவேகம் பற்றி விவாதிக்கும் போது, இரு வகையான திசைவேகங்களை நாம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டம். அவைகள் அதிர்வடையும் துகளின் திசைவேகம் மற்றும் அலையின் திசைவேகம் ஆகும. திசைவேகத்தின் அலகு மீட்டர் வினாடி$^{-1}$ ஆகும்.

துகள் திசைவேகம்:

- ஒரு ஊடகத்தில் அலைகள் வடிவில் ஆற்றலைக் கடத்துவதற்காக துகள்கள் அதிர்வடையும் திசைவேகம் துகள் திசைவேகம் எனப்படும்.

அலைத் திசைவேகம்:

- ஒரு ஊடகத்தின் வழியே அலை பரவும் திசைவேகம் அலைத் திசைவேகம் எனப்படுகிறது. இதனை ஒரலகு காலத்தில் ஒலி அலை பரவும் தூரம் எனவும் குறிப்பிடலாம்.

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

$$V = n\,\lambda$$

- திடப்பொருட்களில் மீட்சிப்பண்பு அதிகமாக இருப்பதால் அதன் வழியாக ஒலியலை செல்லும் போது ஒலியின் திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும். வாயுக்களுக்கு மீட்சிப் பண்பு குறைவாக இருப்பதால் ஒலியலை வாயுக்கள் வழியாக செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் குறைவாக இருக்கும்.

காலத்தில் ஒலி அலை பரவும் தூரம் எனவும் குறிப்பிடலாம்.

$$\text{அலைத் திசைவேகம்} = \frac{\text{தொலைவு}}{\text{பரவ எடுத்துக் கொண்ட காலம்}}$$

ஒரு அலையானது λ என்ற தூரத்தை (அலை நீளம்) T காலத்தில் கடந்து சென்றால் அதன் அலைத் திசைவேகத்தை என குறிப்பிடலாம்.

$$V = \frac{\lambda}{T}$$

- ஆதலால் ஒரு விநாடி நேரத்தில், ஒலி அலை கடந்தத் தொலைவு அலைத் திசைவேகம் ஆகும். $(n) = 1/T$ என்பதை அலையின் அதிர்வெண் என கருதினால் சமன்பாடு என எழுதலாம்.

$$V = n\lambda$$

- திடப்பொருட்களில் மீட்சிப்பண்பு அதிகமாக இருப்பதால் அதன் வழியாக ஒலியலை செல்லும் போது ஒலியின் திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும். வாயுக்களுக்கு மீட்சிப் பண்பு குறைவாக இருப்பதால் ஒலியலை வாயுக்கள் வழியாக செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் குறைவாக இருக்கும்.

எனவே $V_{\text{திட}} > V_{\text{திரவ}} > V_{\text{வாயு}}$

ஒலியின் திசைவேகத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்:
ஒலியின் திசைவேகத்தைப் பாதிக்கும் காரணிகள்:

- திடப் பொருட்களின் வழியாக ஒலி செல்லும் போது அதன் மீட்சிப்பண்பு மற்றும் அடர்த்தி ஒலியின் திசைவேகத்தைப் பாதிக்கிறது. மீட்சிப் பண்பானது மீட்சிக் குணகத்தினால் குறிக்கப்படுகிறது. ஒலியின் திசைவேகமானது மீட்சிக் குணகத்தின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர்த்தகவிலும், அடர்த்தியின் இருமடி மூலத்திற்கு எதிர்த்தகவிலும் அமையும்.

- எனவே அடர்த்தி அதிகரிக்கும் போது, ஒலியின் வேகம் குறைகிறது. மீட்சிப் பண்பு அதிகரிக்கும் போது ஒலியின திசைவேகமும் அதிகரிக்கிறது. வாயுக்களைப் பொறுத்தவரையில் கீழ்கண்ட காரணிகள் ஒலியின் திசைவேகத்தைப் பாதிக்கின்றன.

அடர்த்தியின் விளைவு:

- வாயுக்களில் ஒலியின் திசைவேகம் அதன் அடர்த்தியின் இருமடி மூலத்திற்கு எதிர் தகவில் அமையும். எனவே வாயுக்களின் அடர்த்தி அதிகரிக்கும் போது திசைவேகம் குறைகிறது.

$$v \alpha \sqrt{\frac{1}{d}}$$

வெப்பநிலையின் விளைவு:

- வாயுக்களில் ஒலியின் திசைவேகம், அதன் வெப்பநிலையின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர் தகவில் அமையும். எனவே வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, திசைவேகமும் அதிகரிக்கிறது. $v \alpha \sqrt{T}$ வெப்பநிலை T°C ல் திசைவேகமானது.

$$V_T = (V_0 + 0.61T)\ m\ s^{-1}$$

இங்கு v_0 என்பது 0°C வெப்பநிலையில் வாயுக்களில் ஒலியின் திசைவேகம் ஆகும். காற்றிற்கு v_0 = 331 மீவி$^{-1}$ எனவே ஒவ்வொரு டிகிரி செல்சியஸ் வெப்பநிலை அதிகரிப்பிற்கும் திசைவேகமானது 0.61^{-1} மீவி அதிகரிக்கிறது.

ஒப்புமை ஈரப்பதத்தின் விளைவு:

- காற்றின் ஈரப்பதம் அதிகரிக்கும் போது ஒலியின் திசைவேகமும் அதிகரிக்கிறது. எனவே தான் மழைக்காலங்களில் தொலைவிலிருந்து வரக்கூடிய ஒலியைத் தெளிவாகக் கேட்க முடிகிறது.

- பல்வேறு ஊடகங்களில் ஒலியின் திசைவேகம் பற்றி அட்டவணை கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

பல்வேறு ஊடகங்களில் ஒலியின் திசைவேகம்

வ.எண்	ஊடகத்தின் தன்மை	ஊடகம்	ஒலியின் திசைவேகம் (மீவி$^{-1}$)
1	திடப்பொருள்	தாமிரம்	5010
2		இரும்பு	5950
3		அலுமினியம்	6420
4	திரவம்	மண்ணெண்ணெய்	1324
5		நீர்	1493
6		கடல் நீர்	1533
7	வாயு	காற்று (0°C)	331
8		காற்று (20°C)	343

தீர்க்கப்பட்ட கணக்கு

- எந்த வெப்பநிலையில் ஒலியின் திசைவேகமானது 0ºC ல் உள்ளதை விட இரட்டிப்பாகும்?

தீர்வு:

தேவையான வெப்பநிலையை T^oC எனக்கொள்வோம், v_1 மற்றும் v_2 என்பவை முறையே T_1K மற்றும் T_2K வெப்பநிலையில் ஒலியின் திசைவேகம் ஆகும். $T_1 = 273$ K (0^o C) மற்றும் $T_2 = (T^o C + 273)$ K

இங்கு $\frac{v_2}{v_1} = 2$ எனக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2}{T_1}} = \sqrt{\frac{273+T}{273}} = 2$$

எனவே $\frac{273+T}{273} = 4$

$$T = (273 \times 4) - 273 = 819^oC$$

ஒலியின் எதிரொலிப்பு:

- நீங்கள் வெற்று அறை ஒன்றில் அமர்ந்து கொண்டு பேசும் போது, நீங்கள் பேசிய ஒலி மீண்டும் மீண்டும் உங்களை வந்தடைவதை கவனித்திருப்பீர்கள். இது நீங்கள் பேசிய ஒலியின் எதிரொலிப்பே ஆகும். கீழ்க்காணும் செயல்பாட்டின் மூலம் ஒலி எதிரொலிப்பை விவாதிக்கலாம்.

- ஒலியானது ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு பரவும் போது இரண்டாவது ஊடகத்தால் எதிரொலிக்கப்பட்டு முதலாம் ஊடகத்திற்கு திருப்பி அனுப்பப்படுகிறது. இந்த எதிரொலிப்பானது ஒளி அலைகளில் நடைபெறும் எதிரொளிப்பைப் போன்றதே ஆகும். இரண்டாம் ஊடகத்தை நோக்கிச் செல்லும் கதிர் படுகதிர் எனவும் இரண்டாம் ஊடகத்தில் பட்டு திரும்பி வரும் கதிர் எதிரொலித்தக் கதிர் எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

எதிரொலிப்பு விதிகள்:

- ஒலி அலைகளைப் போலவே, ஒலி அலைகளும் அடிப்படை எதிரொலிப்பு விதிகளைப் பூர்த்தி செய்யும், கீழ்க்காணும் இரு எதிரொலிப்பு விதிகளும் ஒலி அலைகளுக்கும் பொருந்தும்.

  - படுகதிர், எதிரொலிக்கும் தளத்தில் வரையப்படும் செங்குத்துக்கோடு மற்றும் எதிரொலிப்புக் கதிர் ஆகியவை ஒரே தளத்தில் அமையும்.
  - படுகோணம் $<i$ மற்றும் எதிரொலிப்புக் கோணம் $< r$ ஆகியவை சமமாக இருக்கும்.

- எதிரொலிப்புத் தளத்தை நோக்கிச் செல்லும் கதிர்கள் படுகதிர்கள் எனப்படும். எதிரொலிப்புத் தளத்தில் பட்டு மீண்டும் திரும்பி வரும் கதிர்கள் எதிரொலித்தக் கதிர்கள் எனப்படும். அனைத்துப் பயன்பாடுகளுக்கும் படுகதிர் மற்றும் எதிரொலிப்புக் கதிர் ஆகியவை எதிரொலிப்புத் தளத்தில் ஒரே புள்ளி வழியாகச் செல்லும்.

- எதிரொலிப்பு தளத்துக்குச் செங்குத்தாக வரையப்பட்டுள்ள கோடு செங்குத்துக் கோடு என அழைக்கப்படுகிறது. செங்குத்துக் கோட்டுடன், படு கதிர் உருவாக்கும் கோணம் படுகோணம் (i) ஆகும். அதே போல செங்குத்துக் கோட்டுடன்

எதிரொலித்த கதிர் உருவாக்கும் கோணம் எதிரொலிப்புக் கோணம் (r) எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

கோல்கொண்டா கோட்டை (ஹைதராபாத், தெலுங்கானா) கோல்கொண்டா கோட்டையிலுள்ள கைத்தட்டும் அறையின் மேற்புறம் பல தொடர்ச்சியான வளைவுகள் உள்ளன. இதில் ஒவ்வொரு வளைவும், முந்தைய வளைவை விட சிறியதாக காணப்படும். எனவே இந்த அறையின் குறிப்பிட்டப் பகுதியில் எழுப்பப்படும் ஒலியானது, அழுத்தப்பட்டு எதிரொலிக்கப்பட்டு, பின் தேவையான அளவு பெருக்கமடைந்து ஒரு குறிப்பிட்டத் தொலைவிற்குக் கேட்கிறது.

அடர்மிகு ஊடகத்தின் விளிம்பில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு:

- ஒரு நெட்டலையானது ஊடகத்தில் பரவும் போது இறுக்கங்களாகவும், தளர்ச்சிகளாகவும் பரவும். ஒலி அலையின் இறுக்கங்கள் இடமிருந்து வலமாக பரவி ஒரு சுவரில் மோதிக்கொள்வதாக கருதிக் கொள்வோம். அவ்வாறு மோதிக்கொள்ளும் போது இருக்கங்கள் சுவரினை நோக்கி F என்ற ஒரு விசையை செயல்படுத்தும், அதே வேளையில் சுவரானது அதற்கு சமமான மற்றும் எதிர் திசையில் R = -F என்ற விசையை திரும்பச் செலுத்தும், இதனால் சுவற்றின் அருகில் மீண்டும் இறுக்கங்கள் ஏற்படும், இவ்வாறு இறுக்கங்கள் சுவரில் மோதி மீண்டும் இறுக்கங்களாகவே எதிரொலிக்கிறது. அதன் திசை மட்டும் மாறியிருக்கும்.

அடர்குறை ஊடகத்தின் விளிம்பில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு:

- காற்று ஊடகத்தின் பரப்பில் F என்ற விசையைச் செலுத்தும், அடர்குறை ஊடகம் (காற்று) குறைந்த அளவு உருக்குலைக்கும் பண்பை பொற்றுள்ளதால் இரண்டையும் பிரிக்கும் மேற்பரப்பு பின்னோக்கித் தள்ளப்படுகிறது. இதனால் அடர்குறை ஊடகத்தில் துகள்கள் மிக எளிதாக இயங்குவதால் விளிம்புப்பகுதியில் தளர்ச்சிகள் தோன்றுகின்றன. இடமிருந்து வலமாக பயணித்த இறுக்கங்கள் எதிரொலிக்கப்பட்ட பின் தளர்ச்சிகளாக மாறி வலது புறத்திலிருந்து இடது புறமாகப் பரவுகிறது.

அடர்குறை மற்றும் அடர்மிகு ஊடகம் என்றால் என்ன?
ஒலியானது ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் அதிகரித்தால் அது அடர்குறை ஊடகம் ஆகும். (காற்றுடன் ஒப்பிடும் போது நீரானது ஒலிக்கு அடர்குறை ஊடகம் ஆகும்)
ஒலியானது ஒரு ஊடகத்திலிருந்து மற்றொரு ஊடகத்திற்கு செல்லும் போது அதன் திசைவேகம் குறறயுமானால் அது அடர்மிகு ஊடகம் ஆகும். (நீருடன் ஒப்பிடும் போது காற்றானது ஒலிக்கு அடர்மிகு ஊடகம் ஆகும்)

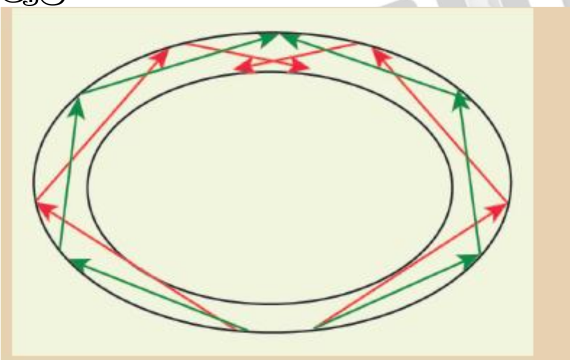
சமதளம் மற்றும் வளைவானப் பகுதிகளில் ஒலி எதிரொலிப்பு:

- ஒலி அலைகள் சமதளப் பரப்புகளில் மோதி எதிரொலிக்கும் போது ஒலி எதிரொலிப்பு விதிகளுக்கு ஏற்பப் பரவுகிறது. அவ்வாறு ஒலி அலைகள் எதிரொலிக்கும் போது ஒலி அலைகளின் செறிவு கூடுவதோ அல்லது குறைவதோ இல்லை.

ஆனால் வளைவானப் பரப்புகளில் பட்டு மோதி எதிரொலிக்கும் போது அதன் செறிவு மாறுகிறது. குவிந்த பகுதிகளில் மோதி எதிரொலிக்கும் போது எதிரொலித்த அலைகள் விரிவடைந்து செல்கிறது. அதன் செறிவும் குறைகிறது. அதேபோல குழிவான பகுதிகளில் மோதி எதிரொலிக்கும் போது எதிரொலித்த அலைகள் ஒரு புள்ளியில் குவிக்கப்படுகிறது. எனவே எதிரொலித்தக் கதிர்களின் செறிவும் ஒரு புள்ளியில் குவிக்கப்படுகிறது.

- ஒலியை ஒரு குறிப்பிட்ட புள்ளியில் குவிக்க வேண்டியத் தேவைகள் இருந்தால் மட்டுமே வளைவானப் எதிரொலிக்கும் பகுதிகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது. பெரும்பாலான பேசும் கூடங்களின் மேற்பகுதி பரவளையத்தின் வடிவில் அமைக்கப்பட்டிருக்கும். பரவளையத்தில் பிரதிபலிக்கும் ஒலியானது சுவரில் எங்கு மோதினாலும் பரவளயத்தில் ஒரு குவியப் புள்ளியிலிருந்து மற்றொரு குவியப் புள்ளியில் குவிக்கப்படுகிறது. இதனால் இதனுள் அமர்ந்து ஒருவர் மெல்லிய குரலில் பேசினாலும், மீண்டும் மீண்டும் எதிரொலித்து வரும் ஒலியினால் அரங்கத்தில் அமர்ந்திருக்கும் அனைவரின் செவியையும் அடையும்.

மெதுவாகப் பேசும் கூடம் மிகவும் புகழ் பெற்ற மெதுவாகப் பேசும் கூடம் இலண்டனிலுள்ள புனித பால் கேதிட்ரல் ஆலயத்தில் அமைந்துள்ளது. அந்த அறையில் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியில் பேசப்படும் ஒலியானது எதிர்புறம் உள்ளக் குறிப்பிட்டப் பகுதியில் தெளிவாகக் கேட்கும் வகையில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. வளைவான பகுதிகளில் நடைபெறும் பல்முனை எதிரொலிப்பே இதற்குக் காரணம் ஆகும்.



எதிரொலிகள்:

- ஒலி அலைகள் சுவர்கள், மேற்கூரைகள், மலைகள் போன்றவற்றின் பரப்புகளில் மோதி பரதிபதிக்கப்படும் நிகழ்வே எதிரொலி ஆகும்.

- நீங்கள் மலையின் அருகிலோ அல்லது ஒரு கட்டிடத்தின் அருகிலோ நின்று கைகளைத் தட்டும் போது உங்களால் அதே ஒலியை மீண்டும் கேட்க இயலும். இவ்வாறு உங்களால் மீண்டும் கேட்கக் கூடிய ஒலியே எதிரொலி ஆகும். சிறிய அறைகளில் எதிரொலியைக் கேட்க இயலாது. சிறிய அறைகளில் எதிரொலியைக் கேட்க இயலாது என்பதால் அங்கு எதிரொலிப்பு நடைபெறவில்லை என்பது பொருல்ல, ஏனெனில் சிறிய அறைகள் எதிரொலிக்கு வேண்டிய அடிப்படை நிபந்தனைகளைப் பூர்த்தி செய்வதில்லை.

எதிரொலிக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள்:

- மனிதர்களால் கேட்கப்படும் ஒலியானது, நமது காதுகளில் 0.1 விநாடிகளுக்கு நிலைத்திருக்கும், எனவே நாம் இரண்டு ஒலிகளைக் கேட்க வேண்டுமானால்

இரண்டு ஒலிகளுக்கும் இடையே கால இடைவெளி குறைந்தபட்சம் 0.1 விநாடிகள் இருக்க வேண்டும், எனவே எழுப்பப்படும் ஒலிக்கும், எதிரொலிக்கும் இடையே 0.1 விநாடிகள் இருக்க வேண்டும்.

மேற்காணும் நிபந்தனையானது பூர்த்தியாக வேண்டுமெனில் ஒலி மூலத்திற்கும் எதிரொலிக்கும் பரப்பிற்கும் இடையே உள்ள தொலைவானது கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டை பூர்த்தி செய்ய வேண்டும்.

$$\text{திசைவேகம்} = \frac{\text{ஒலி கடந்த தொலைவு}}{\text{பரவ எடுத்துக்கொண்ட காலம்}}$$

$$v = \frac{2d}{t}$$

$$d = \frac{vt}{2}$$

எனவே, $t = 0.1$ வினாடி $d = \frac{v \times 0.1}{2} = \frac{v}{20}$

ஆதலால் எதிரொலி கேட்க வேண்டுமானால் குறைந்த பட்சத் தொலைவானது காற்றில் ஒலியின் திசைவேகத்தின் மதிப்பில் $1/20$ பகுதியாக இருக்க வேண்டும். ஒலியின் திசைவேகம் காற்றின் 344 மீவி$^{-1}$ எனக் கருதினால் எதிரொலிக் கேட்பதற்கான குறைந்த பட்சத் தொலைவு 17.2 மீ ஆகும்.

எதிரெலாலியின் பயன்பாடுகள்:

- சில விலங்குகள் வெகு தொலைவில் இருக்கும் போது தங்களுக்குள் தொடர்பு கொள்ளவும், ஒலி சமிக்கைகளை அனுப்பி அதிலிருந்து வரும் எதிரொலி மூலம் எதிரிலுள்ள பொருட்களைக் கண்டறியவும் பயன்படுகிறது.

- எதிரொலித் தத்துவம் மகப்பேறியல் துறையில் அல்ட்ரா சோனோ கிராபி கருவியில் பயன்படுகிறது. இதைப் பயன்படுத்தி தாயின் கருப்பையில் உள்ள கருவின் வளர்ச்சியினை ஆராய்ந்தறியப் பயன்படுகிறது. இந்தக் கருவி மிகப் பாதுகாப்பானது ஏனெனில் இதில் தீங்கு விளைவிக்கும் கதிர்கள் எதுவும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.
- ஊடகங்களில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் கண்டறியவும் எதிரொலி பயன்படுகிறது.

எதிரொலி முறையில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் காணுதல்:
தேவையான கருவிகள்:
செய்முறை:

1. ஒலி மூலத்திற்கும், எதிரொலிப்புப் பரப்பிற்கும் இடையேயானத் தொலைவை (d) அளவு நாடாவைப் பயன்படுத்தி அளந்து கொள்ளவும்.

2. ஒலி ஏற்பியை ஒலி மூலத்திற்கு அருகில் வைக்கவும். தற்போது ஒலி சமிக்ஞைகள் ஒலி மூலத்திலிருந்து வெளிப்படும்.

3. நிறுத்துக் கடிகாரத்தைப் பயன்படுத்தி ஒலி மூலத்திலிருந்து வெளிப்பட்ட ஒலி சமிக்ஞைகளுக்கும், எதிரொலித்து வந்த ஒலி சமிக்ஞைகளுக்கும் இடையேயான

கால இடைவெளியைக் குறித்துக் கொள்ளவும். கால இடைவெளியை ‘t’ எனவே ஒலியின் திசைவேகமானது

4. இந்த சோதனையை மூன்று அல்லது நான்கு முறை செய்து பார்க்கவும். சராசரி கால இடைவெளியைக் கணக்கிடவும்.

ஒலியின் திசைவேகம் கணக்கிடல்:

ஒலி மூலத்திலிருந்து வெளியான ஒலித்துடிப்பு ஒலி மூலத்திலிருந்து சுவர் வரை சென்று பின்னர் எதிரொலித்து ஒலி மூலம் வரையுள்ள 2d தொலைவை t நேரத்தில் கடந்து செல்கிறது, எனவே

$$\text{ஒலியின் திசைவேகம் (v)} = \frac{\text{கடந்த தொலைவு}}{\text{எடுத்துக் கொண்ட நேரம்}} = \frac{2d}{t}$$

ஒலி எதிரொலிப்பின் பயன்பாடுகள்:

ஒலி எதிரொலிப்பு அட்டை:

- இது பொதுவாக வளைந்த (குழிந்த) பரப்புகள் ஆகும். இவை அரங்ககங்களிலும், இசையரங்கங்களிலும் ஒலியின் தரத்தை அதிகரிக்கப் பயன்படுகிறது. ஒலிப் பெருக்கியானது ஒலி எதிரொலிப்பு அட்டையின் குவிப்பகுதியில் இருக்குமாறு பொருத்தப் படுகிறது. ஒலிப்பெருக்கியிலிருந்து வரும் ஒலியானது, ஒலி எதிரொலிப்பு அட்டையால் எதிரொலிக்கப்பட்டு அதிகத் தரத்துடன் பார்வையாளர்களைச் சென்றடைகிறது.

காது கேட்க உதவும் கருவி:

- இது காது கேட்டலுக்குத் துணைபுரியும் கருவி ஆகும். இது கேட்டல் குறைபாடு உள்ளவர்களுக்கு பயன்படுகிறது. இந்தக் கருவியின் ஒரு முனை அகன்றும் மறுமுனை குறுகலாகவும் இருக்கும். ஒலி மூலத்திலிருந்து வரக்கூடிய ஒலியானது அகன்ற பகுதியின் சுவரில் எதிரொலித்துக் குறுகலானப் பகுதியை அடைகிறது. இந்தக் கருவியானது ஒலியைக் குவிக்கவும், அதிகச் செறிவோடு செவிப்பறையை அடையவும் பயன்படுகிறது. இந்தக் கருவியால் குறைபாடு உள்ளவர்களால் நன்றாகக் கேட்க இயலுகிறது.

கூம்பு ஒலிப்பெருக்கி:

- கூம்பு ஒலிப்பெருக்கி என்பது சிறிய அளவுக் கூட்டத்தினரிடையே உரையாட உதவும் குழல் வடிவ கருவியாகும். இதன் ஒரு முனை அகன்றும், மற்றொரு முனைக் குறுகலாகவும் காணப்படும். குறுகலானப் பகுதியில் பேசும் ஒலியானது பன்முக எதிரொலிப் படைகிறது. எனவே ஒலியானது அகன்றப் பகுதியின் வழியே வெகுதொலைவில் அதிக செறிவுடன் கேட்க இயலுகிறது.

டாப்ளர் விளைவு:

- வேகமாக இயங்கும் இரயில் வண்டியானது, ஒய்வு நிலையிலுள்ள கேட்குநரை நெருங்கும் போது அதன் ஊதல் ஒலியின் சுருதி அதிகரிப்பது போன்றும், கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்லும் போது ஊதல் அதிர்வெண்ணில் ஏற்படும் தோற்ற மாற்றத்தை முதன் முதலில் ஆஸ்திரிய நாட்டைச் சார்ந்த

கணிதவியலாளரும், இயற்பியலாளருமான கிறிஸ்டியன் டாப்ளர் 91803 – 1853) கண்டறிந்து விளக்கினார். கேட்குநருக்கும் ஒலி மூலத்திற்கும் இடையே சார்பியக்கம் இருக்கும் போது கேட்குநரால் கேட்கப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண்ணிற்கும், ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்ணிற்கும் இடையே வேறுபாடு உள்ளதைக் கண்டறிந்தார். இதுவே டாப்ளர் விளைவு ஆகும்.

1. கேட்குநர் நிலையான ஒலி மூலத்தை நோக்கியே அல்லது விலகியோச் செல்லுதல்.

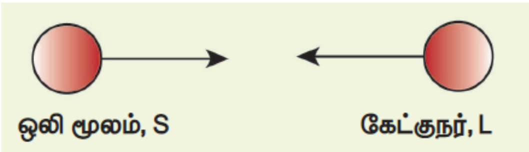
2. ஒலி மூலமானது நிலையான கேட்குநரை நோக்கியோ அல்லது விலகியோச் செல்லுதல்.

3. ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒன்றுக்கொன்று நோக்கியோ அல்லது விலகியோச் செல்லுதல்

4. ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒய்வு நிலையில் இருக்கும் போது ஒலி பரவும் ஊடகம் நகருதல்

கணக்கீடுகளின் எளிமைக்காக ஒலி பரவும் ஊடகம் ஓய்வு நிலையில் உள்ளதாகக் கருதுவோம். எனவே ஊடகத்தின் திசைவேகம் சுழி ஆகும்.

- ஒலி மூலம் S மற்றும் கேட்குநர் L முறையே v_S மற்றும் v_Lமற்றும் திசைவேகத்தில் நகர்வதாகக் கருதுவோம், ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒன்றையொன்று நோக்கி நகர்வதாக எடுத்துக் கொள்வோம். ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடையேயானத் தொலைவுகுறையும் போது தோற்ற அதிர்வெண்ணானது, உண்மையான அதிர்வெண்ணை விட அதிகமாக இருக்கும்.



- ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண் ‘n’ எனவும், கேட்குநரால் உணரப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் ‘n′ எனவும் கொள்வோம். அப்படியானால் தோற்ற அதிர்வெண் ‘n’க்கான சமன்பாடு

$$n' = \left(\frac{v + v_L}{v - V_S}\right) n$$

- இங்கு V என்பது குறிப்பிட்ட ஊடகத்தில் ஒலியின் திசைவேகம் ஆகும். நாம் தற்போது ஒலி மூலம் மற்றும் கேட்குநரின் இயக்கங்களின் பல்வேறு சாத்தியக் கூறுகளுக்கான சமன்பாடுகளைக் காண்போம்.

டாப்ளர் விளைவினால் உருவாகும் தோற்ற அதிர்வெண்ணிற்கானச் சமன்பாடுகள்:

நிலை	ஒலி மூலம் மற்றும் கேட்குநரின் நிலை	குறிப்பு	தோற்ற அதிர்வெண்

1.	• ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர். • ஒருவரையொருவர் நோக்கி நகர்கின்றனர்	1. ஒளி மூலத்திற்கும் கேட்குநருக்கும் இடையேயான தொலைவு குறைகிறது. 2. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட அதிகம்	$n'=\left(\frac{v+v_L}{v-v_s}\right)n$
2.	• ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர். • ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒருவருக்கொருவர் விலகிச் செல்கின்றனர்.	1. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கும். 2. தோற்ற அதிர்வெண், உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக் குறைவு 3. V_S மற்றும் V_L மதிப்பு நிலை 3ல் கூறப்பட்டதற்கு எதிர் திசையில் அமையும்.	$n'=\left(\frac{v-v_L}{v+v_s}\right)n$
3.	• ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர். • ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நகர்கின்றனர். • கேட்குநரை ஒலி மூலம் பின் தொடர்கிறது	1. தோற்ற அதிர்வெண் ஒலி மூலம் மற்றும் கேட்குநரின் திசை வேகத்தைப் பொறுத்து 2. V_S ஆனது நிலை 2ல் கூறப்பட்டதற்கு எதிராக அமையும்.	$n'=\left(\frac{v-v_L}{v-v_s}\right)n$
4.	• ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர். • ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நகர்கின்றனர். • ஒலி மூலத்தை கேட்குநர் பின் தொடர்கிறார்.	1. தோற்ற அதிர்வெண் ஒலி மூலமும் மற்றும் கேட்குநரின் திசைவேகத்தை பொறுத்து ஆகும். 2. V_S மற்றும் V_L நிலை 3ல் கூறப்பட்டதற்கு எதிர் திசையில் அமையும்.	$n'=\left(\frac{v+v_L}{v+v_s}\right)n$
5.	• ஒலி மூலம் ஒய்வு நிலையில் உள்ளது. • கேட்குநர் ஒலி மூலத்தை நோக்கி நகர்கிறார்.	1. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு குறைகிறது. 2. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக் அதிகம். 3. நிலை 1ல், $V_S = 0$	$n'=\left(\frac{v+v_L}{v}\right)n$
6.	• ஒலி மூலம் ஒய்வு நிலையில் உள்ளது. • கேட்குநர் ஒலி மூலத்தை நோக்கி நகர்கிறார்.	1. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கிறது. 2. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக் குறைகிறது.	$n'=\left(\frac{v-v_L}{v}\right)n$

		3. நிலை 2ல், $V_S = 0$	
7.	• கேட்குநர் ஓய்வு நிலையில் உள்ளார். • ஒலி மூலம் கேட்குநரை நோக்கி நகர்கிறது.	1. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு குறைகிறது. 2. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட அதிகம். 3. நிலை 1ல் $V_L = 0$	$n' = \left(\frac{v}{v - v_s}\right)n$
8.	• கேட்குநர் ஓய்வு நிலையில் உள்ளார். • ஒலி மூலம் கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செலகிறது.	1. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கிறது. 2. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக் குறைவு 3. நிலை 2 ல், $V_L = 0$	$n' = \left(\frac{v}{v + v_s}\right)n$

- ஒலி பரவும் ஊடகமானது (காற்று) W என்ற திசைவேகத்தில், ஒலி பரவும் திசையிலேயே நகர்வதாகக் கொள்வோம். இந்நிகழ்வில் ஒலியின் திசைவேகம் ‘v’ ஆனது (V +W) ஆக மாறுகிறது. அதே போல் ஊடகமானது, ஒலி பரவும் திசைக்கு எதிர் திசையில் நகருமானால் ஒலியின் திசைவேகம் ‘v’ ஆனது (V - W) ஆக மாறுகிறது.

தீர்க்கப்பட்ட கணக்கீடுகள்:

1. 90 Hz அதிர்வெண்ணை உடைய ஒலி மூலமானது ஒலியின் திசைவேகத்தில் (1/10) மடங்கு வேகத்தில் ஓய்வு நிலையில் உள்ள கேட்குநரை அடைகிறது. கேட்குநரால் உணரப்படும் அதிர்வெண் என்ன?
   தீர்வு: ஓய்வு நிலையில் உள்ள கேட்குநரை நோக்கி, ஒலி மூலம் நகரும்போது, தோற்ற அதிர்வெண்ணுக்கானச் சமன்பாடு.

$$n' = \left(\frac{v}{v - V_S}\right)n$$

$$= \left(\frac{v}{v - \left(\frac{1}{10}\right)V}\right)n = \left(\frac{10}{9}\right)n$$

$$= \left(\frac{10}{9}\right) \times 90 = 100\,Hz$$

2. 500 Hz அதிர்வெண்ணை உடைய ஒலி மூலமானது, 30 மீவி$^{-1}$ வேகத்தில் கேட்குநரை நோக்கி நகர்கிறது. காற்றில் ஒலியின் வேகம் 330 மீவி$^{-1}$ எனில் கேட்குநரால் உணரப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் என்ன?
   தீர்வு: ஓய்வு நிலையில் உள்ள கேட்குநரை நோக்கி, ஒலி மூலம் நகரும்போது, தோற்ற அதிர்வெண்ணுக்கானச் சமன்பாடு.

$$n' = \left(\frac{v}{v - v_s}\right) n$$

$$n' = \left(\frac{330}{330 - 30}\right) \times 500$$

=550Hz

3. ஒரு ஒலி மூலமானது 50 மீவி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் ஒய்வு நிலையில் உள்ள கேட்குநரை நோக்கி நகருகிறது. கேட்குநரால் உணரப்படும் ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்ணானது 1000 Hz ஆகும். அந்த ஒலி மூலமானது ஒய்வு நிலையில் உள்ள கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்லும் போது உணரப்படும் தோற்ற அதிர்வெண் என்ன? (ஒலியின் திசைவேகம் 33 மீ.வி$^{-1}$)

$$n' = \left(\frac{v}{v - v_s}\right) n$$

$$1000 = \left(\frac{330}{330 - 50}\right) n$$

$$n' = \left(\frac{1000 \times 280}{330}\right)$$

n = 848.48 Hz.

ஒலி மூலத்தின் உண்மையான அதிர்வெண் 848.48 Hz ஆகும். ஒலி மூலமானது கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்லும்போது உள்ள தோற்ற அதிர்வெண்ணிற்கானச் சமன்பாடு.

$$n' = \left(\frac{v}{v + v_s}\right) n$$

$$= \left(\frac{330}{330 + 50}\right) \times 858.48$$

n = 736.84 Hz

4. ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் V/10 வேகத்தில் ஒருவரையொருவர் நோக்கி நகர்கின்றனர். இங்கு V என்பது ஒலியின் வேகம் ஆகும். ஒலி மூலத்தில் வெளிப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் 'f' எனில், கேட்குநரால் கேட்கப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் என்ன?

தீர்வு: ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் V/10 வேகத்தில் ஒருவரையொருவர் நோக்கி நகரும்போது, தோற்ற அதிர்வெண்ணானது.

$$n' = \left(\frac{v + v_l}{v - v_s}\right) . n$$

$$n' = \left(\frac{v + \frac{v}{10}}{v - \frac{v}{10}} \right) . n$$

$$n' = \frac{11}{9} . f$$

$$= 1.22f$$

5. கேட்குநரால் கேட்கப்படும் தோற்ற அதிர்வெண்ணானது உண்மையான அதிர்வெண்ணில் பாதியாக இருக்க வேண்டுமெனில் ஒலி மூலம் எவ்வளவு வேகத்தில் கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்ல வேண்டும்?

   தீர்வு: ஒலி மூலமானது, ஓய்வு நிலையில் உள்ள கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்லும் போது. தோற்ற அதிர்வெண்ணிற்கான சமன்பாடு.

$$n' = \left(\frac{v}{v + v_s} \right) . n$$

$$\frac{n}{2} = \left(\frac{v}{v - v_s} \right) . n$$

$$V_s = V$$

டாப்ளர் விளைவு நடைபெறாமல் இருக்க நிபந்தனைகள்:

1. ஒலி மூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) இரண்டும் ஒய்வு நிலையில் இருக்கும் போது,
2. ஒலி மூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) சம இடைவெளியில் நகரும்போது
3. ஒலி மூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக நகரும்போது,
4. ஒலிமூலமானது வட்டப்பாதையின் மையப்பகுதியில் அமைந்து, கேட்குநர் வட்டப்பாதையில் நகரும்போது,

டாப்ளர் விளைவின் பயன்பாடுகள்:

1. வாகனம் ஒன்றின் வேகத்தை அளவிடுதல்:

காவலரின் காரில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் கருவி ஒன்று மின் காந்த அலையை உமிழும். இந்த அலையானது சாலையில் வேகமாக செல்லும் வாகனத்தின் மீது பட்டு எதிரொளிக்கப்படும். எதிரொளித்த அலையின் அதிர்வெண்ணில் மாற்றம் ஏற்படும். அந்த அதிர்வெண்ணின் மாற்றத்தைப் பயன்படுத்தி வாகனத்தின் வேகத்தைக் காண இயலும். இது அதிவேக வாகனங்களைக் கண்காணிக்க உதுவுகிறது.

2. துணைக்கோள் ஒன்றின் தொலைவினைக் கணக்கிடுதல்:

துணைக்கோள் ஒன்று புவியிலிருநந்து வெகு தொலைவிற்குச் செல்லும் போது, அதனால் உமிழப்பட்ட ரேடியோ அலைகளின் அதிர்வெண் குறையும். அந்த அதிர்வெண்ணின் மாற்றத்தைப் பயன்படுத்தி துணைக்கோளின் இருப்பிடத்தைக் கண்டறியலாம்.

3. ரேடார் (RADAR – Radio Detection and Ranging):

ரேடாரானது அதிர்வெண் மிக்க ரேடியோ அலைகளை ஆகாய விமானத்தை நோக்கி அனுப்பும். எதிரொளித்து வரும் ரேடியோ அலைகளை ரேடார் நிலையத்தில் உள்ள ஏற்பிக் கண்டறியும் அதிர்வெண்ணில் உள்ள வேறுபாட்டைக் கொண்டு விமானத்தின் வேகத்தைக் கணக்கிடலாம்.

4. சோனார் (SONAR – Sound Navigation and Ranging):

சோனார் கருவியின் மூலம் நீரில் அனுப்பப்பட்ட மற்றும் எதிரொலித்தக் கதிரின் அதிர்வெண் வேறுபாட்டைக் கொண்டு கடல் வாழ் உயிரினங்கள் மற்றும் நீர் மூழ்கிக் கப்பல்களைக் கண்டறியலாம்.

நினைவில் கொள்க:

- ஒரு ஊடகத்தில் பரவும் அலையின் திசைவேகம் அலைத் திசைவேகம் ஆகும்.
- திடப்பொருளின் மீட்சிப் பண்பு திரவ, வாயு பொருட்களைவிட அதிகமாக இருப்பதால் ஒலியின திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும், வாயுக்கள் குறைந்த மீட்சித்தன்மை உடையவை.
- 20 Hz ஐ விடக் குறைவான அதிர்வெண் உடைய ஒலி குற்றொலி ஆகும். இவைகளை மனிதனால் கேட்க இயலாது.
- 20,000 Hz ஐ விட அதிகமான அதிர்வெண்ணை உடைய ஒலி மீயொலி ஆகும். இவைகளை மனிதனால் உணர இயலாது.
- ஒலி அலைகள் எதிரொலிப்பு விதிகளைப் பூர்த்தி செய்யும்.
- அடர்குறை ஊடகத்தின் விளிம்பில் மோதும் இறுக்கங்கள் எதிரொலிப்பிற்குப் பின் தளர்ச்சிகளாக எதிரொலிக்கும்.
- எதிரொலி என்பது ஒலியானது பிரதிபலித்து மீண்டும் மீண்டும் கேட்கப்படுவது ஆகும்.
- எதிரொலி கேட்க வேண்டும் எனில் ஒலி மூலத்திற்கும், எதிரொலிப்புப் பரப்பிற்கும் இடையே குறைந்தபட்சம் 17.2 மீ தொலைவு இருக்க வேண்டும்.
- தோற்ற அதிர்வெண் என்பது கேட்குநரால் கேட்கப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் ஆகும்.