10th Science Lesson 5 Notes in Tamil

5] ஒலியியல்

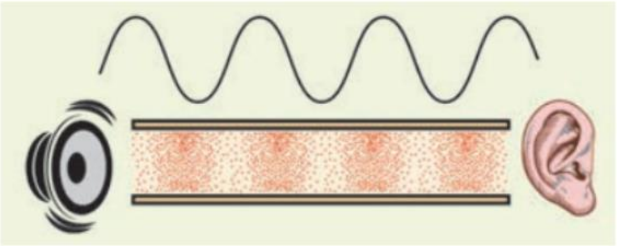
அறிமுகம்:

ஒலி நமது அன்றாட வாழ்வில் முக்கியப்பங்கு 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 தெரிய வேண்டியது அவசியமாகிறது. இசைக்கருவிகளை உருவாக்குவது மற்றும் இசை அரங்கங்களை வடிவமைப்பது மட்டுமே ஒலியியல் என்ற தவறான புரிதலும் சில நேரங்களில் ஏற்படுகிறது. ஒலியியல் என்பது ஒலி உருவாதல், ஒலி பரவல், ஒலியாற்றலை கட்டுப்படுத்துதல் மற்றும் ஒலியினால் ஏற்படும் விளைவுகள் ஆகியவைகளைப் பற்றி அறிந்து கொள்ளும் இயற்பியலின் ஒரு பிரிவு ஆகும். நீங்கள் ஏற்கனவே ஒன்பதாம் வகுப்பில் ஒலி பரவுதல் மற்றும் ஒலி அலைகளின் பண்புகளைப் பற்றி படித்துள்ளீர்கள், நாம் இந்தப் பாடத்தில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு, எதிரொலி, மற்றும் டாப்ளர் விளைவு ஆகியவைகளைப் பற்றி படிக்க இருக்கிறோம்.

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. ஆதிர்வடையும் பொருட்கள் அலை வடிவில் ஆற்றலை உருவாக்குகிறது. அதுவே உலி அலைகளாகும்.

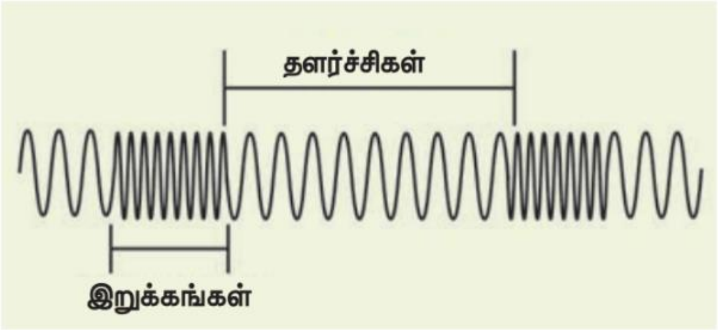


ஒலி அலைகள் உருவாதல்

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 அனைத்து 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 அலைகள் நெட்டலைகளாகப் பரவுதல்

ஒலி அலைகளை அதிர்வெண்ணைப் பொறுத்து வகைப்படுத்தல்:

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

(ii) **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.

(iii) **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	அலைநீளம் 1.65 செ.மீ முதல் 1.65 மீ வரை இருக்கும்	அலை நீளம் 4×10^{-7} மீ முதல் 7×10^{-7} மீ வரை இருக்கும
4	ஒலி அலைகள் 340 மீவி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் பரவும் (NTP)	ஒளி அலைகள் 3×10^{8} மீ$^{-1}$ திசைவேகத்தில் பரவும்

ஒலி அலைகளின் திசைவேகம்:

ஒரு அலையின் திசைவேகம் பற்றி விவாதிக்கும் போது, இரு வகையான திசைவேகங்களை நாம் கணக்கில் எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும், அவைகள் அதிர்வடையும் துகளின் திசைவேகம் மற்றும் அலையின் திசைவேகம் ஆகும். 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 ஓரலகு காலத்தில் ஒலி அலை பரவும் தூரம் எனவும் குறிப்பிடலாம்.

அலைத் திசைவேகம் = தொலைவு / பரவ எடுத்துக்கொண்ட காலம்

ஒரு அலையானது λ என்ற தூரத்தை (அலைநீளம்) T காலத்தில் கடந்து சென்றால் அதன் அலைத் திசைவேகத்தை

$V = \lambda / T$ (5.1)

என குறிப்பிடலாம்.

ஆதலால் ஒரு விநாடி நேரத்தில், ஒலி அலை கடந்தத் தொலைவு அலைத் திசைவேகம் ஆகும். $(n) = 1 / T$ என்பதை அலையின் அதிர்வெண் என கருதினால் சமன்பாடு (5.1) ஐ

$V = n\lambda$ (5.2)

என எழுதலாம்,

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:

திடப்பொருள்களின் 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 ஒலியின் 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.

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

வெப்பநிலையின் விளைவு: வாயுக்களில் ஒலியின் திசைவேகம், அதன் வெப்பநிலையின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர் தகவில் அமையும். எனவே வெப்பநிலை அதிகரிக்கும் போது, திசைவேகமும் அதிகரிக்கிறது. $V \alpha \sqrt{T}$. வெப்பநிலை $T^{o}C$ ல் திசைவேகமானது.

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

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

<u>தீர்க்கப்பட்ட கணக்கு</u>

எந்த வெப்பநிலையில் ஒலியின் திசைவேகமானது $0^{o}C$ 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° C) மற்றும் $T_2 = (T^oC + 273)K$

இங்கு $v_2 / v_1 = 2$ எனக் கொடுக்கப்பட்டுள்ளது.

$$v_2 / v_1 = \frac{\sqrt{T2}}{T1} = \frac{\sqrt{273+T}}{273} = 2$$

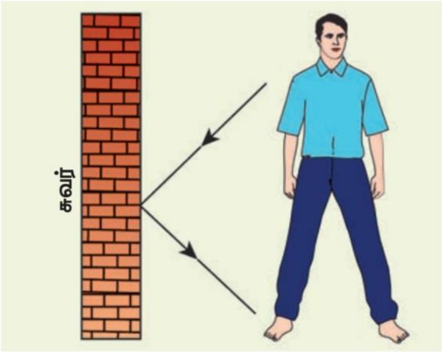
எனவே, 273 + T / 273 = 4

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

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. இது காண்பிக்கப்பட்டுள்ளது.



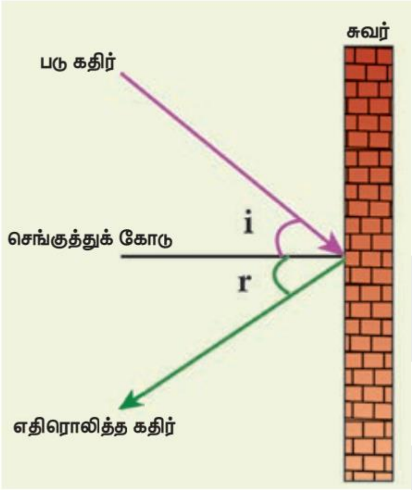
ஒலியின் எதிரொலிப்பு

எதிரொலிப்பு விதிகள்:

ஒளி 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 $\angle i$ மற்றும் எதிரொலிப்புக் கோணம் $\angle r$ 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.

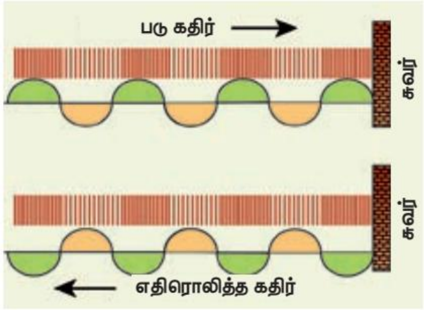


எதிரொலிப்பு விதிகள்

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.

<u>அடர்மிகு ஊடகத்தின் விளிம்பில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு:</u>

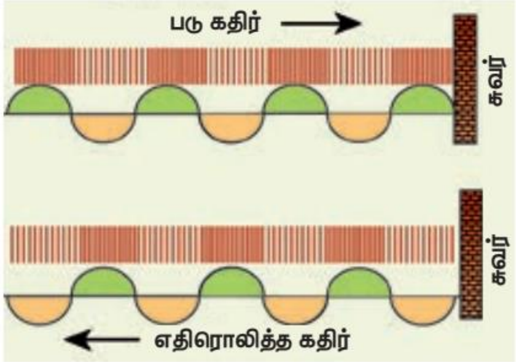
ஒரு நெட்டலையானது ஊடகத்தில் பரவும் போது இறுக்கங்களாகவும், தளர்ச்சியாகவும் பரவும். ஒலி அலையின் இறுக்கங்கள் இடமிருந்து வலமாக பரவி ஒரு சுவரில் மோதிக்கொள்வதாக கருதிக் கொள்வோம். அவ்வாறு மோதிக்கொள்ளும் போது இறுக்கங்கள் சுவரினை நோக்கி F என்ற ஒரு விசையை செயல்படுத்தும். அதே வேளையில் சுவரானது அதற்கு சமமான மற்றும்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



அடர்மிகு ஊடகத்தின் விளிம்பில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு

<u>அடர்குறை ஊடகத்தினை விளிம்பில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு:</u>

திடப்பொருளில் பயணிக்கும் ஒலி அலையின் இறுக்கங்கள் காற்று ஊடகத்தின் விளிம்பை அடைவதாகக் கொள்வோம். அப்போது இறுக்கங்களானது, காற்று ஊடகத்தின் பரப்பில் F என்ற விசையைச் செலுத்தும், அடர்குறை ஊடகம் (காற்று) குறைந்த அளவு உருகுக்குலைக்கும் பண்பை பெற்றுள்ளதால் 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. இதனை கீழ்காணும் படத்தில் காணலாம்.



அடர்குறை ஊடகத்தின் விளிம்பில் ஒலி அலைகளின் எதிரொலிப்பு

<u>சமதளம் மற்றும் வளைவானப் பகுதிகளில் ஒலி எதிரொலிப்பு:</u>

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 தேகைள் இருந்தால் மட்டுமே வளைவான 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.

<u>எதிரொலிகள்:</u>

ஒலி அலைகள் சுவர்கள், மேற்கூரைகள், மலைகள் போன்றவற்றின் பரப்புகளில் மோதி பிரதிபலிக்கப்படும் 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 பொருளல்ல. ஏனெனில் சிறிய அறைகள் எதிரொலிக்கு வேண்டிய அடிப்படை நிபந்தளைகளைப் பூர்த்தி செய்வதில்லை.

<u>எதிரொலிக்கு வேண்டிய நிபந்தனைகள்:</u>

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,

திசைவேகம் = ஒலி கடந்த தொலைவு / பரவ எடுத்துக்கொண்ட காலம்

$v = 2d / t$

$d = vt / 2$

எனவே, $t = 0.1$ வினாடி $d = v \times 0.1 / 2 = v / 20$

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

<u>எதிரொலியின் பயன்பாடுகள்:</u>

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

<u>எதிரொலி முறையில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் காணுதல்:</u>

தேவையான கருவிகள்:

ஒலி மூலம், அளவு நாடா, ஒலி ஏற்பி மற்றும் நிறுத்துக் கடிகாரம்.

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 வளைரயுள்ள 2d தொலைவை t நேரத்தில் கடந்து செல்கிறது. எனவே

ஒலியின் திசைவேகம் (v) = கடந்த தொலைவு / எடுத்துக்கொண்ட நேரம் = 2d / t

ஒலி எதிரொலிப்பின் பயன்பாடுகள்:

ஒலி எதிரொலிப்பு அட்டை:

இது பொதுவாக வளைந்த (குழிந்த) பரப்புகள் ஆகும். இவை அரங்கங்களிலும், இசையரங்கங்களிலும் ஒலியின் தரத்தை அதிகரிக்கப் பயன்படுகிறது. ஒலிப் பெருக்கியானது ஒலி எதிரொலிப்பு அட்டையின் குவியப்பகுதியில் இருக்குமாறு பொருத்தப்படுகிறது. 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 எதிரொலிப்படைகிறது. எனவே ஒலியானது அகன்றப் பகுதியின் வழியே வெகுதொலைவில் அதிக செறிவுடன் கேட்க இயலுகிறது.

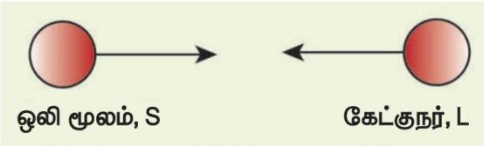
<u>டாப்ளர் விளைவு:</u>

வேகமான இயங்கும் இரயில் வண்டியானது, ஓய்வு நிலையிலுள்ள கேட்குநரை நெருங்கும் போது அதன் ஊதல் ஒலியின் சுருதி அதிகரிப்பது போன்றும், கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்லும் போது ஊதல் ஒலியின் சுருதி குறைவது போன்று தோன்றும். இந்த அதிர்வெண்ணில் ஏற்படும் தோற்ற மாற்றத்தை முதன் முதலில் ஆஸ்திரிய நாட்டைச் சார்ந்த கணிதவியலாளரும், இயற்பியலாளருமான கிறிஸ்டியன் டாப்ளர் (1803 – 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. இந்த சார்பியக்கமானது கீழ்க்காணும் வகைகளில் இருக்கலாம்.

(i) கேட்குநர் நிலையான ஒலி மூலத்தை நோக்கியோ அல்லது விலகியோச் செல்லுதல்.
(ii) ஒலி மூலமானது நிலையான கேட்குநரை நோக்கியோ அல்லது விலகியோச் செல்லுதல்.
(iii) ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒன்றுக்கொன்று நோக்கியோ அல்லது விலகியோச் செல்லுதல்.
(iv) ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஓய்வு 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_L மற்றும் திசைவேகத்தில் நகர்வதாகக் கருதுவோம். ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒன்றையொன்று நோக்கி நகர்வதாக எடுத்துக் கொள்வோம். ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடையேயானத் தொலைவுகுறையும்போது தோற்ற அதிர்வெண்ணானது, உண்மையான அதிர்வெண்ணை விட அதிகமாக இருக்கும்.



ஒலி மூலமும் கேட்குநரும் ஒருவரையொருவர் நோக்கி நகர்தல்

ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண் 'n' எனவும், கேட்குநரால் உணரப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண் n₹ எனவும் கொள்வோம். அப்படியானால் தோற்ற அதிர்வெண் n₹ க்கான சமன்பாடு.

n₹ = $(v + v_L / v - v_S)\ n$

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.	அ. ஒளி மூலத்திற்கும் கேட்குநருக்கும் இடையேயான தொலைவு குறைகிறது. ஆ. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட அதிகம்.	n₹ = (v + v_L / v = v_S) n
2	• ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர். • ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் ஒருவருக்கொருவர் விலகிச் செல்கின்றனர்.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கும். ஆ.தோற்ற அதிர்வெண், உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக் குறைவு. இ. v_S மற்றும் v_L மதிப்பு நிலை 3 ல் கூறப்பட்டதற்கு எதிர் திசையில் அமையும்.	n₹ = (v – v_L / v + v_S) n
3	• ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர். • ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நகர்கின்றனர். • கேட்குநரை ஒலி மூலம் பின் தொடர்கிறது.	அ. தோற்ற அதிர்வெண் ஒலி மூலம் மற்றும் கேட்குநரின் திசை வேகத்தைப் பொறுத்து. ஆ. v_S ஆனது நிலை 2 ல் கூறப்பட்டதற்கு எதிராக அமையும்.	n₹ = (v – v_L / v – v_S) n
4	• ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர். • ஒன்றன் பின் ஒன்றாக நகர்கின்றனர். • ஒலி மூலத்தைக் கேட்குநர் பின் தொடர்கிறார்.	அ. தோற்ற அதிர்வெண் ஒலி மூலமும் மற்றும் கேட்குநரின் திசைவேகத்தை பொறுத்தது ஆகும். ஆ. v_S மற்றும் v_L நிலை 3 ல் கூறப்பட்டதற்கு எதிர் திசையில் அமையும்.	n₹ = (v + v_L / v + v_S) n
5	• ஒலி மூலம் ஓய்வு நிலையில் உள்ளது. • கேட்குநர் ஒலி மூலத்தை நோக்கி நகர்கிறார்.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு குறைகிறது.	n₹ = (v + v_L / v) n

		ஆ. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட அதிகம். இ. நிலை 1 ல், $v_S = 0$	
6	• ஒலி மூலம் ஓய்வு நிலையில் உள்ளது. • கேட்குநர் ஒலி மூலத்தை விட்டு விலகி நகர்கிறார்.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கிறது. ஆ. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக் குறைகிறது. இ.நிலை 2 ல் = $v_S = 0$	n₹ = $(v - v_L / v) n$
7	• கேட்குநர் ஓய்வு நிலையில் உள்ளார். • ஒலி மூலம் கேட்குநரை நோக்கி நகர்கிறது.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு குறைகிறது. ஆ. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விட அதிகம். இ. நிலை 1 ல், $v_L = 0$	n₹ = $(v / v - v_S) n$
8	• கேட்குநர் ஓய்வு நிலையில் உள்ளார். • ஒலி மூலம் கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்கிறது.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கிறது. ஆ. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக் குறைவு. இ. நிலை 2 ல், $v_L = 0$	n₹ = $(v / v + v_S) n$

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.

<u>தீர்க்கப்பட்ட கணக்கீடுகள்:</u>

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₹ = $(v / v - v_S) n$

$= (v / v - (1 / 10) v) n = (10 / 9) n$

$= (10 / 9) \times 90 = 100$ 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₹ = $(v / v - v_S) n$

n₹ = $(330 / 330 - 30) \times 500 = 550$ Hz

3. ஒரு ஒலி மூலமானது 50 மீவி$^{-1}$ திசைவேகத்தில் ஓய்வு நிலையில் உள்ள கேட்குநரை நோக்கி நகருகிறது. கேட்குநரால் உணரப்படும் ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்ணானது 1000 Hz ஆகும். அந்த ஒலி மூலமானது ஓய்வு நிலையில் உள்ள கேட்குநரை விட்டு விலகிச் செல்லும் போது உணரப்படும் தோற்ற அதிர்வெண் என்ன? (ஒலியின் திசைவேகம் 330 மீவி$^{-1}$)

n₹ = $(v / v - v_S) n$

$1000 = (330 / 330 - 50) n$

$n = (1000 \times 280 / 330) = 848.48$ Hz.

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

n₹ = $(v / v + v_S) n$

$= (330 / 330 + 50) \times 848.48$

$n = 736.84$ Hz

winmeen.com

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

$n' = (v + v_l / v - v_s) .n$

$n' = (v + v / 10 / v - v / 10) .n$

$n' = 11 / 9 .f = 1.22 f$

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 செல்லும்போது, தோற்ற அதிர்வெண்ணிற்கான சமன்பாடு

$n' = (v / v + v_s) .n$

$n / 2 = (v / v + v_s) .n$

$V_S = V$

டாப்ளர் விளைவு நடைபெறாமல் இருக்க நிபந்தனைகள்:

கீழ்க்காணும் சூழல்களில் டாப்ளர் விளைவு நடைபெறுவதில்லை மற்றும் கேட்குநரால் கேட்கப்படும் தோற்ற அதிர்வெண்ணானது, ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்ணுக்குச் சமமாகவே இருக்கும்.

(i) ஒலி மூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) இரண்டும் ஓய்வு நிலையில் இருக்கும்போது.
(ii) ஒலி மூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) சம இடைவெளியில் நகரும்போது.
(iii) ஒலி மூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக நகரும்போது.
(iv) ஒலி மூலமானது வட்டப்பாதையின் மையப்பகுதியில் அமைந்து, கேட்குநர் வட்டப்பாதையில் நகரும்போது.

டாப்ளர் விளைவின் பயன்பாடுகள்:

அ. 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 உதவுகிறது.

ஆ. துணைக்கோள் ஒன்றின் தொலைவினைக் கணக்கிடுதல்:

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

இ. 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.

ஈ. 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 ஒலியின் திசைவேகம் அதிகமாக இருக்கும். வாயுக்கள் குறைந்த மீட்சித்தன்மை உடையவை.
- 20 Hz ஐ விடக் குறைவான அதிர்வெண் உடைய ஒலி குற்றொலி ஆகம். 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 பிரதிபிலித்து 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.

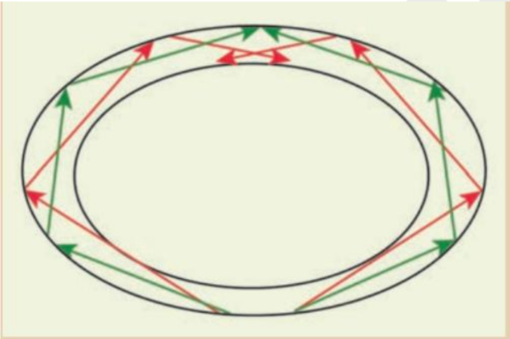
உங்களுக்கு தெரியுமா?

1. **கோல்கொண்டா கோட்டை (ஹைதராபாத், தெலங்கானா)** – 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.
2. **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 குறையுமானால் அது அடர்மிகு ஊடகம் ஆகும். (நீருடன் ஒப்படும் போது காற்றானது ஒலிக்கு அடர்மிகு ஊடகம் ஆகும்).

3. **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 அமைக்கப்படுள்ளது. வளைவான பகுதிகளில் நடைபெறும் பல்முனை எதிரொலிப்பே இதற்குக் காரணம் ஆகும்.



மெதுவாகப் பேசும் கூடம்

4. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடையே சார்பியக்கம் இருக்கும் போது, கேட்குநரால் கேட்கப்படும் ஒலியின் அதிர்வெண்ணானது, ஒலி மூலத்தின் அதிர்வெண்ணிலிருந்து மாறுவது போல் தோன்றும், இந்நிகழ்வு டாப்ளர் விளைவு எனப்படும்.