ஒலியியல்

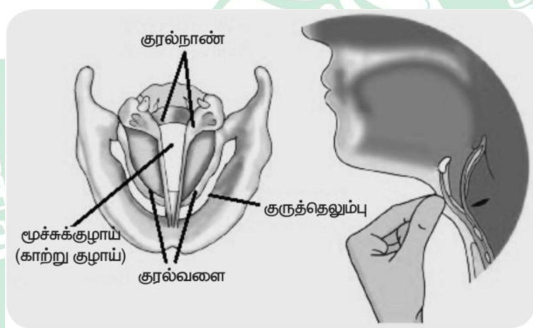
மனிதரில் ஒலி உருவாதல் முறை:

மனிதரில் குரலானது தொண்டையிலுள்ள லாரிங்கிஸ் எனப்படும் குரல் ஒலிப்பெட்டியில் உருவாகிறது. இது மூச்சுக்குழாயின் மேல் பகுதியில் அமைந்துள்ளது. குரல் நாண்கள் எனப்படும் தசைநார்கள் குரல் வளையின் குறுக்கே கட்டப்பட்டுள்ளன.

குரல் நாண்கள் குறுகியபிளவுகளைக் கொண்டுள்ளன. இதன் மூலம் காற்று உள்ளேயும் வெளியேயும் செல்கிறது. நாம் பேசும் போது நுரையீரலில் இருந்து வரும் காற்று மூச்சுக்குழாய் வழியாக குரல்வளைக்குச் செல்கிறது.

காற்று குறுகிய பிளவுகளின் வழியே செல்லும் போது குரல் நாண்கள் அதிர்வடைந்து ஒலியை உருவாக்குகின்றன. குரல்நாண்களின் தடிமனை மாற்றுவதன் மூலம் குறுகியபிளவில் காற்றுத் தம்பத்தின் நீளம் மாறுகிறது. இதன் மூலம் பல்வேறு சுருதியுடைய ஒலிகள் உருவாகிறது.

ஆண்களின் குரல் நாண் நீளமாகவும், தடித்ததாகவும் இருப்பதால்அவர்களதுகுரலானதுபெண்களின்குரலைவிடகனமானதாகஇருக்கிறது .



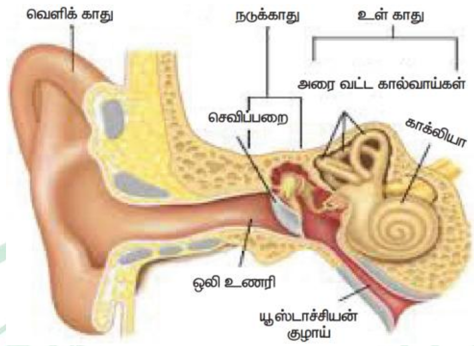
மனித காதுகள் செயல்படும் விதம்:

ஒலியைக் கேட்க உதவும் முக்கியமான உறுப்பு காது ஆகும். நாம் காதுகள் வழியாக ஒலியைக் கேட்க முடிகிறது. மனிதக் காது காற்றில் உள்ள உயர் அதிர்வெண் கொண்ட அதிர்வுகளை உள்ளிழுத்து அவற்றைப் பகுத்தாய்கிறது.

நீர்வாழ் விலங்குகளின் காதுகள் நீரின் அதிக அதிர்வெண் கொண்ட அதிர்வுகளைப் பெறும் வகையில் வடிவமைக்கப்பட்டுள்ளன. மனிதக் காதுகளின் வெளிப்புறப்பகுதியானது காது மடல் எனப்படும். இது சுற்றுப்புறத்தில் இருந்து ஒலியைச் சேகரிக்கும் வகையில் அமைந்துள்ளது.

பின்னர் அது செவிக்குழாய் வழியாக செவிப்பறையை (டிம்பானிக் சவ்வு) அடையும். ஒலி செவிப்பறையை அடையும்போது, செவியிலுள்ள சிற்றெலும்புகள் முன்னும் பின்னும் நகர்ந்து அதிர்வுகளை உருவாக்குகின்றன.

இந்த அதிர்வுகள் உட்செவியிலுள்ள சிறப்பு செல்களை அடைகின்றன. உள் காதில் இருந்து அதிர்வுகள் சமிக்ஞைகள் வடிவில் மூளைக்கு அனுப்பப்படுகின்றன. மூளை இந்த சமிக்ஞைகளை ஒலிகளாக உணர்கிறது.

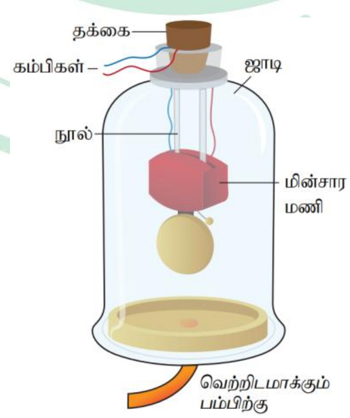


ஒலி அலைகள் பரவ ஊடகம் தேவையா:

ஒலி அலைகள் பரவுவதற்கு காற்று, நீர் எஃகு 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 வெளியேற்றும் போது, ஒலியின் அளவு சிறிது சிறிதாகக் குறையத் தொடங்குகிறது. காற்றை முற்றிலுமாக வெளியேற்றிய பிறகு ஒலி கேட்பதில்லை. குடுவையினுள் மீண்டும் காற்றைச் செலுத்தினால் ஒலியானது மீண்டும் கேட்கத் தொடங்கும்.



எதிரொலிகள்:

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 கேட்கஇயலாது.

சிறிய அறைகளில் எதிரொலியைக் கேட்கஇயலாது என்பதால் அங்கு எதிரொலிப்பு நடைபெறவில்லை என்பது பொருளல்ல. 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.

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

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

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

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

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

எதிரொலியின் பயன்பாடுகள்:

- சில விலங்குகள் வெகு தொலைவில் இருக்கும் போது தங்களுக்குள் தொடர்பு கொள்ளவும், ஒலி சமிக்ஞைகளை 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 கருவிமிகப் பாதுகாப்பானது ஏனெனில் இதில் தீங்கு விளைவிக்கும் கதிர்கள் எதுவும் பயன்படுத்தப்படுவதில்லை.
- ஊடகங்களில் ஒலியின் திசைவேகத்தைக் கண்டறியவும் எதிரொலி பயன்படுகிறது.

ஒலி எதிரொலிப் பின்பயன்பாடுகள்:

ஒலி எதிரொலிப்பு அட்டை:

இது பொதுவாக வளைந்த (குழிந்த) பரப்புகள் ஆகும். இவை அரங்கங்களிலும், இசையரங்கங்களிலும் ஒலியின் தரத்தை அதிகரிக்கப் பயன்படுகிறது. ஒலிப் பெருக்கியானது ஒலி எதிரொலிப்பு அட்டையின் குவியப்பகுதியில் 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 ஒலியைக்கு விக்கவும், 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.

பலமுறை எதிரொலித்தலின் பயன்கள்:

இசைக் கருவிகள்:

குழல்பெருக்கி, ஒலிபெருக்கி, குழல்கள், நாதஸ்வரம், செனாய், தாரை போன்ற இசைக் கருவிகள் யாவும் ஒலியானது ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் பரவும் வகையில் வடிவமைக்கப் பட்டுள்ளன. 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.

ஒலி எதிரொலிப்பின் பயன்கள்:

இதயத்துடிப்புமானி: இது ஒலியின் பன்மடங்கான எதிரொலிப்பின் தத்துவத்தில் இயங்குகிறது.

இது மூன்று பகுதிகளை கொண்டது:

1. இதயத்தின்மீதுவைக்கும்பகுதி
2. காதில்வைக்கும்பகுதி
3. ரப்பர்குழாய்

(i) **இதயத்தின் மீது வைக்கும் பகுதி:** இது சிறிய தட்டு வடிவிலான ஒத்ததிர்வுச் சவ்வு. இது ஒலியை மிக நுண்ணியமாக உணரும். மேலும் உணர்ந்த ஒலியை பெருக்கும்.

(ii) **காதில்வைக்கும்பகுதி:** இது உலோகக் குழாய்களால் ஆனது. இது இதயத்திலிருந்து உணர்ந்த ஒலியை கேட்கப் பயன்படுகிறது.

(iii) **ரப்பர்குழாய்:** இது இதயம் மீதுவைக்கும் பகுதியையும் காதில் வைக்கும் பகுதியையும் இணைக்கிறது. இதயம் மீது வைக்கும் பகுதியின் சவ்வு உணர்ந்த ஒலியை காதில் வைக்கும் பகுதிக்கு எடுத்துச் செல்கிறது. நுரையீரலின் சத்தம் அல்லது இதயத்தின் துடிப்பு அல்லது உடல் உள் உறுப்புகள் ஏற்படுத்தும் ஒலியை உணர்ந்து, அதை காதில் வைக்கும் பகுதிக்கு ரப்பர் குழாயில் ஏற்படும் பன்மடங்கு எதிரொலிப்பு மூலம் எடுத்துச் செல்கிறது.

1. **எதிரொலி:** சுவர் அல்லது மலை அல்லது எந்தவொரு ஒலித்தடை பரப்பினாலும் ஒலி எதிரொலிக்கப்பட்டு, மீண்டும் மீண்டும் கேட்கப்படும் ஒலி எதிரொலி எனப்படும். 20°C யில் காற்றில் ஒலியின் வேகம் 344 ms^{-1}. 344m தொலைவிலுள்ள சுவற்றினை நோக்கி நாம் சப்தம் செய்தால் அது 1 விநாடியில் சுவற்றை அடையும். சுவற்றில் எதிரொலித்த பிறகு, மேலும் 1 வினாடி கழித்து அந்த ஒலி நம்மை அடையும். எனவே, இரு வினாடிகள் கழித்து எதிரொலியை கேட்போம்.
2. **சோனார் (SONAR):** Sound NAvigation and Ranging. ஒலி எதிரொலிப்பு மூலம் கடலினுள் தேடுதல் மற்றும் கண்டுபிடித்தல் கருவி. சோனார் கருவி ஒலியின் எதிரொலிப்பைப் பயன்படுத்தி நீரினுள் உள்ள பொருளின் நிலை அல்லது இயக்கத்தை உணரப் பயன்படுகிறது. இதே முறையில் தான் டால்பின்களும், வவ்வால்களும் இருளில் கூட தாங்கள் செல்ல வேண்டிய வழியை தேர்ந்தெடுக்கின்றன.
3. **எதிர்முழக்கம் (Reverberation):** மூடிய அறை ஒன்றினுள் ஒலி தொடர்ந்து சுவர்களினால் எதிரொலிக்கப்படும்போது, ஒலிமூலம் ஒலி ஏற்படுத்துவதை நிறுத்திய பிறகும், ஒலி கேட்கப்படும். இவ்வாறு ஓர் அறையில் ஒலி மீதி (reverberation) இருக்கும் நிகழ்வு எதிர் முழக்கம் எனப்படும். ஒலி மூலம் ஒலி ஏற்படுத்துவதை நிறுத்திய பிறகு ஒலி கேட்கும் நேரம் "எதிர் முழக்க நேரம்"(reverberation time) எனப்படும். எதிர் முழக்க நேரம் கூடத்தில் ஒலியின் தனியியல்பைப் பாதிக்கும். எனவே, அரங்கங்கள் உகந்த அளவு எதிர் முழக்க நேரம் அமையுமாறு அமைக்கப்படுகிறது.

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 முழக்கம் 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.

டாப்ளர் விளைவு:

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 அதிர் வெண்ணிற்கும், 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 கருதுவோ. எனவே ஊடகத்தின் திசைவேகம் சுழி ஆகும்.

ஒலி மூலம் S மற்றும் கேட்குநர் L முறையே V_S மற்றும் V_L மற்றும் திசைவேகத்தில்நகர்வதாகக்கருதுவோம். ஒலிமூலமும், கேட்குநரும்ஒன்றையொன்றுநோக்கிநகர்வதாகஎடுத்துக்கொள்வோம். ஒலிமூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும்இடையேயானத்தொலைவுகுறையும்போதுதோற்றஅதிர்வெண்ணானது, உண்மையானஅதிர்வெண்ணைவிடஅதிகமாகஇருக்கும்.

ஒலிமூலத்தின்அதிர்வெண் 'n' எனவும், கேட்குநரால்உணரப்படும்ஒலியின்அதிர்வெண் n' எனவும்கொள்வோம். அப்படியானால்தோற்றஅதிர்வெண் n'க்கானசமன்பாடு

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

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.	அ.ஒளி மூலத்திற்கும் கேட்குநருக்கும் இடையேயான தொலைவு குறைகிறது. ஆ. 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.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கும். ஆ. தோற்ற அதிர்வெண், உண்மை – அதிர்வெண்ணை விடக்குறைவு. இ. V_S மற்றும் V_Lமதிப்பு நிலை 3 ல் 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	அ. தோற்ற அதிர்வெண் ஒலி மூலம் மற்றும் கேட்குநரின் திசை வேகத்தைப் பொறுத்து. ஆ. V_S ஆனது நிலை 2 ல் கூறப்பட்டதற்கு எதிராக அமையும்.	$n' = \left(\frac{v - v_L}{v - v_s}\right) n$

	தொடர்கிறது.		
4	• ஒலி மூலமும், கேட்குநரும் இயக்கத்தில் உள்ளனர். ஒன்றன்பின் ஒன்றாக நகர்கின்றனர். • ஒலி மூலத்தை கேட்குநர் பின் தொடர்கிறார்.	அ. தோற்ற அதிர்வெண் ஒலி மூலமும் மற்றும் கேட்குநரின் திசைவேகத்தை பொறுத்தது ஆகும். ஆ. V_S மற்றும் V_Lநிலை 3 ல் கூறப்பட்டதற்கு எதிர்திசையில் அமையும்.	$n' = \left(\frac{v + v_L}{v + v_s}\right) n$
5	• ஒலி மூலம் ஓய்வு நிலையில் உள்ளது. • கேட்குநர் ஒலி மூலத்தை நோக்கி நகர்கிறார்.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு குறைகிறது. ஆ. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை – அதிர்வெண்ணை விடக்அதிகம். இ. நிலை 1 ல், $V_S = 0$	$n' = \left(\frac{v + v_L}{v}\right) n$
6	• ஒலி மூலம் ஓய்வு நிலையில் உள்ளது. • கேட்குநர் ஒலி மூலத்தை விட்டுவிலகி நகர்கிறார்.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கிறது. ஆ. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர் வெண்ணை விடக்குறைகிறது. இ. நிலை 2 ல், $V_S = 0$	$n' = \left(\frac{v - v_L}{v}\right) n$
7	• கேட்குநர் ஓய்வு நிலையில் உள்ளார். • ஒலி மூலம் கேட்குநரை நோக்கி	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு குறைகிறது.	$n' = \left(\frac{v}{v - v_s}\right) n$

	நகர்கிறது.	ஆ. தோற்ற அதிர் வெண் உண்மை அதிர் வெண்ணை விட அதிகம். இ. நிலை 1 ல், $V_L = 0$	
8	• கேட்குநர் ஓய்வு நிலையில் உள்ளார். • ஒலி மூலம் கேட்குநரை விட்டுவிலகிச் செல்கிறது.	அ. ஒலி மூலத்திற்கும், கேட்குநருக்கும் இடைப்பட்டத் தொலைவு அதிகரிக்கிறது. ஆ. தோற்ற அதிர்வெண் உண்மை அதிர்வெண்ணை விடக்குறைவு இ. நிலை 2 ல், $V_L = 0$	$n' = \left(\frac{v}{v + v_s}\right) n$

ஒலி பரவும் ஊடகமானது (காற்று) W என்ற திசை வேகத்தில், ஒலிபரவும் திசையிலேயே நகர்வதாகக் கொள்வோம். இந்நிகழ்வில் ஒலியின் திசைவேகம் 'V' ஆனது (V+W) ஆகமாறுகிறது. அதே போல் ஊடகமானது, ஒலிபரவும் திசைக்கு எதிர் திசையில் நகருமானால் ஒலியின் திசை வேகம் 'V' ஆனது (V – W) ஆகமாறுகிறது.

டாப்ளர் விளைவு நடைபெறாமல் இருக்கநிபந்தனைகள்:

கீழ்க்காணும் சூழல்களில் டாப்ளர் விளைவு நடைபெறுவதில்லை மற்றும் கேட்குநரால் கேட்கப்படும் தோற்ற அதிர் வெண்ணானது, ஒலி மூலத்தின் அதிர் வெண்ணுக்குச் சமமாகவே இருக்கும்.

(i) ஒலிமூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) இரண்டும் ஓய்வு நிலையில் இருக்கும் போது.

(ii) ஒலிமூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) சமஇடைவெளியில்நகரும்போது.

(iii) ஒலி மூலம் (S) மற்றும் கேட்குநர் (L) ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக நகரும் போது.

(iv) ஒலி மூலமானது வட்டப்பாதையின் மையப்பகுதியில் அமைந்து, கேட்குநர் வட்டப்பாதையில் நகரும் போது.

டாப்ளர் விளைவின் பயன்பாடுகள்:

அ. வாகனம் ஒன்றின் வேகத்தை அளவிடுதல்

காவலரின் காரில் பொருத்தப்பட்டிருக்கும் கருவி ஒன்று மின்காந்த அலையை உமிழும், இந்த அலையானது சாலையில் வேகமாக செல்லும் வாகனத்தின் மீதுபட்டு

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 வெகுதொலைவிற்குச் 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 ஏற்பிக்கண்டறியும் 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.

ஒத்ததிர்வு:

ஒத்ததிர்வு திணிப்பு அதிர்வின் சிறப்புநிகழ்வு ஆகும். இங்கு புறசீரலைவு விசையின் (அல்லது இயக்கி விசையின்) அதிர்வெண்ணும் அதிர்வுறும் பொருளின் இயல்பு அதிர்வெண்ணும் சமமாக இருக்கும். இதன் விளைவினால் அதிர்வுறும் பொருளின் வீச்சு அதிகரிக்க ஆரம்பித்து பெரும வீச்சு நிலையைப் பெறும். இந்தநிகழ்வை ஒத்ததிர்வு எனவும் அதன் அதிர்வுகள் ஒத்திசைவு எனவும் அழைக்கப்படுகிறது.

எடுத்துக்காட்டு: ஒலியால் கண்ணாடி உடைதல்

ஒத்திசைவு அதிர்வுகள் பாலத்தில் ஏற்படுவதை தவிர்க்க பாலத்தின் மீது இராணுவ வீரர்கள் அணிவகுத்து கடந்து செல்ல அனுமதிக்கப்பட மாட்டார்கள்.

இராணுவ வீரர்கள் பாலத்தைக் கடந்து செல்லும்போது, அவர்கள் பாலத்தின் மீது காலடி எடுத்துவைக்கும் அதிர் வெண்பாலத்தின் இயல்பு அதிர் வெண்ணிற்கு சமம் எனில் இப்பாலம் ஒத்திசை அதிர்வுகளை பெறலாம். வீச்சின் மதிப்பு மிகப்பெரியது என்பதால் பாலம் இடிந்துவிழ வாய்ப்புள்ளது.