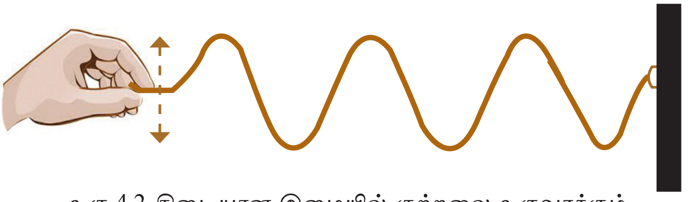
அலைகளும் அவற்றின் பயன்பாடுகளும்

ஒரு நிலையான நீர்ப் பரப்பில் ஒரு கூழாங்கல்லைப் போடும்போது அதில் குற்றலைகள் (ripples) உண்டாவதைக் காண்பீர்கள். கூழாங்கல் காரணமாக ஏற்பட்ட குழப்பம் கல் நீரை அடித்த இடத்திலிருந்து உரு 4.1 இல் காட்டியவாறு குற்றலை வடிவத்தில் ஒருமைய வட்டங்களாக அப்பால் பரவிச் செல்லும்.

உரு 4.1 நீர் மேற்பரப்பில் குற்றலை உருவாக்கம்

உரு 4.2 இல் காட்டியவாறு ஒரு கயிற்றின் ஓர் அந்தத்தை ஒரு கம்பத்தில் கட்டிக் கிடையாகப் பிடித்துக் கொண்டு அதன் சுயாதீன அந்தத்தை மேலும் கீழும் அசைக்கும் போது அக்கயிற்றிலும் குற்றலைகள் உண்டாவதைக் காணலாம். இங்கும் கையினால் ஏற்படுத்தப்படும் குழப்பம் கயிறு வழியே செல்கின்றது.



உரு 4.2 கிடையான இழையில் குற்றலை உருவாக்கும்

இவ்வாறு ஓர் ஊடகத்தின் வழியே அல்லது வெளியில் செல்லும் குழப்பம் அலை எனப்படும்.

நீர்ப் பரப்பில் பிளாத்திக்குப் பந்து போன்ற ஒரு பொருளை மிதக்க வைத்து அந்நீர்ப் பரப்பில் குழப்பத்தை ஏற்படுத்தினால் பிளாத்திக்குப் பந்து எங்ஙனம் அசையும்?

நீர்ப் பரப்பிற்குச் செங்குத்தாகப் பிளாத்திக்குப் பந்து மேலும் கீழும் அசைவதைக் காணலாம். பிளாத்திக்குப் பந்து மேலும் அசைவதற்கு அதற்குச் சக்தி ஊடுகடத்தப்பட வேண்டும். இங்கு பந்திற்கு நீர் அலைகளிலிருந்து சக்தி கிடைக்கின்றது.

அலைகள் ஓர் இடத்திலிருந்து வேறோர் இடத்திற்குச் சக்தியை ஊடுகடத்தத்தக்கதாக இருத்தல் அவற்றின் ஒரு முக்கிய இயல்பாகும். இங்கு அவ்வூடகத்தின் அடங்கும் துணிக்கைகள் இடம்பெயராமல் சக்தி ஊடுகடத்தப்படுகின்றது.

ஒரு கல்லினால் நீரில் அலைகளை உண்டாக்கும்போது ஒவ்வோர் இடத்திலும் உள்ள நீர்த் துணிக்கைகள் மேலும் கீழும் அசைந்தாலும் அலையானது உருவாகிய இடத்திலிருந்து தொடர்ந்து செல்லும்.

- **அலை இயக்கம்**

மேற்குறித்த உதாரணங்களிலிருந்து குறிப்பிட்ட அலைகள் ஊடகத்தினூடாகச் செல்கின்றன. நீரில் உண்டாகும் அலைகளின் ஊடகம் நீராகும். கயிறு வழியே செல்லும் அலைகளின் ஊடகம் கயிறாகும். அவ்வூடகங்களில் துணிக்கைகளின் இயக்கத்தினால் ஊடகத்தினூடாக அலைகளாகச் சக்தி ஊடுகடத்தப்படுகின்றது. மேற்குறித்த ஊடகங்கள் தவிர வேறு பல ஊடகங்கள் வழியேயும் அலைகள் ஊடுகடத்தப்படுகின்றன.

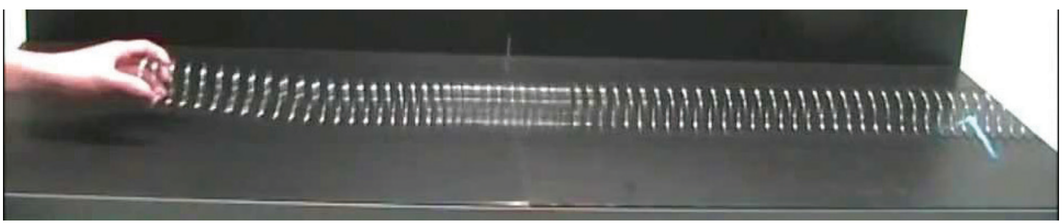
பல்வேறு ஒலிகள் வளியின் ஊடாக மாத்திரமன்றி திரவ, திண்ம ஊடகங்களின் ஊடாகவும் எமது காதை வந்து அடைவதனால் எமக்குக் கேட்கின்றன.

ஊடகத்தின் வழியே செல்லும் அலைகளைப் போன்று ஊடகமின்றிச் செல்லும் அலைகளும் உள்ளன. இதற்கு ஒளி அலைகள் ஓர் உதாரணமாகும். சூரியனுக்கும் புவிக்குமிடையே வளி போன்ற ஒரு ஊடகம் இல்லாவிட்டாலும் சூரியனிலிருந்து புவிக்கு ஒளியும் வெப்பமும் கிடைக்கின்றன. ஒளியும் வெப்பமும் மின்காந்த அலை வடிவத்தில் செல்லும். மின்காந்த அலைகள் செல்வதற்கு ஊடகம் அவசியமன்று.

வானொலி அலையும் மின்காந்த அலையாகும். ஒலிபரப்பு நிலையங்களில் ஒலி பரப்பப்படும் நிகழ்ச்சிகள் வானொலி அலைகள் மூலம் உங்கள் வீட்டிலுள்ள வானொலிப் பெட்டிக்கு வளியினூடாக வானொலி அலைகள் வந்தடைகின்றன.

4.1 பொறிமுறை அலைகள்

சிலிங்கி என்பது உருக்குக் கம்பியினால் செய்யப்பட்ட சுருளாகும். சிலிங்கியை பயன்படுத்தி அலை இயக்கத்தை எளிதாகக் கற்கலாம். சிலிங்கியின் உரு 4.3 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 4.3 சிலிங்கியில் நெட்டாங்கலை உருவாக்கம்

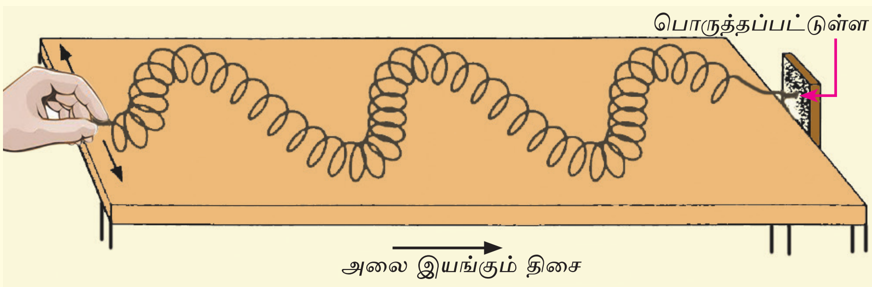
செயற்பாடு 4.1

தேவையான பொருள் : சிலிங்கி

உரு 4.4 இற் காணப்பட்டவாறு மேசை மீது சிலிங்கியை வைத்து ஓர் அந்தத்தை அசைக்க முடியாதவாறு ஓர் உகந்த ஆதாரத்தில் பொருத்துக.

மற்றைய அந்தத்தைக் கையினால் பிடித்து மேசையின் தளத்தின் மீது இரு பக்கங்களுக்கும் அசைத்துக் கொள்க.

அப்போது உருவில் காணப்பட்டவாறு சிலிங்கி வழியே செல்லும் அலையை நீங்கள் பார்க்கலாம்.



உரு 4.4 சிலிங்கியில் உருவாக்கப்படும் குறுக்கலை இயக்கம்

அலை இயக்கத்திற்கு ஊடகம் தேவைப்படுமாயின் அவ் அலைகள் **பொறிமுறை அலைகள்** எனப்படும். நீர் அலைகள், ஒலி அலைகள், கிட்டாரின் இழையில் உண்டாகும் அலைகள் ஆகியன பொறிமுறை அலைகளுக்குச் சில உதாரணங்களாகும்.

பொறிமுறை அலை இயக்கத்திற்கு ஊடகத் துணிக்கைகளின் பங்குபற்றுகை அத்தியாவசியமாகும். ஊடகத் துணிக்கைகள் இயங்கும் திசையையும் அலை செல்லும் திசையையும் அடிப்படையாய்க் கொண்டு பொறிமுறை அலைகளை இரு வகைகளாகப் பிரிக்கலாம்.

1. குறுக்கு அலைகள் (Transverse waves)
2. நெட்டாங்கு அலைகள் (Longitudinal waves)

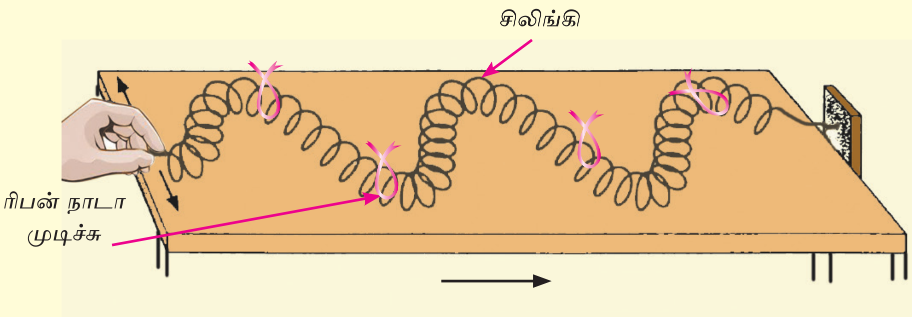
4.1.1 குறுக்கு அலைகள் (Transverse waves)

செயற்பாடு 4.2

தேவையான பொருள் : சிலிங்கி, ரிபன் நாடாக்கள்

சிலிங்கியின் வெவ்வேறு இடங்களில் சிறிய ரிபன் நாடாக்களைக் முடிச்சிட்டு செயற்பாடு 4.1 இல் விளக்கியவாறு அசையுங்கள்.

- இங்கு ஒவ்வொரு ரிபன் நாடாவும் அசையும் முறையை அவதானியுங்கள்.



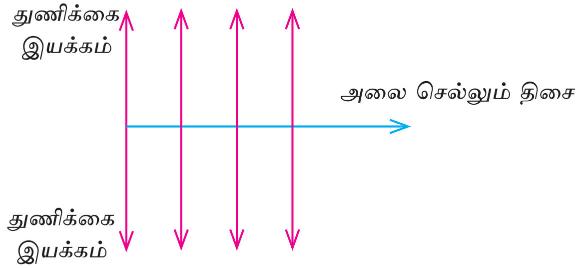
உரு 4.5 குறுக்கலை இயக்கத்தை சிலிங்கியினால் செய்துக் காட்டல்

இங்கு அலை பிடித்துக் கொண்டிருக்கும் முனையிலிருந்து அடுத்த முனைக்கு ரிபன் நாடா அசையும் திசைக்கு செங்குத்தாக அலைகள் அசைவதை அவதானிக்கலாம்.

மத்திய துணிக்கை அசையும் திசைக்கு செங்குத்தாக அசையும் அலை குறுக்கலை எனப்படும்.

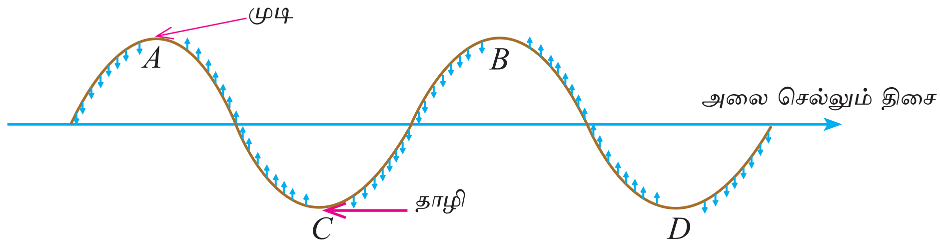
ஒரு நிலையான நீர்ப் பரப்பில் கல் ஒன்றை போடும்போது உண்டாகும் அலை இயக்கத்தில் நீர்த் துணிக்கைகள் ஒரு குறித்த வீச்சில் மேலும் கீழும் இயங்கும் அதே வேளை அலைகள் அந்நீர்த் துணிக்கைகள் இயங்கும் திசைக்குச் செங்குத்தான ஒரு திசையில் பரவுகின்றன.

நீர் மேற்பரப்பில் பிளாத்திக்கு அல்லது இறப்பர்ப் பந்து போன்ற ஒரு பொருளை வைத்து நீர் மேற்பரப்பில் குழப்பத்தை ஏற்படுத்தும்போது அம்மிதக்கும் பொருள் மேலும் கீழும் அசைகின்றதென நாம் முன்னர் குறிப்பிட்டோம். மிதக்கும் பொருள் மேலும் கீழும் அசைவதனால் நீர்த் துணிக்கைகளிலிருந்து மிதக்கும் பொருளின் மீது விசை பிரயோகிக்கப்படும் விதம் பற்றி விளங்கிக் கொள்ளலாம். அதாவது நீர்த் துணிக்கைகள் மேலும் கீழும் அசைகின்றன. அலைகள் அதற்குச் செங்குத்தான திசையில் பரவுகின்றன.



உரு 4.5 ஊடகம் ஒன்றில் துணிக்கைகள் இயங்கும் திசை

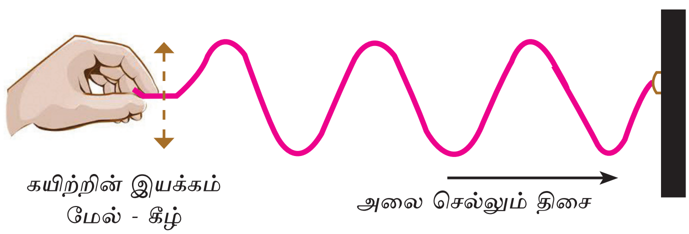
ஊடகத் துணிக்கைகள் அசையும் திசைக்குச் செங்குத்தான திசையில் செல்லுமாயின் அவ் அலைகள் குறுக்கு அலைகள் எனப்படும். குறுக்கலையில் துணிக்கைகள் இயங்கும் விதம் உரு 4.6 இற் காணப்படுகின்றது. அதில் அம்புக்குறிகளினால் துணிக்கைகள் அசைந்து கொண்டிருக்கும் திசை காட்டப்பட்டுள்ளது.



உரு 4.6 குறுக்கலையில் துணிக்கைகளின் இயக்கம்

இங்கு A, B ஆகிய புள்ளிகளில் உள்ள துணிக்கைகள் மேல் நோக்கிய திசையில் செல்லத்தக்க உச்ச இடப்பெயர்ச்சி அடைந்துள்ள துணிக்கைகளாகும். ஓர் அலையின் அத்தகைய இடம் **முடி** எனப்படும். C, D ஆகியவற்றில் உள்ள துணிக்கைகள் கீழ் நோக்கிய திசையில் உச்ச இடப்பெயர்ச்சி அடைந்துள்ள துணிக்கைகளாகும். ஓர் அலையின் அத்தகைய இடம் **தாழி** எனப்படும்.

உரு 4.7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு ஒரு கம்பத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள ஓர் இழையின் மறு அந்தத்தை மேலும் கீழும் அசைக்கும் போது அவ்விழையில் உண்டாகும் அலைகளும் குறுக்கு அலைகளாகும்.

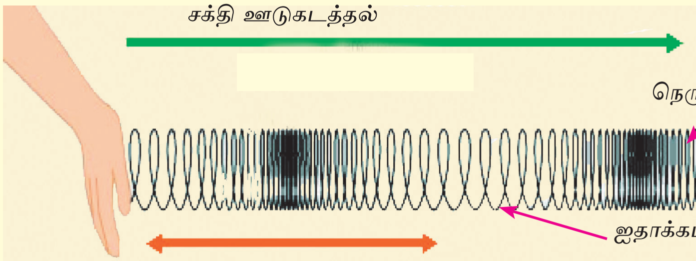


உரு 4.7 இழையின் குறுக்கலை உருவாக்கல்

4.1.2 நெட்டாங்கு அலைகள் (Longitudinal waves)

செயற்பாடு 4.3

உரு 4.8 இல் காட்டியவாறு சிலிங்கி ஒன்றை மேசை மீது பொருத்தி அதன் சுயாதீன அந்தத்தை முன் பின் அசைக்க. கையை முன்நோக்கி அசைக்கும் போது அவ்வந்தத்திலுள்ள சுருள்கள் நெருங்கும். இது நெருக்கல் எனப்படும். கையைப் பின்னோக்கி அசைக்கும் போது சுருள்கள் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று தூரமாகும். இது ஐதாக்கல் எனப்படும்.



உரு 4.8 நெட்டாங்கலை உருவாக்கத்தை சிலிங்கியினால் செய்து காட்டல்

இவ்வாறு சிலிங்கி முன்னோக்கித் தள்ளப்படும் போது நெருக்கலும் பின்னோக்கி அசைக்கப்படும் போது ஐதாக்கலும் தோன்றி உரு 4.8 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அலை இயக்கம் நடைபெறும். இவ்வாறு குறித்த இடத்திலேயே நெருக்கலும் ஐதாக்கலும் மாறி மாறி நிகழ்வதன் காரணமாக அலை அசையும். இவ்வாறு அலை செல்லும் திசையில் ஊடகத்தின் துணிக்கைகள் அசையுமாயின் அவ்வாறான அலைகள் **நெட்டாங்கு அலைகள்** எனப்படும்.

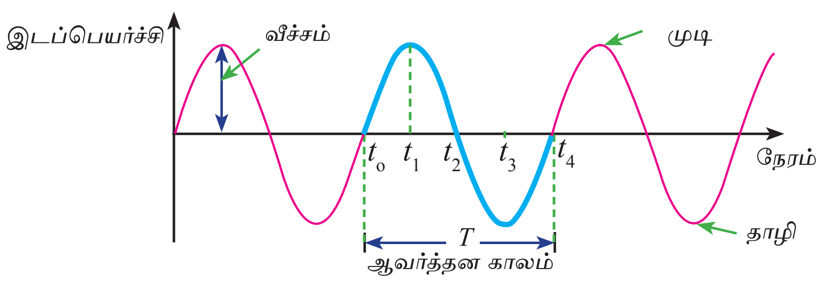
இசைக்கவையொன்றை அதிர விட்டு உமது விரல் நுனியினால் தொட்டுப்பார்க்க. அதன் போது விரல் நுனியில் சிறிய அதிர்வை உணரலாம். அதற்கான காரணம் இசைக் கவையின் முனை விரல் நுனியில் படுவதும் விலகிச் செல்வதுமாகும். அதிரும் இசைக் கவையில் ஏற்படும் அசைவு அதிர்வு எனப்படும். இவ்வாறான அதிர்வு காரணமாகவே ஒலி தோன்றுகின்றது. இவ்வதிர்வினால் உருவாகும் அலை காரணமாக நாம் ஒலியைக் கேட்கலாம். கேட்டலுணர்வை ஏற்படுத்தும் இவ்வலைகள் ஒலி அலைகள் எனப்படும். வளியில் உருவாகும் ஒலியலை நெட்டாங்கு அலைக்கு ஒரு உதாரணமாகும்.

குறுக்கு அலை	நெட்டாங்கு அலை
அலை செல்லும் திசைக்குச் செங்குத் தாகத் துணிக்கைகள் இயங்குகின்றன	அலை செல்லும் திசைக்குச் சமாந்தர மாகத் துணிக்கைகள் இயங்குகின்றன
முடிகளும் தாழிகளும் உண்டாகின்றன	நெருக்கல்களும் ஐமையாக்கங்களும் உண்டாகின்றன
திண்மம் (கயிறு, கம்பி), திரவ மேற் பரப்பின் மீது செல்லும் உ - ம் நீர் அலைகள்	திண்மங்கள், திரவங்கள், வாயுக்கள் ஆகியவற்றினூடாகச் செல்கின்றது. உ - ம் ஒலி அலைகள்

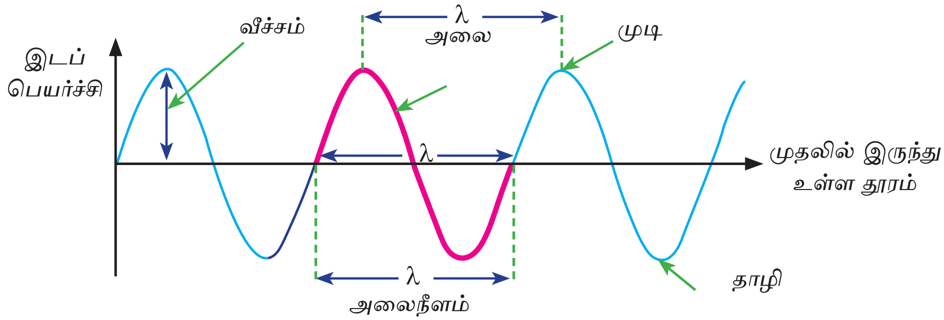
4.1.3 அலை இயக்கத்துடன் தொடர்புபட்ட பௌதிகக் கணியங்கள்

எப்பொழுதும் அலை சக்தி ஒலி முதலொன்றினால் உருவாகின்றது. அலை என்பது ஓர் இடத்திலிருந்து வேறோர் இடத்திற்கு சக்தி பயணிப்பதைக் குறிக்கின்றது. ஆகவே அலைகளின் மாறுகைகள் காலம், தூரம் என்னும் இரு கணியங்களுடனும் தொடர்புபட்டுள்ளன. இயற்கையில் நாம் பார்க்கும் அலைகளில் பெரும்பாலும் இம்மாறல்கள் மிகச் சிக்கலான விதத்தில் அமைந்த மாறல்களாகும். எனினும், இப் பாடத்தில் நாம் மிகவும் எளிய வடிவத்தில் உள்ள அலைகளாகிய எளிய இசை அலைகள் எனப்படும் அலைகள் பற்றி மாத்திரம் கருதுவோம். அத்தகைய ஓர் எளிய அலைக்கு வரையப்பட்ட காலத்துடனான மாறலையும் தூரத்துடனான மாறலையும் காட்டும் இரு வரைபுகள் உரு 4.9 இற் காட்டப்பட்டுள்ளது. இங்கு அலை இயக்கத்தில் பங்குபற்றும் ஒரு துணிக்கை அதன் நடு அமைவிலிருந்து இடம்பெயர்ச்சி நேரத்துடன் மாறும் விதம் வரைபில் காட்டப்பட்டுள்ளது.

ஒரு கணத்தில் அலை செல்லும் பாதை வழியே உள்ள ஒவ்வொரு துணிக்கையினதும் (நடு அமைவிலிருந்து) இடப்பெயர்ச்சி அத்துணிக்கைகள் ஒவ்வொன்றுக்கும் முதலிலிருந்து உள்ள தூரத்துடன் மாறும் விதம் வரைபு 4.10 இல் உள்ளது.



உரு 4.9 துணிக்கை ஒன்றின் இடப்பெயர்ச்சி நேரத்துடனான மாறல்



உரு 4.10 துணிக்கைகளின் இடப்பெயர்ச்சி தூரத்துடன் மாறல்

ஒரு கணப்பொழுதில் உள்ள குறுக்கலையின் வடிவம் உரு 4.7 இற் காணப்படும் கயிறு வழியே செல்லும் அலை போன்ற அதே வடிவுடையதாகவும் உரு 4.9இல் தரப்பட்டுள்ள கணத்தில் துணிக்கைகளின் முதலில் இருந்து தூரத்துடன் இடப்பெயர்ச்சியின் மாற்றத்தை காட்டுகிறது. நெட்டாங்கு அலைகளில் அலை செல்லும் திசையில் இடப்பெயர்ச்சி நடைபெறுவதனால் அவ்வரைபின் வடிவத்தை அவ்வாறே பார்க்க முடியாது. ஆனால் நெட்டாங்கு அலைகளுக்கும் ஒரு குறித்த விதத்தில் தூரத்துடன் இடப்பெயர்ச்சி மாறும் விதத்தை அளந்து வரைபுப்படுத்தினால் மேலே உரு 4.10 இற் காணப்படுகின்ற விதத்திலான ஒரு வரைபு கிடைக்கும்.

இவ்வரைபுகளைக் கொண்டு நாம் அலைகளுடன் தொடர்புபட்ட சில கணியங்களை வரையறுக்கலாம்.

- **ஓர் அலையின் வீச்சம் (Amplitude of Wave)**

அலை இயக்கத்தில் பங்குபற்றும் துணிக்கைகளின் சமநிலைதானத்திலிருந்தான உச்ச இடப்பெயர்ச்சி அவ் அலையின் வீச்சம் எனப்படும்.

- **அலையொன்றின் அலை நீளம் (Wavelength of a wave)**

அலை இயக்கத்தில் பங்குபற்றும் ஒரு துணிக்கையிலிருந்து அதேவியக்கநிலையில் இருக்கும் கிட்டிய மற்றைய துணிக்கைக்கு உள்ள தூரம் அலைநீளம் (λ) எனப்படும். உதாரணமாக உரு 4.10 இல் ஒரு முடியில் உள்ள ஒரு துணிக்கை அத்துணிக்கையின் உச்ச இடப்பெயர்ச்சிக்கு வந்துள்ளது. அடுத்த முடியில் உள்ள ஒரு துணிக்கை அதேவியக்கத்தில் உள்ளது. ஆகவே அவ்விரு துணிக்கைகளுக்குமிடையே உள்ள தூரம் அலைநீளத்திற்குச் சமமாகும்.

- **ஆவர்த்தன காலம் (Period)**

ஒரு துணிக்கை ஒரு பூரண அலையை ஆற்றுவதற்கு எடுக்கும் நேரம் ஆவர்த்தன காலம் (T) எனப்படும். ஓர் அலை அதன் அலைநீளத்திற்குச் சமமான தூரத்திற்குச் செல்வதற்கு எடுக்கும் நேரமும் ஆவர்த்தன காலத்திற்குச் சமமாகும்.

- ## மீடிறன் (Frequency)

ஒரு துணிக்கை ஓரலகு நேரத்தில் ஆற்றும் அலைவுகளின் எண்ணிக்கை மீடிறன் (f) எனப்படும். மீடிறன் ஆவர்த்தன காலத்தின் நிகர்மாற்றுக்குச் சமமாகும். மீடிறனை அளப்பதற்குப் பயன்படுத்தப்படும் அலகு ஹேற்ஸ் (Hz) எனப்படும். அதாவது ஹேற்ஸ் என்பது ஒரு செக்கனில் ஏற்படும் அதிர்வுகளின் எண்ணிக்கை என வரையறுக்கப்படும்.

- ## கதி (Speed)

ஓர் அலை ஓர் ஆவர்த்தன காலம் (T) இல் அலைநீளத்திற்குச் சமமான தூரத்திற்குச் செல்கின்றது. ஆகவே அதன் கதி $v = \lambda / T$ ஆகும். $T = 1/f$ ஆகையால், ஓர் அலையின் கதிக்கான சமன்பாடு $v = f\lambda$ இனால் தரப்படுகின்றது.

குறியீடுகளைப் பயன்படுத்துவதன் மூலம் இது $V = f\lambda$ இனால் தரப்படும்.

மேலதிக அறிவுக்காக

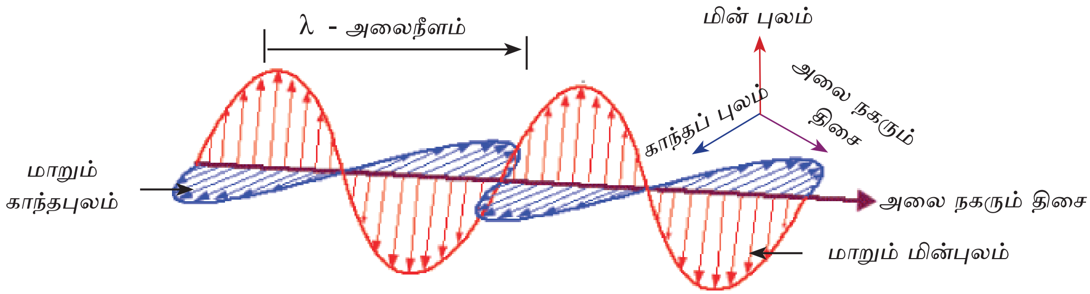
வேகம் (v)	=	மீடிறன் (f)	×	அலை நீளம் (λ)
m s^{-1}		Hz		m

4.2 மின்காந்த அலைகள் (Electromagnetic waves)

உரு 4.11

இங்கு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ள வானொலியலை தொலைக் காட்டி உணரியாகும். மிகத் தொலைவிலுள்ள நட்சத்திரங் களினால் அனுப்பப்படும் றேடியோ அலைகளை தொலைக் காட்டி உணரி (antena) பெறுகின்றது. பிரபஞ்சத்தைப் பற்றிய மேலும் வரலாற்றை விளங்கிக்கொள்ள இவை உதவுகின்றன. றேடியோ அலைகள் மின்காந்த அலைகளாகும்.

மின்காந்த அலைச் செலுத்துகைக்கு ஊடகத் துணிக்கைகளின் பங்குபற்றுகை அவசியமன்று. இந்த அலைகள் ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தாக அலையும் மின் புலங்களையும் காந்தப் புலங்களையும் கொண்டிருக்கும் அதே வேளை உரு4.12 இல் காட்டப்பட்டுள்ளவாறு அவ்விரு புலங்களுக்கும் செங்குத்தான திசையில் செல்கின்றன.



உரு 4.12 மின்காந்த அலை

வெற்றிடத்தில் சகல மின் காந்த அலையினும் வேகம் 2.998×10^8 m s^{-1} ஆகும். (இது அண்ணளவாக 3×10^8 m s^{-1} ஆகும்.) ஏனைய ஊடகங்களில் வெற்றிடத்தின் வேகத்தை விட குறைவாக காணப்படுவதுடன் இதற்கேற்ப ஒலியலையும் வேறுபடுகின்றது. மின் காந்த அலையின் வேகம் (c), மீடிறன் (f), அலைநீளம் (λ) ஆகியவற்றுக்கிடையிலான தொடர்பு $c = f\lambda$ ஆகும்.

மின்காந்த அலையின் இயல்புகள்

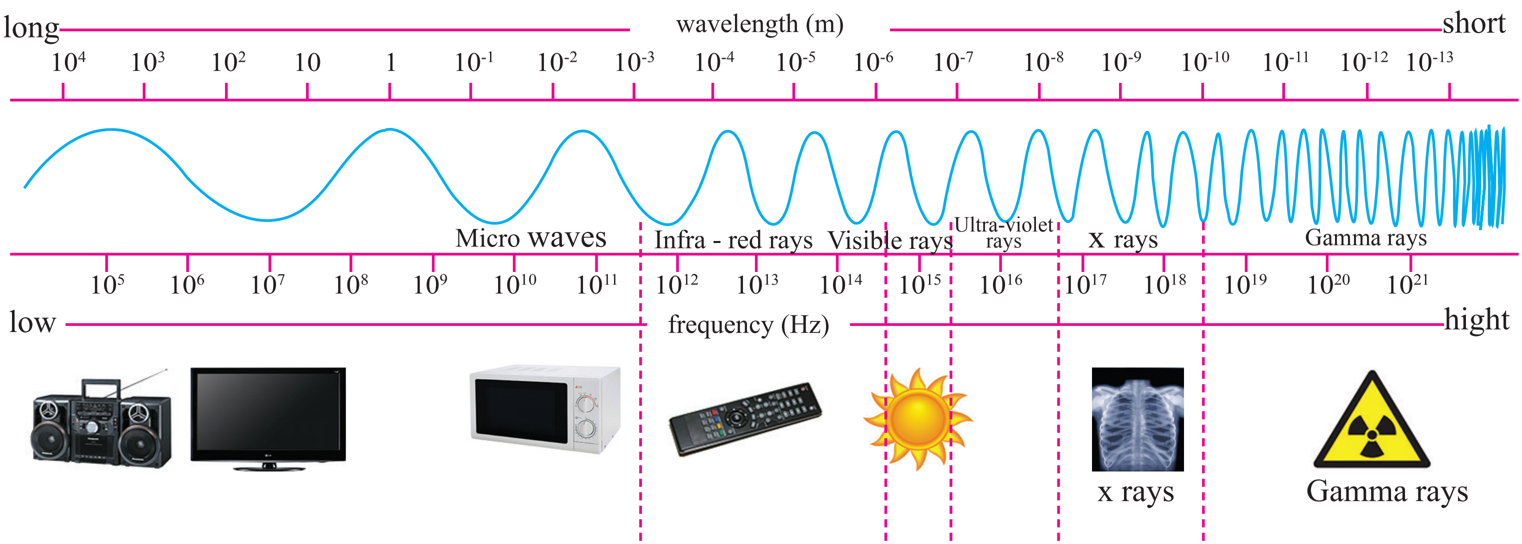
- மின்காந்த இயல்புகளைக் காட்டும்
- செலுத்துகைக்கு ஊடகம் அவசியமில்லை
- வெற்றிடத்தில் 3×10^8 m s^{-1} கதியில் செல்லும்
- புற மின், காந்தப்புலங்களால் பாதிக்கப்படாது

4.2.1 மின்காந்தத் திருசியம்

ஒவ்வொரு மீடிறன் வீச்சிலும் மின்காந்த அலைகளின் இயல்புகள் பாரியளவில் வேறுபடுகின்றன. அம்மாற்றங்களுக்கேற்ப இனங்கண்ட பல்வேறு மீடிறன் வீச்சுகள் மின்காந்தத் திருசியம் எனப்படும்.

மின்காந்தத் திருசியத்திற்குரிய பிரதான அலை வகைகள் கீழே காணப்படுகின்றன.

அலை வகை	மீடிறன் வீச்சு (Hz)
காமாக் கதிர்கள்	$> 3 \times 10^{19}$
X - கதிர்கள்	$3 \times 10^{17} - 3 \times 10^{19}$
கழியூதாக் கதிர்கள்	$7.69 \times 10^{14} - 3 \times 10^{17}$
கட்புல ஒளி	$4.28 \times 10^{14} - 7.69 \times 10^{14}$
செங்கீழ்க் கதிர்கள்	$3 \times 10^{12} - 4.28 \times 10^{14}$
நுண் அலைகள்	$3 \times 10^{9} - 3 \times 10^{12}$
வானொலி அலைகள்	$< 3 \times 10^{9}$



உரு 4.13 மின்காந்த திருசியம்

4.2.2 மின்காந்த அலைகளின் பயன்பாடுகள்

● காமாக் கதிர்கள் (Gamma rays)

உரு 4.14 காமாக்கதிர் பயன்படுத்தப்படல்

காமாக் கதிர்கள் கதிர்த்தொழிற்பாட்டு மூலகங்களின் மூலம் வெளிவிடப் படும் ஒரு வகை அலைகளாகும். காமாக் கதிர்களின் மீடிறன் மிகவும் உயர்வாக இருப்பதனால் அவற்றில் அடங்கும் சக்தியின் அளவும் அதிகமாகும். காமாக் கதிர்கள் திண்ம உருக்குத் தகடுகள், கொங்கிறீற்று ஆகியவற்றைக்கூட ஊடுருவிச் செல்லும் ஆற்றல் உள்ளது. காமாக் கதிர்கள் உயிர்க் கலங்கள் அழிக்கும் ஆற்றல் உள்ளமையால் இக்கதிர்கள் புற்றுநோய்க் கலங்களை அழிக்கப் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

உணவுகள், அறுவைச் சிகிச்சை ஆகியவற்றுக்குப் பயன்படுத்தப்படும் உபகரணங் களைக் கிருமியழிப்பதற்கும் காமாக் கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

● X கதிர்கள் (X - rays)

உரு 4.15 X கதிர் ஒளிப் படமெடுத்தல்

உடலின் உட்பகுதியை ஒளிப்பட மெடுப்பதற்கு X கதிர்கள் பெரும் பாலும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. எமது உடலில் உள்ள மென்மையான இழையங்களினூடாக X கதிர்கள் எளிதாகச் செல்கின்ற போதிலும் என்புகளினூடாகச் செல்லும்போது X கதிர்களின் செறிவு பெரும்பாலும் குறைகின்றது. X கதிர்ப் பிறப் பாக்கியைத் செயற்படுத்தும்போது X கதிர் ஒளிப்படம் எடுக்கப்படுவதற்குக் காத்திருக்கும் நபருடைய உடலின் குறித்த பகுதியினூடாக X கதிர்கள் செல்கின்றன. அதற்கேற்ப உடலின் உட்பகுதி ஒளிப்படமெடுக்கப்படுகின்றது. அதிக அளவில் X கதிர்கள் படுவதனால் புற்றுநோய் ஏற்படலாம்.

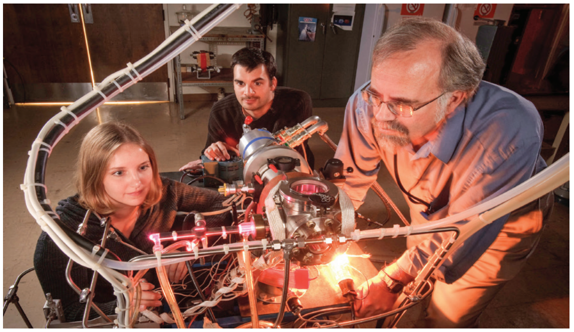
உயர் கதி இலத்திரன்களை ஓர் உலோக இலக்கின் மீது மோத செய்வதன் மூலம் X கதிர்கள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. அப்போது இலத்திரன்களின் இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியில் ஒரு பகுதி X கதிர்களின் சக்தியாக மாற்றப்படுகின்றது.

விமானப் பயணிகளின் பயணப் பைகளையும், கப்பல்களின் மூலம் பொருள்கள் கொண்டுசெல்லப்படும் கொள்கலன்களைத் திறக்காமல் சோதிப்பதற்கும் X கதிர்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

- **கழியூதாக் கதிர்கள் (Ultraviolet radiation)**

கழியூதா என்பது ஊதாவிற்கு மேலே இருக்கும் கதிர்களாகும். கழியூதா ஆனது கட்புல ஒளியை அமைத்துள்ள ஏழு நிறங்களில் மீடிறன் கூடிய கதிர்ப்பாகும். கழியூதாக் கதிர் என்பது ஊதா நிறத்திலும் பார்க்க உயர்ந்த மீடிறன் வீச்சுக்குரிய மனிதக் கண்ணுக்குத் தோற்றாத கதிர் வகையாகும். மனிதக் கண்ணுக்குத் தோற்றாவிட்டாலும் தேனீக்கள் போன்ற பூச்சிகளுக்குக் கழியூதாக் கதிர்கள் தோற்றுவதாக அறியப்பட்டுள்ளது. சூரிய ஒளியில் கழியூதாக் கதிர்கள் அடங்கியுள்ளன. மின்னிறக்கத்தின் மூலமும் இரச ஆவி விளக்குகளின் மூலமும் கழியூதாக் கதிர்கள் தோற்றுவிக்கப்படுகின்றன.

இக்கதிர்களின் மூலம் மனித உடலில் விற்றமின் D உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றமையால், ஒரு குறித்த அளவிற்குச் சூரிய ஒளி உடலில் படுமாறு வைத்தல் பயனுள்ளதாகும். எவ்வாறாயினும் அதிக கழியூதாக் கதிர்கள் படுமாறு திறந்திருப்பதனால் கண்ணில் வெள்ளை படலமும், தோலில் புற்றுநோயும் ஏற்படலாம்.



உரு 4.16 கழியூதாக் கதிர்கள் பயன்படுத்தல்

மருத்துவமனைகளில் கிருமிகளை அழிப்பதற்குக் கழியூதாக் கதிர்கள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன. சில இரசாயனப் பொருள்கள் கழியூதாக் கதிர்கள் படுமாறு திறந்திருக்கும் போது மினுங்குகின்றன. வங்கி போன்ற நிறுவனங்களில் நாணயத் தாள்களைச் சோதிப்பதற்கு இத்தோற்றப்பாடு பயன்படுத்தப்படுகின்றது. சில சலவைத் தூள் வகைகளுடன் இத்தகைய இரசாயனப் பொருள்கள் சேர்க்கப்படுகின்றன. இத்தூளைப் பயன்படுத்திச் சலவை செய்த வெண்ணிற துணிகளைச் சூரியவொளியில் உலர்த்தும் போது மேலதிக வெண்மையை தரும்.

- **கட்புலஒளி (Visible Light)**

கட்புலஒளி என்பது மின்காந்தத் திருசியத்தில் எமது கண்களினால் நாம் பார்க்கத்தக்க வீச்சாகும். அது முழு மின்காந்தத் திருசியத்தில் ஒரு மிகச் சிறிய பகுதியேயாகும். கட்புல ஒளியின் மீடிறன் வீச்சு 4.28×10^{14} Hz தொடக்கம் 7.69×10^{14} Hz வரை இருக்கும் அதே வேளை அதனை ஒத்த அலைநீளவீச்சு 690 nm தொடக்கம் 400 nm வரையாகும். இந்த அலைநீளவீச்சில் மிகவும் குறைந்த அலைநீளம் (கூடிய மீடிறன்) உள்ள பிரதேசம் எமக்கு ஊதா நிறத்தில் தோற்றுகின்றது. அலைநீளம் படிப்படியாக அதிகரிக்கும்போது

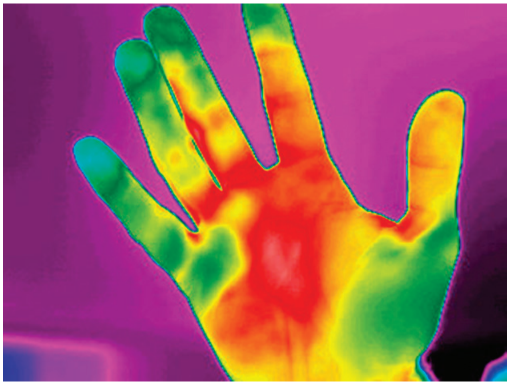
(அதாவது மீடிறன் படிப்படியாகக் குறையும்போது) ஊதா, கருநீலம், நீலம், பச்சை, மஞ்சள், செம்மஞ்சள், சிவப்பு என்றவாறு நிறம் ஒழுங்கு அமையும். இந்நிறங்களையே நாம் வானவில்லின் ஏழு நிறங்களாக இனங்காண்கிறோம்.

- **செங்கீழ்க்கதிர்கள் (Infrared radiation)**

கட்புல ஒளி வீச்சில் சிவப்பு நிறத்திலும் குறைந்த மீடிறன்களைக் கொண்ட, எமக்குக் கட்புலனாகாத அலை வீச்சு செங்கீழ்க் கதிர்கள் எனப்படும். வெப்பமாகிய பொருள்களின் மூலம் செங்கீழ்க் கதிர்கள் வெளிவிடப்படுகின்றமையாலும் அக்கதிர்கள் எமது தோலின் மீது விழும்போது வெப்பம் உணரப்படுகின்றமையாலும் செங்கீழ்க் கதிர்கள் பெரும்பாலும் வெப்பக் கதிர்கள் எனவும் அழைக்கப்படும்.

எமது உடலிலிருந்தும் செங்கீழ் அலைகள் வெளிப்படுகின்றன. உடல் அங்கங்களிலிருந்து வெளிவரும் வெப்ப அலைகளைக் கொண்டு வெப்ப ஒளிப்படங்கள் பெறப்படுகின்றன. இதன் மூலம் சிற்சில நோய்களை இனங்காணலாம்.

செங்கீழ் இருவிழியன் அல்லது கமராக்களைப் பயன்படுத்தி இரவு நேரங்களில் நடைபெறும் மனித, விலங்குகளின் செயற்பாட்டை அவதானிக்க முடியும்.



உரு 4.17 வெப்ப ஒளிப்படம்

சேய்மை ஆளுகையிலிருந்து தொலைக் காட்சிப் பொறிகள் வரை சமிக்ஞைகளை அனுப்புவதற்குச் செங்கீழ்க்கதிர் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. செல்லிடத் தொலைபேசிகளிலும் கணினிகளிலும் காணப்படும் கமராக்கள் பெரும்பாலும் செங்கீழ்க் கதிர்களுக்கு உணர்ச்சியுள்ளவை. ஆகவே அத்தகைய கமராக்களின் மூலம் சேய்மை ஆளுகையினால் ஊடுகடத்தப்படும் செங்கீழ்க்கதிர்களைக் காணலாம்.

(a) A remot control

(b) An infrared camera

உரு 4.18 செங்கீழ் அலைகள் பயன்படுத்தப்படும் சந்தர்ப்பங்கள்

● நுண்ணலைகள் (Micro waves)

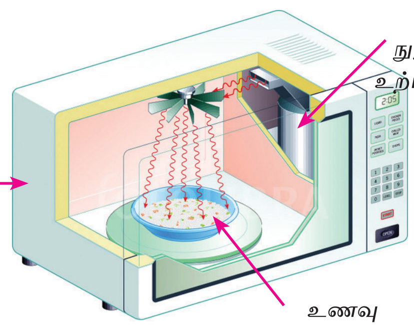
மீடிறனுக்கேற்பச் செங்கீழ்க் கதிர்களுக்குக் கீழே இருக்கும் வீச்சு நுண்ணலைகள் எனப்படும். றேடார்த் தொகுதிகள், செல்லிடத்தொலைபேசிகள், நுண்ணலை அடுப்புகள், தொலைக் காட்சிகள் ஆகியவற்றில் நுண்ணலைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

மேலதிக அறிவு

நுண்ணலைகளை உறிஞ்சிக்கொண்டு அச்சக்தியை அதிர்வு இயக்கப்பாட்டுச் சக்தியாக (வெப்பம்) மாற்றுவதற்கான ஆற்றல் உணவில் உள்ள நீர், கொழுப்பு போன்றவற்றுக்கு உண்டு. உணவைச் சமைப்பதற்கு எடுக்கும் நுண்ணலை கனலிகளின் கோட்பாடு இதுவாகும்.

அதிக வலுவைக் கொண்ட நுண்ணலைகளை உற்பத்தி செய்யத் தேவைப்படும் நுண்ணலைகனலிகளிலும் றேடார்த்தொகுதிகளிலும் மக்னித்திரன் என்னும் உபகரணத்தைப் பயன்படுத்தி நுண்ணகலைகள் உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

நுண்ணலைகளும் உடலுக்குப் பாதகங்களை ஏற்படுத்துகின்றன. பொதுவாக நுண்ணலைகனலிகள் நுண்ணலைகள் வெளியே வராதவாறு செய்யப்பட்டுள்ளன. எனினும் நுண்ணலைகனலிகளைப் பயன்படுத்தும்போது அனாவசியமாக அவற்றுக்கு அண்மையில் இருப்பதனைத் தவிர்த்தல் நன்று. அதிக அளவில் செல்லிடத் தொலைபேசிகளைப் பயன்படுத்தும்போது மூளைக்குத் தீங்கு ஏற்படுகின்றது என்னும் அபிப்பிராயமும் நிலவுகின்றது.

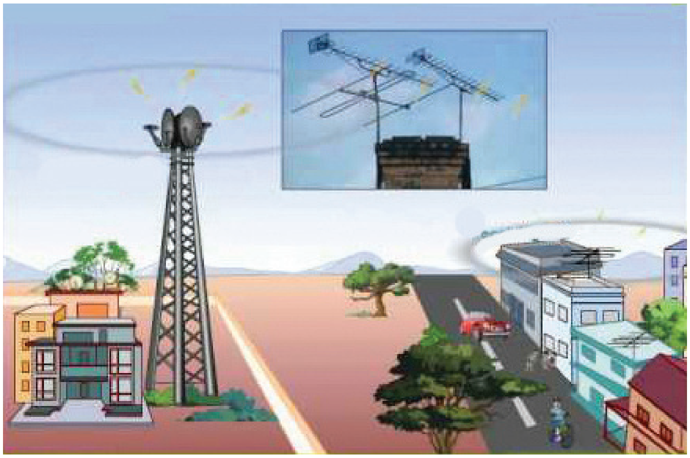


உரு 4.19 நுண்ணலை கனலி

● வானொலி அலைகள் (Radio waves)

மின்காந்தத் திருசியத்தில் மிகவும் நீண்ட அலைநீளமுள்ள இந்த அலைகள் தொலைத் தொடர்பாடலுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. வானொலிஅலை நிலையங்களின் மூலம் ரேடியோ அலைகளை உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன. உணரி (antenna) மூலம்

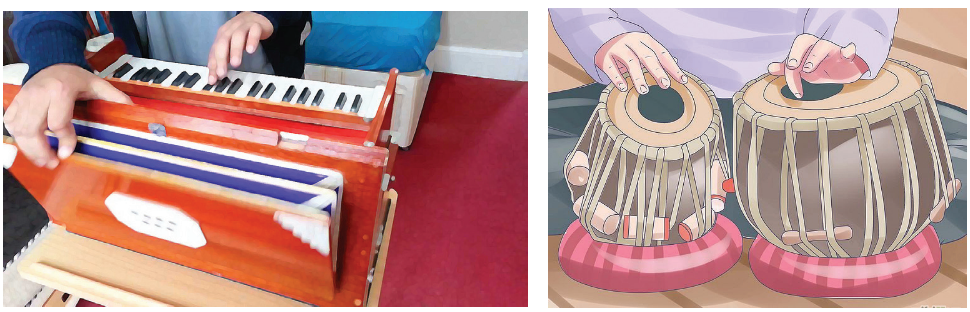
வானொலி அலை ஊடுகடத்தப்படுவதும் (Transmission) பெற்றுக் கொள்ளப்படுவதும் நடைபெறுகின்றது. தேவையான தகவல்களுக்கு ஏற்ப (information) வானொலி அலையின் வீச்சமும் மீடிறனும் மாற்றுவதன் மூலம் வானொலி அலை நீளம் தகவல் ஊடுகடத்தப்படும்.



உரு 4.20 ரேடியோ அலைகள்

4.3 ஒலி (Sound)

அதிகாலை நேரத்தில் எமது சுற்றாடலில் உண்டாகும் பல்வேறு ஒலிகளை கவனமாக செவிமடுக்கும்போது உங்களுக்கு வெவ்வேறு ஒலிகள் கேட்கின்றன. ஓர் இசைக் கருவியை இசைக்கும் போது அதன் இசை ஒலி செவிப் புலனாகின்றமையால் அது உங்களுக்குக் கேட்கின்றது. இவ்வாறு கேட்டல் என்னும் உணர்ச்சியை உண்டாக்கும் சக்தி ஒலி எனப்படும்.



உரு 4.21 இசைக்கருவிகளை இசைத்தல்

உரு 4.22 ஹைலா மரத்தவளை

தென் அமெரிக்காவிலிருந்து வரும் இந்த ஹைலா மரத்துத் தவளை அதன் குரலின் ஒலியைக் கூட்டுவதற்கு அதன் தொண்டைக்குக் கீழே உள்ள பெரிய காற்றடிக்கத்தக்க பையைப் பயன் படுத்துகின்றது. ஆண் தவளைகள் மாத்திரம் இவ் ஆற்றலைக் கொண்டது. அவற்றின் குரல் மற்றைய தவளையிலிருந்து வரும் ஒலியிலும் பார்க்கப் பத்து மடங்கு கூடுதலான தூரத்துக்குச் செல்லத்தக்கது. தவளையின் வாயின் அடியில் உள்ள இரு ஈர்த்த மென்சவ்வுகளைப் பையிலிருந்து வரும் வளி கடந்து செல்லும்போது அவை அதிருகின்றன.

அநேக விலங்குகளின் உறுப்புகள் அதிர்வதனால் ஒலி உருவாகின்றது. தேனீயின் ரிங்கார ஒலி சிறகுகளை வேகமாக அடிப்பதன் காரணமாகத் தோன்றுகின்றது. வெட்டுக்கிளி, தத்துவெட்டிகள் தமது பாதங்களிலுள்ள முற்கள் போன்ற அமைப்பினால் மற்றைய பாதத்தின் மீது உரோஞ்சும் போது ஏற்படும் அதிர்வினால் ஒலியுருவாகின்றது.

பொருள்களில் உண்டாகும் அதிர்வுகள் காரணமாக ஒலி உண்டாகின்றது. அவ்வொலி வளியினூடாக அலைகளாக எமது செவிகளுக்கு வருகின்றமையால் அவ்வொலி எமக்குக் கேட்கின்றது. இப்போது நாம் ஒலி அலைச் செலுத்துகை, ஒலியின் இயல்புகள், ஒலி அலைகளின் பிரயோகங்கள் என்பன பற்றி ஆராய்வோம்.

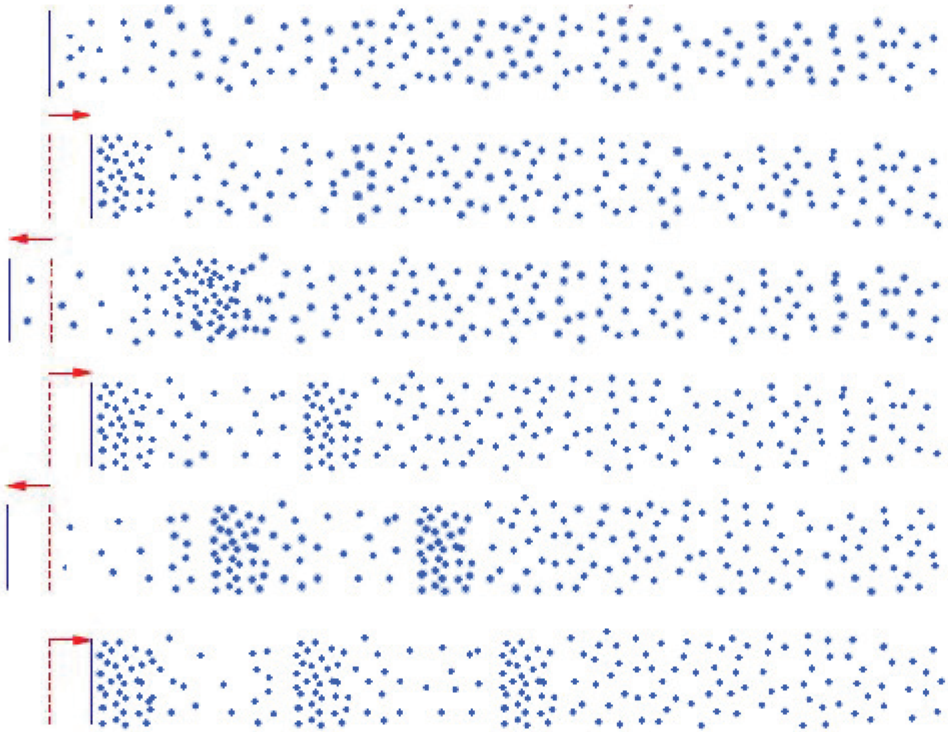
உரு 4.23

4.3.1 ஒலி அலைச் செலுத்துகை

ஒலி பெருக்கியினால் ஒலியலை உருவாக்கப்படுவதை கருதுக. வளியினூடாக ஒலியலை எவ்வாறு பரவுகின்றது என்பதை விளங்கிக் கொள்வோம். ஒலி பெருக்கியினுள் உள்ள மென்னிரும்பு விதானத்தை அதிரச் செய்வதன் மூலம் ஒலி அலைகள் உருவாக்கப்படுகின்றது. உரு 4.25 (a) இல் காட்டப்பட்ட நிலையில் விதானம் அதிராமல் உள்ளது. இந்நிலையில் ஒலி பெருக்கிக்கு முன் வளி மூலக்கூறுகள் காணப்படுகின்றன.

உரு 4.24

விதானம் அதிர ஆரம்பிக்கும் போது முதலாவதாக வலப்பக்கம் இயங்குவதாக கருதுக. இச் சந்தர்ப்பத்தில் இதற்கு முன்னால் உள்ள வளிமூலக் கூறுகள் முன்னோக்கி தள்ளுவதன் காரணமாக வளிப்படைகள் நெருக்கப்படுவதை உரு 4.25 (b)காட்டுகின்றன. விதானத்தினால் வளிமூலக் கூறுகளுக்கு கடத்தப்பட்ட இயக்கசக்தி காரணமாக இவ்வாயு மூலக்கூறுகள் முன்னாலுள்ள வாயு மூலக்கூறுகளுடன் மோதுவதனால் நெருக்கல் பிரதேசம் முன்னோக்கிச் செல்லும்.



உரு 4.25 Propagation of sound as longitudinal waves

விதானம் இடப்பக்கம்நோக்கி இயங்கும்போது அதற்கு அண்மையிலுள்ள வளிப்படைகள் ஐமையாக்கத்திற்கு உள்ளாவதை உரு 4.25 (c) காட்டுகின்றது. பின்னர் திரும்ப விதானம் வலப்பக்கம் இயங்கும்போது இன்னுமொரு வளிப்படை நெருக்கப்பட்டு அதுவும் வலம்நோக்கி இயங்குவதை உரு 4.25 (d) காட்டுகின்றது.

விதானமானது வளியில் நெருக்கலையும் ஐமையாக்கலையும் சுயமாக உருவாக்குவதுடன் ஒரே கதியுடன் எல்லா மூலக்கூறுகளும் முன்னோக்கி நகரும். இந் நெருக்கலினாலும் ஐமையாக்கத்தினாலும் ஒலியலைகளை விளங்கிக் கொள்ளமுடியும். ஒவ்வொரு வளிமூலக்கூறும் ஓர் இடைநிலை குறித்து முன்நோக்கியும் பின்நோக்கியும் மாத்திரம் அதிர்வுறுகின்றது. ஆனால் நெருக்கமும் ஐமையாக்கமும் முன்நோக்கியே இயங்கும் ஒலி ஓர் நெட்டாங்கு அலையாகும்.

நெருக்கல் உருவாகும் போது அப்பிரதேசத்திலுள்ள மூலக்கூறுகளின் எண்ணிக்கை அதிகரிப்பதன் காரணமாக தற்காலிகமாக அமுக்கம் அதிகரிக்கின்றது. அவ்வாறே ஐதாக்கல் ஏற்படும் பிரதேசத்தில் தற்காலிகமாக அமுக்கம் குறைவடைகின்றது. இவ்வாறு நெருக்கலும் ஐதாக்கலும் முன்னோக்கி நகர்ந்தாலும் வாயு மூலக்கு ஓரிடத்தில் அலைந்தவாறு காணப்படும். மூலக்கூறின் அசைவு அலை செல்லும் திசையில் நடைபெறுவதால் அது நெட்டாங்கு அலையாகும்.

ஒலி வளியினூடாக மாத்திரம் செல்வதில்லை. வளியினூடாக ஒலி செல்வதிலும் பார்க்க கூடிய கதியில் ஒலி நீரினூடாக செல்கின்றது. இதனாலேயே நீரினூடாகச் செய்தி அனுப்பும் முறைகள் உருவாக்கப்படுகின்றன. திமிங்கிலங்கள் அவற்றுக்கிடையே தொடர்பாடலை ஏற்படுத்துவதற்கு ஒலி அலைகளை பயன்படுத்துகின்றன.

நீரினூடாக ஏறத்தாழ 1400 $m\ s^{-1}$ கதியில் ஒலி செல்கின்றது. ஒலி நீரிலும் பார்க்கத் திண்மத்தினூடாக மிகவும் விரைவாகச் செல்கின்றது.

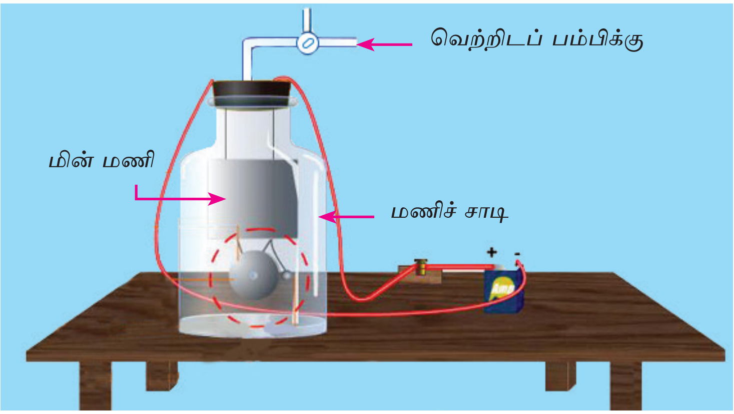
உரு 4.26 திமிங்கிலங்கள் ஒலி அலைகளின் மூலம் தொடர்பாடல்

ஒலி உருக்கினூடாக ஏறத்தாழ 5000 ms^{-1} கதியில் செல்கின்றது. இதனாற்றான் தொலைவில் வரும் புகையிரதத்தின் ஒலி தண்டவாளத் தினூடாகத் தெளிவாகக் கேட்கத்தக் கதாக இருக்கின்றது.

உரு 4.27 நிலத்தின் அதிர்வுகளின் மூலம் பாம்பிற்கு ஒலி கேட்டல்

பாம்பு நிலத்தில் உண்டாகும் அதிர்வை அதன் கீழ்த் தாடை என்பின் மூலம் இனங்காண்கின்றது. என்பின் மூலம் அதிர்வு பாம்பின் செவிகளுக்கு ஊடுகடத்தப்படுகின்றது. அதன்மூலம் இரையின் காலடிச் சத்தம் பாம்பிற்குக் கேட்கின்றது.

ஒலி பரவுவதற்கு ஓர் ஊடகம் இருத்தல் வேண்டும். வெற்றிடத்தினூடாக ஒலி செல்வதில்லை என்பதைப் பின்வரும் எளிய பரிசோதனையின் மூலம் விளக்கலாம்.



உரு 4.28 ஒலிச் செலுத்துகைக்கு ஊடகம் தேவை என்பதைச் செய்து காட்டல்

உரு 4.28 இல் காணப்படுகின்றவாறு ஒரு மணிச் சாடிக்குள்ளே ஒரு மின் மணியைப் பொருத்தி அதன் தொடுக்கும் கம்பிகள் வெளியே எடுக்கப்பட்டு மின் வழங்கலுடனும் ஓர் ஆளியுடனும் தொடுக்கப்பட்டுள்ளன. மணிச் சாடியுடன் ஒரு வெற்றிடப் பம்பி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வெற்றிடப் பம்பியின் மூலம் சாடியில் உள்ள வளியை அகற்றலாம். மின் மணியை ஒலிக்கச் செய்து, வெற்றிடப் பம்பியைத் தொழிற்படுத்தும் போது மணியின் ஒலி படிப்படியாகக் குறைந்து இறுதியில் ஒலி கேட்காமல் போகும்.

ஒலி கேட்காத சந்தர்ப்பம் மணிச் சாடி வெற்றிடமாகவுள்ள சந்தர்ப்பமாகும். வெற்றிடப் பம்பி தொழிற்பட்ட சந்தர்ப்பத்திலிருந்து மணிச் சாடியில் இருந்த வளி அகற்றப்படும் அதே வேளை இறுதியில் அது வெற்றிடமாகும். ஒலி வெற்றிடத்தினூடாகச் செல்லமுடியாது எனவும் அது செல்வதற்கு ஓர் ஊடகம் தேவை எனவும் நீங்கள் இப்பரிசோதனையிலிருந்து விளங்கிக் கொள்ளலாம்.

4.3.2 ஒலியின் கதி

உரு 4.29 மின்னல் தோன்றி மின்னல் ஒலியை பார்த்து சிறிது நேரத்தில் ஒலி கேட்டல்

தொலைவில் உண்டாகும் இடி மின்னலின் போது வெளிவரும் இடியோசை நாம் மின்னலின் ஒளியைப் பார்த்துச் சிறிது நேரத்திற்குப் பின்னரே எமக்குக் கேட்கின்றது. மின்னலிலிருந்து வரும் ஒளி எமது கண்ணுக்குள் புகும்போது எமக்கு மின்னல் தெரிகின்றது. ஒளி 3×10^8 km s^{-1} இலும் கூடிய கதியில் செல்கின்றது. ஆகவே மின்னலின்போது வெளிவரும் ஒளியைப் பார்ப்பதற்கு எமக்கு மிகக் குறுகிய நேரம் எடுக்கின்றது. எமக்கு மின்னல் தோற்றியபோதிலிருந்து இடியோசை எமக்குக் கேட்பதற்குச் சிறிது நேரம் செல்வதற்கு நிகழ்ச்சி நடைபெறும் இடத்திலிருந்து

எமக்கு உள்ள தூரத்திற்குச் செல்வதற்கு ஒலிக்குச் சிறிது நேரம் எடுக்கின்றமையே காரணமாகும்.

பகுதி 4.1.3 இல் விளக்கப்பட்ட அலைகளின் சிறப்பியல்புகள் ஒலியலைகளுக்கும் பொதுவானவையாகும்.

- 0 °C இல் வளியில் ஒலியின் கதி ஏறத்தாழ 330 ms^{-1} ஆகும். வளியின் வெப்பநிலையை அதிகரிக்கும்போது வளியில் ஒலியின் கதி அதிகரிக்கின்றது. 30 °C இல் வளியில் ஒலியின் கதி ஏறத்தாழ 350 ms^{-1} ஆகும்.
- நீரில் ஒலியின் கதி ஏறத்தாழ 1400 ms^{-1} ஆகும். அதாவது நீரில் ஒலியின் கதி வளியில் ஒலியின் கதியின் நான்கு மடங்காகும். உருக்குக் கோலினூடாக ஒலியின் கதி ஏறத்தாழ 5000 ms^{-1} ஆகும்.

4.3.3 ஒலியின் சிறப்பியல்புகள்

சில இசைகருவிகளின் சத்தம் உரத்த ஒலியாகும். வயலினிலிருந்து வரும் ஒலி மென்மையான ஒலியாகும். சில இசைக் கருவிகள் உயர் சுருதி உடையவை. இப்பதங்களின் மூலம் ஒலியின் சில சிறப்பியல்புகள் விவரிக்கப்படுகின்றன. ஒலிகளை ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறுபடுத்தி இனங்காண்பதற்கு உதவும் இயல்புகள் ஒலியின் சிறப்பியல்புகளாகும். ஒலிக்கு முக்கியமாக மூன்று சிறப்பியல்புகள் உள்ளன.

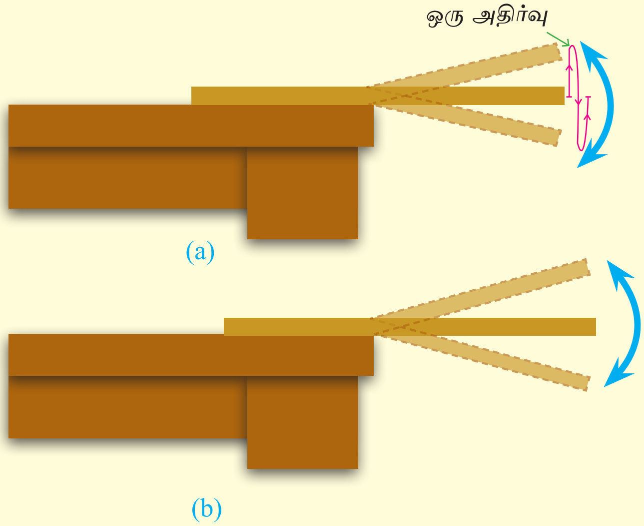
1. சுருதி (Pitch)
2. உரப்பு (Loudness)
3. ஒலியின் பண்பு (Quality of sound)

- **சுருதி**

செயற்பாடு 4.4

- ஒரு வாள் அலகை எடுத்து அதன் ஓர் அந்தத்தை ஏறத்தாழ 10 cm நீட்டியிருக்கும் இரு மரத் துண்டுகளுக்கிடையே நடுவில் வைத்து இறுக்குக.
- வாள் அலகை அதிரச் செய்து, அதன் அதிரும்போது வெளிவரும் ஒலியைச் செவிமடுக்க.
- மரத் துண்டுக்கு வெளியே இருக்கும் வாள் அலகின் நீளத்தை 5 cm இனால் கூட்டிக்கொண்டு மேற்குறித்த படிமுறைகளைச் செய்து, வெளிவரும் ஒலியைச் செவிமடுக்க. அப்போது வெளிவரும் ஒலியின் சுருதி படிப்படியாகக் குறைவதை நீங்கள் உணர்வீர்கள்.

- ஒலியின் சுருதியானது மீடிறனில் தங்கியுள்ளது.

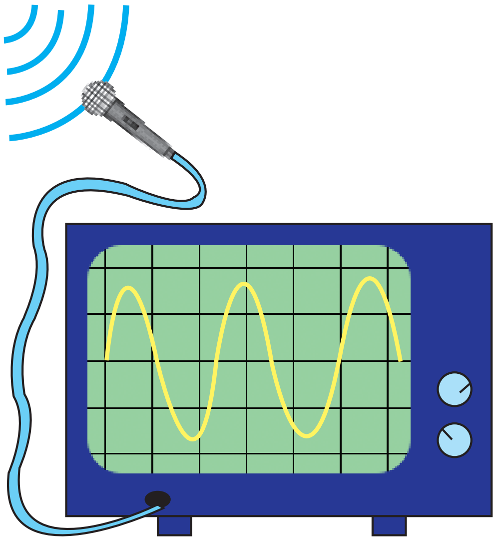


உரு 4.30 வாளின் அலகை ஓர் அந்தத்தில் இறுக்கி அதிரச் செய்தல்

வாள் அலகின் மரத் துண்டிற்கு முன்னால் இருக்கும் பகுதி அதிகரிக்கும்போது அதன் அதிர்வு மீடிறன் குறைவாகும். அத்துடன் வாள் அலகினால் வெளிவிடப்படும் சுரத்தின் சுருதியும் படிப்படியாகக் குறைகின்றது. அதிரும் பொருள் ஒன்றின் அதிர்வு மீடிறன் அதிகரிக்கும்போது பொருளினால் வெளிவிடப்படும் சுரத்தின் சுருதி அதிகரிக்கும் அதேவேளை அதிர்வு மீடிறன் குறையும்போது சுரத்தின் சுருதி குறைகின்றது. இசைச் சுரங்களிடையே மத்திய ''ச'' சுரத்தின் மீடிறன் 512 Hz ஆகும். உச்ச 'ச' சுரத்தின் மீடிறன் 1024 Hz ஆகும். இதற்கேற்ப உச்ச 'ச' சுரத்தின் சுருதி மத்திய 'ச' சுரத்தின் சுருதியின் இருமடங்காகும்.

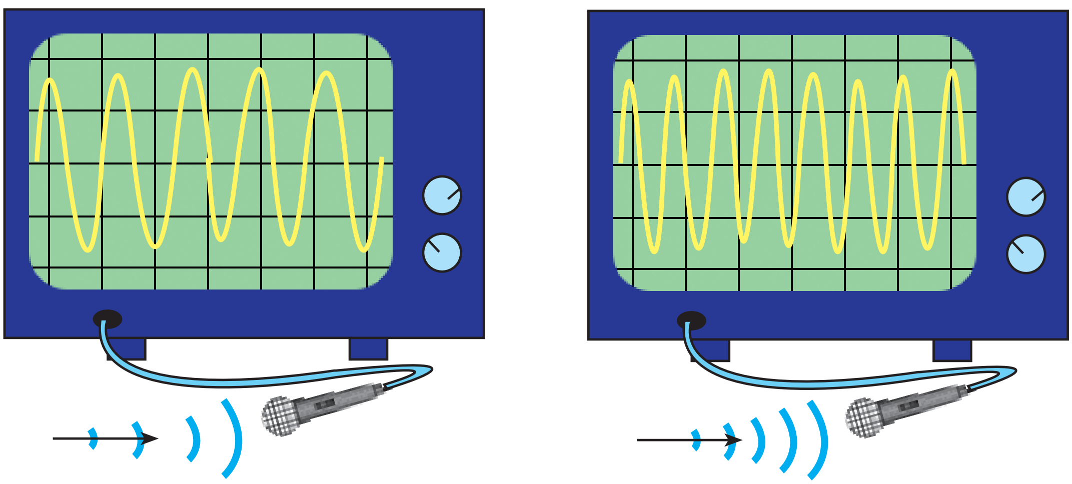
சமநிலைத் தானம் குறித்து வளித்துணிக்கைகள் அதிரும்போது வளியில் ஒலி அலை நகருவதை கதோட்டுக்கதிர் அலைவு காட்டியில் அவ்வலைக்கான இடப்பெயர்ச்சி நேர வரைபில் இருந்து அவதானிக்க முடியும்.

ஓர் ஒலி அலைக்கான இடப்பெயர்ச்சி - நேர வரைபை கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டி ஒன்றின் திரை மீது தன்னியக்கமாகப் பெறலாம். கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியுடன் ஒரு நுணுக்குப்பன்னியை உரு 4.31 இல் காட்டியவாறு இணைத்து ஓர் ஊதியைப் பயன்படுத்தி ஒலி அலைகளை உற்பத்தி செய்யும் போது அலைவுகாட்டியின் திரை மீது அந்த அலையை ஒத்து இடப்பெயர்ச்சி - நேர வரைபு பதிவு செய்யப்படுகின்றது. இவ்வாறு கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டி மீது தோற்றும் வரைபின் வடிவம் அவ்வரைபிற்குக் காரணமான ஒலி அலையின் அலைவடிவம் எனப்படும்.



உரு 4.31 கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியின்
திரை மீது ஒலி அலை தோற்றும் விதம்

சுருதி குறைந்த, சுருதி கூடிய ஒலி அலைகள் இரண்டின் அலைவடிவத்தைக் கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியின் மூலம் அவதானிக்கும்போது கிடைக்கும் அலைகளின் இடப்பெயர்ச்சி - நேர வரைபுகள் உரு 4.32 இல் காணப்படுகின்றன.



தாழ்ந்த சுருதி
(மீடிறன் குறைந்ததும் அலைநீளம் கூடியதும்)

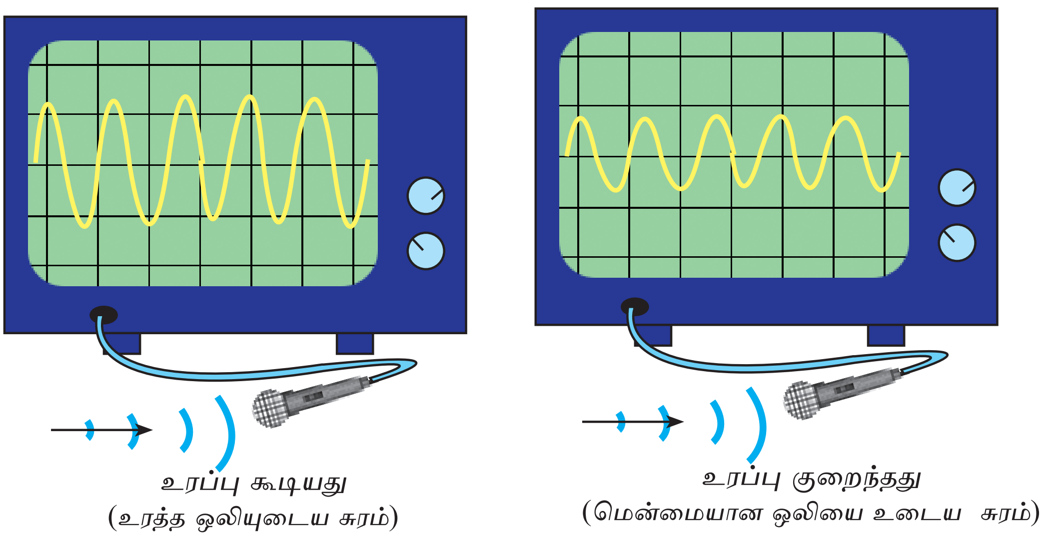
உயர்ந்த சுருதி
(மீடிறன் கூடியதும் அலைநீளம் குறைந்ததும்)

உரு 4.32 கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியின் திரையில் இரு வேறு சுருதி உள்ள ஒலி அலைகள் தோற்றும் விதம்

- ## உரப்பு (Loudness)

ஒரு மேளத்தில் மெதுவாகத் தட்டுக. அதன் பின்னர் கூடுதலான விசையைப் பிரயோகித்து உரத்து தட்டுக. ஒலியின் வேறுபாட்டைக் கருதுக. இவ்வேறுபாடு உரப்பில் உள்ள வேறுபாடாகும். ஓர் ஒலியின் உரப்பு ஒலி அலையின் மூலம் செவிகளுக்குக் கொண்டு வரப்படும் சக்தியின் அளவைச் சார்ந்தது.

ஈர்க்கப்பட்ட ஒரு தந்தியைத் நெருட்டும்போது அது ஓய்வு நிலையிலிருந்த அப்பால் இடம்பெயர்ந்த அளவுக்கு அதிலிருந்து வெளிவரும் சுரத்தின் உரப்பும் அதிகரிக்கின்றது. தந்தியை மேலும் அப்பால் நெருட்டுவதற்கு அதிக அளவு வேலையைச் செய்தல் வேண்டும். அப்போது தந்தியும் அதிக அளவு சக்தியை ஒலி அலைக்கு வழங்குகின்றது. ஒரு தந்தியை அப்பால் நெருட்டும்போது அதில் அதிக அளவு இடப்பெயர்ச்சி உண்டாகின்றது. அதாவது அதிர்வு பெரிய வீச்சத்தைக் கொண்டுள்ளது. அப்போது அதிர்விலிருந்து உண்டாகும் ஒலி அலையும் பெரிய வீச்சத்தைக் கொண்டுள்ளது. அதாவது உரப்புக்கும் ஒலி அலையின் வீச்சத்திற்குமிடையே ஒரு தொடர்புடைமை உண்டு. அதாவது அதிர்வு வீச்சத்திற்கேற்ப மாறும் ஒலிச் சிறப்பியல்பு உரப்பு ஆகும். அதிர்வு வீச்சம் அதிகரிக்கும்போது உரப்பும் அதிகரிக்கின்றது. அதிர்வு வீச்சம் குறையும்போது உரப்பு குறைகின்றது. உரப்பு குறைந்த, உரப்பு கூடிய இரு ஒலி அலைகளின் அலை வடிவத்தைக் கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியின் மூலம் அவதானிக்கும் போது கிடைக்கும் அலைகளின் இடப்பெயர்ச்சி - நேர வரைபுகள் உரு 4.33 இல் காணப்படுகின்றன.



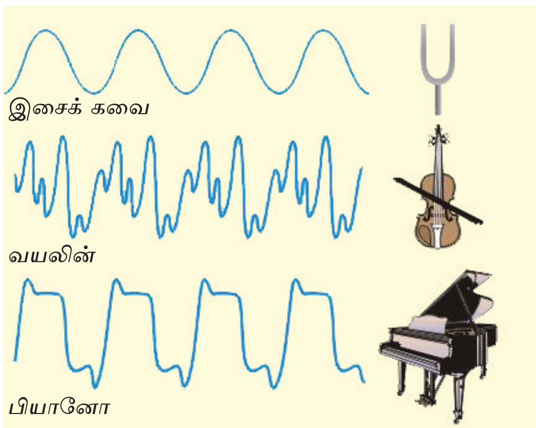
உரு 4.33 இரு வேறு உரப்பு உடைய ஒலி அலைகள் கதோட்டு கதிர் அலைவுகாட்டியில் தோன்றும் விதம்

● ஒலியின் பண்பு (Quality of sound)

பியானோ, வயலின் ஆகியவற்றில் இசைக்கப்படும் சுரம் ஒரே சுருதியைக் கொண்டிருக்கும்போதுகூட அதாவது ஒரே சுருதித் தொடர் இசைக்கப்படும்போது ஒவ்வொரு கருவியினதும் ஒலியை வேறுவேறாக இனங்காணத்தக்கதாக இருப்பதற்கு இச்சிறப்பியல்பே காரணமாகும்.

உரு 4.34 பியானோவையும் வயலினையும் வாசித்தல்

இசைக்கவர், வயலின், பியானோ என்பன ஒரே சுருதியில் இசைக்கும் போது உருவாகும் அலை வடிவங்களை உரு 4.35 கதோட்டு கதிர் அதிர்வுகாட்டியில் அவதானிக்கலாம்.



உரு 4.35 வித்தியாசமான உபகரணங்களைப் பயன்படுத்தி எழுப்பிய ஒரே சுருதியைக் கொண்ட வித்தியாசமான அலைவடிவம்

எவ்வாறாயினும் இம்மூன்று அலைகளின் அதிர்வலைகள் சமனாக இருந்தாலும் உரு 4.36 ஆல் இருந்து அலையின் வடிவம் வித்தியாசமானது என்பது நன்கு தெளிவாகின்றது. இசைக்கப்படும் கருவிகளை கண்டறிவதற்கு காரணம் அலைவடிவம் வேறுபடுவதேயாகும். எனவே ஒலியின் பண்பு தரப்பட்ட ஓர் ஒலியின் அலைவடிவத்திற்கு ஏற்ப காது உணரும் புலனாகும்.

4.3.4 கேள்தகு வீச்சு (Audible range)

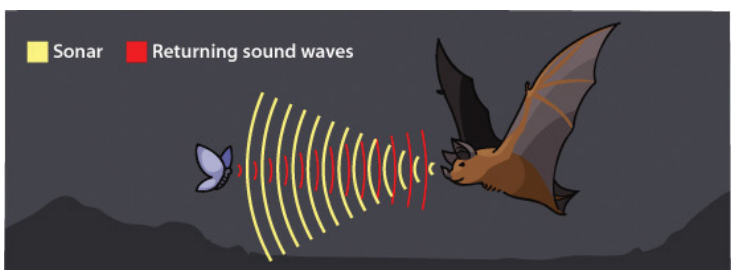
சுற்றாடலிலுள்ள எல்லா ஒலியலைகளையும் எம்மால் கேட்கமுடியாது. எங்களால் கேட்கமுடியாத சில ஒலியலைகளை சில விலங்குகளால் கேட்க கூடியதாக உள்ளது. பெரிய காதுகளை கொண்ட யானை போன்ற விலங்குகளினால் தாழ் அதிர்வெண் உடைய ஒலியலைகளை கேட்கக் கூடியதாக உள்ளது. வெளவால், திமிங்கிலம் போன்ற விலங்குகளின் காதுகளினால் மிக உயர் அதிர்வெண்ணுக்கு உணர்ச்சியுள்ளதாக இருக்கின்றன.

20 Hz - 20 000 Hz என்பது சாதாரண மனிதச் செவியின் கேள்தகு வீச்சு ஆகும். 20 Hz இலும் குறைந்த ஒலியும் 20 000 Hz இலும் கூடிய ஒலியும் எமக்குக் கேட்பதில்லை. எவ்வாறாயினும் வயதானது அதிகரிப்பதுடன் கேள்தகு வீச்சு குறைவடைந்து கொண்டு செல்லும். 20 Hz இலும் குறைந்த ஒலி **கீழொலி** (Infrasound) எனப்படும் அதே வேளை 20 000 Hz இலும் கூடிய ஒலி **கழியொலி** (Ultrasound) எனப்படும்.

முயல், டொல்பின், வெளவால் ஆகிய விலங்குகள் 20 000 Hz விட கழியொலிய லைகளை கேட்பதுடன் யானைக்கு 20 Hz விட குறைவான கீழொலியும் கேட்கின்றது. நாய்க்கு ஒலியலை 40 000 Hz வரையிலான கழியொலி கேட்கும்.

உரு 4.36

வெளவால் இரவில் தடைகளைத் தவிர்த்துக்கொண்டு கழியொலி அலைகளின் துணையுடன் பறக்கின்றது. வெளவால் பறக்கும் அதே வேளை கழியொலி அலைகளை வெளிவிடுகின்றது. எதிரேயுள்ள தடக்குகளில் பட்டுத் தெறிப்பதனால் திரும்பி வரும் அந்த அலைகளை வாங்குவதன் மூலம் அத்தடைகளின் அமைவை நிச்சயப்படுத்திக் கொள்கின்றது. ஆகவே அவற்றைத் தவிர்த்துக் கொண்டு வெளவாலினால் பறக்கத்தக்கதாக இருக்கின்றது.



உரு 4.37 கழியொலியை பயன்படுத்தி வெளவால் தடைகளில் இருந்து விலகி பறத்தல்

டொல்பின் சாதாரண மீன்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் டொல்பினுக்கு அடித்துத் தாக்கும் சுறாக்களை இனங்காண்பதற்கும் கழியொலி அலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

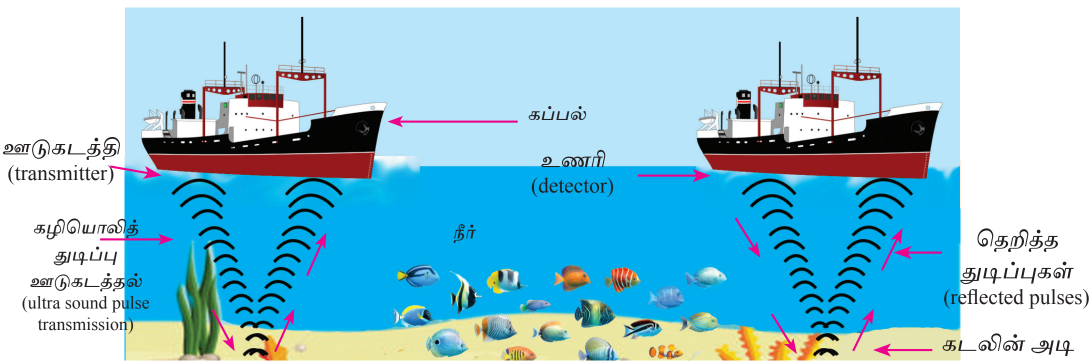
மேலும் டொல்பின் ஒன்றோடொன்று தொடர்பாடுவதற்கும் கழியொலி அலைகள் பயன்படுகின்றன.

உரு 4.38

கழியொலியின் பயன்கள்

கழியொலி அலைகள் பல்வேறு முக்கிய தொழில்களுக்குப் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கடலில் தேவையான இடங்களில் ஆழங்களைக் காண்பதற்குக் கழியொலி அலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இங்கு கப்பலின் அடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள சேனர் (SONAR - Sound Navigaton And Ranging) மூலம் கடலின் அடிக்குக் கழியொலி அலைத் துடிப்புகள் அனுப்பப்படுகின்றன. இவை கடலின் அடியில் பட்டு தெறித்துத் திரும்பி வரும் போது அதற்கு எடுக்கும் நேரம் அளவிடுவதன் மூலம் கடலின் ஆழம் காணப்படுகின்றது.



உரு 4.39 கழியொலி அலைகளைப் பயன்படுத்தி கடலின் ஆழத்தைக் காணல்

கடலின் ஆழத்தை அளப்பதற்கு மேலதிகமாக மீன் கூட்டத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் கடலில் காணாமற் போன கப்பல்களின் சிதைவுகளைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் கழியொலி அலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

உதாரணம் 1

கப்பலிலிருந்து கடலின் அடிக்கு அனுப்பப்பட்ட ஒலியலைகள் செலுத்தப்பட்டு அது தெறிப்படைந்து வருவதற்கு 4 s எடுத்தது. கப்பலிலிருந்து கடலின் ஆழத்தைக் காண்க. (நீரில் ஒலியின் வேகம் 1440 m s^{-1} ஆகும்.)

ஒலி பயணித்த தூரம் $= 1440 \times 4$

∴ கப்பலிலிருந்து கடலின் ஆழம் $= \dfrac{1440 \times 4}{2} = 2880$ m

கட்புலனற்றோர் பயன்படுத்தும் கழியொலி மூக்குக் கண்ணாடிகளுக்குக் கழியொலி அலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன.

கழியொலி அலகிடலியில் (Ultrasound scanning) கழியொலி அலைகள் பயன்படுத்தப் படுகின்றன.

மனிதனின் உடலில் இருக்கும் அங்கங்களைச் சோதிப்பதற்குக் கழியொலி அலைகள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஒரு நோயாளியின் மார்பு மீது வைக்கப்பட்ட ஒரு மாறுகடத்தியிலிருந்து அனுப்பும் கழியொலி அலைகள் இதயத்தின் உட்சுவர்களிலே தெறித்து அதற்குத் திரும்பி வருகின்றன. இதன் மூலம் இதயத்தின் ஒரு சுருங்கலின்போது வெளியேற்றப்படும் குருதிக் கனவளவு, இதயத்தின் அளவு, இதயத் துடிப்பின் அளவு என்பன பற்றிய தகவல்களை பெறலாம்.

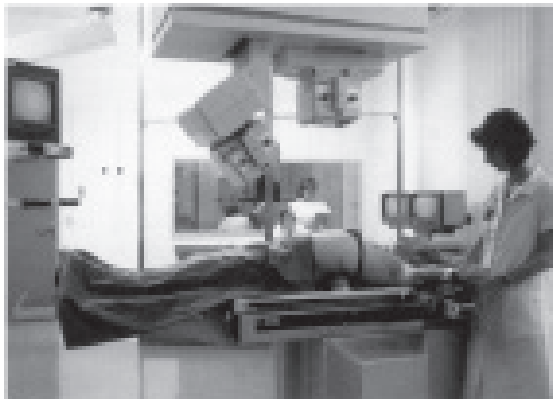
மேலும் கழியொலி அலைகளின் மூலம் கர்ப்பிணித் தாயின் கருப்பையில் உள்ள சிசுவின் நிலைமையை அவதானிக்கலாம்.

உரு 4.40 கர்ப்பிணித் தாய் கழியொலி அலைகளின் மூலம் சோதிக்கப்படுதல்

உரு 4.41 கழியொலி அலைகளைப் பயன்படுத்திக் கருப்பையில் இருக்கும் சிசுவை அவதானித்தல்

சிறுநீர்க் கற்கள் இருக்கும் இடத்திற்குக் கழியொலி அலைகளை அனுப்புவதன் மூலம் அக்கற்கள் அல்லது கல்சியம் ஒக்சலேற்றுப் பளிங்குகள் உடைக்கப்படுகின்றன. இந்நுட்பமுறை லித்தோதிரிப்சி எனப்படும்.

உச்ச மீடிறன் கழியொலி அலைகள் திண்ம ஊடகங்களினூடாகச் சென்ற பின்னர் வளியிற் செல்வதில்லை. ஆகவே திண்மத்தினூடாகச் செல்லும் அந்த அலைகள் வளி இடைவெளியைச் சந்தித்தால் இந்த இடைவெளியினூடாகச் செல்வ தில்லை. எனவே விமானத்தின் பகுதிகளில் இருக்கத்தக்க இடை வெளிகளைக் கண்டு பிடிப்பதற்கு உச்ச மீடிறன் கழியொலிகள் பயன் படுத்தப்படுகின்றன.



உரு 4.42 கழியொலி அலைகளைப் பயன்படுத்திச் சிறுநீர்க் கற்களை உடைத்தல்

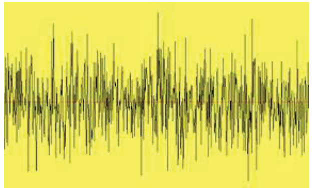
மேலதிக அறிவு

உலோகப் பகுதிகளை உருக்கி இணைப்பதற்குக் கழியொலி அலைகள் பயன்படுத் தப்படுகின்றன. உருக்கி இணைக்க வேண்டிய உலோகங்களை நன்றாகத் தொடுகையுறுமாறு வைத்து கழியொலி அலைகள் படுமாறு செய்யப்படும். இதன் மூலம் உண்டாகும் அதிர்வு காரணமாக இரு உலோகத் தகடுகளை ஒன்றாகத் தேய்ப்பதன் மூலம் அதிக அளவு வெப்பம் உண்டாகி, தொடுகையுறும் இடத்தில் அவை உருகி இணைக்கப்படும்.

4.3.5 இசைக் கருவிகள் (Music instruments)

எப்போதும் எமக்கு ஒலி கேட்கின்றது. சில ஒலிகளின் உணர்ச்சி செவிகளுக்கு இனிமையானது. வேறு சில ஒலிகளின் உணர்ச்சி காதிற்கு இனிமையில்லாதது. ஓர் இசைக் கவையையும் வயலினையும் பியானோவையும் வாசிக்கும்போது வெளிவரும் ஒலி அலைகளைக் கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியின் மூலம் அவதானிக்கும் போது கிடைக்கும் அலை வடிவங்கள் உரு 4.34 இல் காணப்படுகின்றன. அந்த அலைவடிவங்கள் ஒன்றிலிருந்தொன்று வேறுபட்டாலும் ஒழுங்கான கோலங்களைக் கொண்டன.

ஒரு கோலை எடுத்து மேசையில் அடிக்கும்போது உண்டாகும் சத்தத்தின் அலை வடிவத்தைக் கதோட்டுக் கதிர் அலைவுகாட்டியின் மூலம் அவதானிக்கும்போது கிடைக்கும் அலை வடிவம் உரு 4.43 இற் காணப்படுகின்றது.



உரு 4.43 சத்தத்தின் அலை வடிவம்

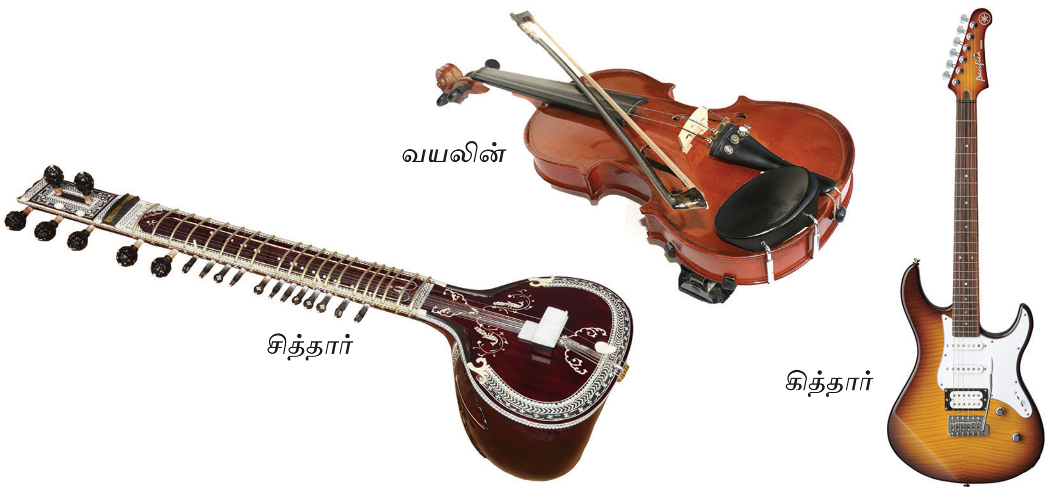
இந்த அலையில் மீளவரும் ஒழுங்கு இயல்பு இல்லை. இந்த அலை ஒழுங்கற்ற அதிர்வுகளினாலானது. வாசிக்கும்போது செவிக்கு இனிய சுரங்களை உண்டாக்கும் கருவிகள் இசைக் கருவிகளாகும். இசைக் கருவிகள் வாசிக்கப்படும் போது ஒழுங்காக அதிருமாறு உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றன.

இசைக் கருவிகள் முக்கியமாக மூன்று வகைப்படும்.

1. நரம்பு / இழைக் கருவிகள்
2. கொட்டற் / தோல் கருவிகள்
3. காற்றுக் கருவிகள்

• நரம்புக் கருவிகள் (String instruments)

வயலின், சித்தார், கித்தார், பன்ஜோ, செல்லோ போன்ற ஈர்க்கப்பட்ட தந்திகள் அதிர்வதனால் ஒலி உற்பத்தியாக்கும் கருவிகள் நரம்புக் கருவிகள் எனப்படும்.



உரு 4.44 சில நரம்புக் கருவிகள்

இசைக் கருவிகளில் எழும் ஒலியின் மீடிறன் பின்வரும் காரணிகளைச் சார்ந்துள்ளது.

1. அதிரும் தந்திப் பகுதியின் நீளம்
2. தந்தி ஈர்க்கப்பட்டுள்ள அளவு அல்லது தந்தியின் இழுவை
3. தந்தியின் ஓரலகு நீளத்தின் திணிவு

● கொட்டற் கருவிகள் (Percussion instruments)

ஈர்க்கப்பட்டுள்ள மென்சவ்வு அல்லது கோல் தகடு அதிரும்போது ஒலி உற்பத்தி செய்யப்படும் கருவி கொட்டற் கருவி எனப்படும். இக்கருவியிலிருந்து ஒலியைப் பெறுவதற்குத் தட்டுதல் அவசியமாகும்.

உரு 4.45 சில கொட்டற் கருவிகள்

தபேலா, மேளம், டொலக், றபான, தவில், உடுக்கு, தம்பட்டம் ஆகியன அதிரும் மென்சவ்வு உள்ள சில கருவிகளாகும். சைலபோன் என்பது அதிரும் கோல்கள் உள்ள கருவியாகும். தாளம் என்பது அதிரும் தகடுகள் உள்ள கருவியாகும்.

கொட்டற் கருவிகளில் அதிரும் தகடுகளின் அல்லது மென்சவ்வுப் பகுதியின் பரப்பளவு மென்சவ்வின் இழுவை மாறும்போது சுருதி மாறும்.

● காற்றுக் கருவிகள் (Wind instruments)

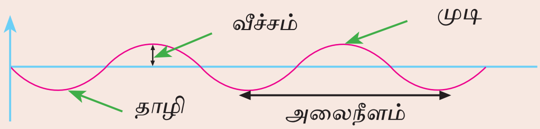
எக்காளம், புல்லாங்குழல், சங்கு, சக்சபோன், கிளாரினெற்று போன்ற வளி நிரல் அதிர்வதனால் ஒலி உண்டாகும் கருவிகள் **காற்றுக் கருவிகள்** எனப்படும்.

உரு 4.46 சில காற்றுக் கருவிகள்

காற்றுக் கருவிகளில் அதிரும் வளி நிரலின் நீளம் அதிகரிக்கும் அளவிற்கு ஏற்ப சுருதி மாறுபடும்.

பொழிப்பு

- ஓர் ஊடகத்தினூடாக அல்லது வெளியில் செல்லும் குழப்பம் அலை எனப்படும்.
- அலை இயக்கத்திற்கு ஒரு பொருள் ஊடகம் அவசியமாக இருக்கும் அலை பொறிமுறை அலை எனப்படும்.
- ஊடகத் துணிக்கைகள் இயங்கும் திசைக்குச் செங்குத்தாகச் செலுத்தப்படும் அலை குறுக்கலை எனப்படும்.
- ஊடகத் துணிக்கைகள் இயங்கும் திசையில் செலுத்தப்படும் அலை நெட்டாங்கலை எனப்படும்.



- ஒரு துணிக்கை ஒரு முழு அலையை ஆற்றுவதற்கு எடுக்கும் நேரம் ஆவர்த்தன காலம் எனப்படும்.

- ஒரு துணிக்கை ஓரலகு நேரத்தில் ஆற்றும் அலைவுகளின் எண்ணிக்கை மீடிறன் எனப்படும்.
- அலைநீளம் (λ), மீடிறன் (f), $T = \frac{1}{f}$ அலையின் கதி (v) ஆக இருப்பின் $v = f\lambda$.
- மின்காந்த அலைகளுக்கு ஊடகத் துணிக்கைகள் அவசியமில்லை.
- ஒலி அலையும் நெட்டாங்கு அலையாகும்.
- ஒலி ஊடுகடத்தப்படுவதற்கு ஓர் ஊடகம் தேவை.
- சுருதி, உரப்பு, ஒலியின் பண்பு ஆகியன ஒலியின் மூன்று பிரதான இயல்புகளாகும்.
- உரப்பு ஒலி அலையின் வீச்சத்தைச் சார்ந்தது.
- ஒலியின் பண்பு ஒலி அலையின் அலைநீளத்தைச் சார்ந்தது.
- ஒழுங்கான அதிர்வுகளிலிருந்து இனிமையான ஒலியும் ஒழுங்கற்ற அதிர்வுகளிலிருந்து சத்தமும் உண்டாகின்றன.
- நரம்புக் கருவிகளில் ஈர்க்கப்பட்டுள்ள தந்திகள் அதிர்வதன் மூலமும் காற்றுக் கருவிகளில் வளி நிரல் அதிர்வதன் மூலமும் கொட்டற் கருவிகளில் ஈர்க்கப்பட்டுள்ள மென்சவ்வு அல்லது கோல்கள் அல்லது தகடுகள் அதிர்வதன் மூலமும் ஒலி உற்பத்தி செய்யப்படுகின்றது.

பயிற்சி 4.1

1. குழந்தைகளின் குழு ஒன்று அமைதியான நீரைக் கொண்ட ஒரு குளத்திலே நீர்ப் பரப்பில் கற்களை எறிந்துகொண்டு அதில் அலைகள் பரவும் விதம் பற்றிக் கற்றது.

   (a) அலைகளின் மூலம் நிறைவேற்றப்படும் தொழில் யாது?

   (b) அலைகளின் மூலம் அத்தொழில் நிறைவேற்றப்படுவதைக் காட்டுவதற்கு நீர் மேற்பரப்பின் மீது ஒரு காகித ஓடத்தை வைத்து அதற்குச் சிறிது தூரத்தில் கற்களை இடும்போது காகித ஓடம் ஆடுவதை அவதானிக்க முடியுமா? இதிலிருந்து தெளிவாவது யாது?

   (c) நீர் மேற்பரப்பில் நடைபெறுவதைக் காட்டுவதற்கு ஒரு வரிப்படத்தை வரைக.

(d) நீர் மேற்பரப்பில் உண்டாகும் அலைகள் எப்பொறிமுறை அலை வரிசைக்கு உரியவை?

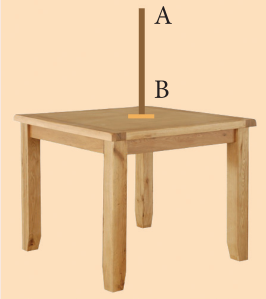
(e) மேற்குறித்த அலைகள் வளியில் உண்டாகும் ஒலி அலைகளிலிருந்து எங்ஙனம் வேறுபடுகின்றன?

(f) நீர் மேற்பரப்பில் கற்களை இடும்போது ஒரு செக்கனில் (குறித்த நேர ஆயிடையில்) 3 கற்கள் வீதம் இடப்பட்டால், உண்டாகும் அலைகளின் மீடிறன் யாது?

(g) (i) நீர் அலைகள் பரவிச் செல்லும் வேகத்தைக் காண்பதற்கு அலைகள் பற்றிய எக்கணியத்தை அறிந்திருத்தல் வேண்டும்?

(ii) அலைகளின் வேகம், மீடிறன், நீங்கள் மேலே குறிப்பிட்ட கணியம் ஆகியவற்றுக்கிடையே உள்ள தொடர்பை ஒரு சூத்திரத்தின் வடிவத்தில் எழுதுக.

2. ஓர் உலோக அலகு AB ஆனது அந்தம் B யில் இறுக்கப்பட்டு, ஒரு மேசையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.



(a) அந்தம் A யிற்கு வழங்கப்படும் ஒரு விசையினால் அது அதிரச் செய்யப்படுகின்றது. அப்போது அதில் உண்டாகும் ஓர் அதிர்வை வகைகுறிப்பதற்கு ஒரு பரும்படிப் படத்தை வரைக. (உயர்ந்தபட்ச இடப்பெயர்ச்சிகளை வகைகுறிப்பதற்கு C, D ஆகிய எழுத்துகளைப் பயன்படுத்துக.)

(b) அதிர்வு வீச்சம் என்பதை A, C, D ஆகிய எழுத்துகளைப் பயன்படுத்தி விளக்குக.

(c) 5 செக்கனில் இவ்வுலோக அதிர்வின் 50 அதிர்வுகள் உண்டாகுமெனின், உலோக அலகின் அதிர்வு மீடிறனைக் காண்க.

(d) உலோக அலகு அதிரும்போது வளியில் நெருக்கல்களும் ஐமையாக்கங்களும் உண்டாகின்றன.

(i) ஒரு நெருக்கற் சந்தர்ப்பத்தை வகைகுறிக்கும் பரும்படிப் படத்தை வரைக.

(ii) ஓர் ஐமையாக்கத்தைக் காட்டுவதற்கு ஒரு பரும்படிப் படத்தை வரைக.

(iii) இரு அடுத்துள்ள நெருக்கல்களுக்கிடையே உள்ள தூரம் வளியில் உண்டாகும் ஒலி அலைபற்றிய எந்தக் கணியத்திற்குச் சமம்?

(e) வளியில் ஒலியின் வேகம் $330\ m\ s^{-1}$ எனின், மீடிறன் 660 Hz ஆகவுள்ள ஓர் ஒலி அலையின் அலைநீளத்தைக் கணிக்க.

(f) (a) மீடிறனைச் சார்ந்த ஒலிச் சிறப்பியல்பு யாது?

(b) வீச்சத்தைச் சார்ந்த ஒலிச் சிறப்பியல்பு யாது?

(c) சில இசைக் கருவிகளிலிருந்து ஒரே இசைச்சுரம் இசைக்கப்பட்டது. எனினும் அவ்விசைக் கருவிகளின் நாதத்தை வேறுவேறாக இனங்காணலாம். இது எவ்வொலிச் சிறப்பியல்பைச் சார்ந்தது?

3. அலைகள் பரந்து செல்வதற்கு ஊடகத் துணிக்கைகளின் தாக்கம் மின்காந்த அலைகளில் இருப்பதில்லை.

(a) மின்காந்த அலைகளின் மூன்று சிறப்பியல்புகளை எழுதுக.

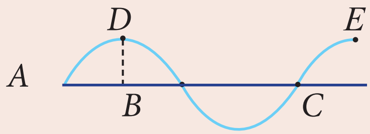
(b) (i) மின்காந்த அலைகள் உண்டாகும்போது உண்டாகும் மின் புலங்களுக்கும் காந்தப் புலங்களுக்குமிடையே உள்ள கோணம் யாது?

(ii) அப்புலங்களும் அலைகளும் பரந்து செல்லும் திசைகளுக்கிடையே உள்ள கோணம் யாது?

(iii) மேற்குறித்த கோணங்களை அடிப்படையாய்க் கொண்டு மின்காந்த அலைகளுக்கு உரிய அலை வடிவத்தின் பெயரை எழுதுக.

(c) ஒரு குறித்த வானொலி அலையின் மீடிறன் 100 மில்லியன் ஹேறஸ் (100×10^6 Hz) ஆகும். மின்காந்த அலைகளின் வேகத்தையும் பயன்படுத்தி அவ்வானொலி அலையின் அலை நீளத்தைக் காண்க.

4. ஒரு குறித்த குறுக்கலை பரந்து செல்லும்போது அதன் ஒரு பகுதி பின்வரும் உருவில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



(a) இங்கு D யிற்கும் E யிற்குமிடையே உள்ள தூரம் அலை பற்றிய எக்கணியத்திற்குச் சமம்?

(b) மேலும் எந்த இரு எழுத்துகளுக்கிடையே உள்ள தூரத்தினால் அக்கணியம் காட்டப்படுகின்றது? அவ்விருவெழுத்துகளும் யாவை?

(c) AC யிற்கிடையே உள்ள தூரம் 20 cm ஆகவும் அந்த அலையின் வேகம் 8 m s^{-1} ஆகவும் இருப்பின், அதன் மீடிறனைக் கணிக்க.

5. பாடசாலையின் சங்கீத அறையில் பல்வேறு இசைக் கருவிகள் உள்ளன. விஞ்ஞானம் கற்கும் மாணவர் குழு ஒன்று இசைக் கருவிகளை அவதானிப்பதில் ஈடுபட்டது.

(a) (i) இரு தந்திக் கருவிகளின்,

(ii) இரு கொட்டற் கருவிகளின்,

(iii) இரு காற்றுக் கருவிகளின்

பெயர்களைத் தருக.

(b) தந்திக் கருவிகளில் ஒரு மெல்லிய மரத்தினால் செய்யப்பட்ட பெட்டி போன்ற ஒரு பகுதி உண்டு.

(i) அப்பகுதியின் பெயரை எழுதுக.

(ii) அதன் மூலம் நிறைவேற்றப்படும் தொழில் யாது?

(c) (i) ஒரு தந்திக் கருவியிலிருந்து எழும் ஒலியின் மீடிறனில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும் இரு காரணிகளை எழுதுக.

(ii) அக்காரணிகளுக்கேற்ப மீடிறன் மாறும் விதத்தை எழுதுக.

(iii) கொட்டற் கருவியிலிருந்து எழும் ஒலியிலும் தோலின் மீடிறனிலும் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும் இரு காரணிகளை எழுதுக.

(iv) காற்றுக் கருவியிலிருந்து எழும் ஒலியின் மீடிறனில் தாக்கத்தை ஏற்படுத்தும் காரணி யாது?

6. பின்வருவனவற்றை விஞ்ஞானரீதியில் விளக்குக.

(a) ஓர் ஒலிக்கும் மணியைக் கையினால் பிடிக்கும் போது அது ஒலித்தல் நின்றுவிடுகின்றது.

(b) ஒரு புல்லாங்குழலின் எல்லாத் துளைகளையும் அடைத்து அதனை வாசிக்கும் போதிலும் பார்க்க துளைகள் திறந்திருக்கும்போது எழும் ஒலியின் சுருதி வேறுபட்டது.

(c) மின்னலும் இடியொலியும் ஒரே வேளையில் உண்டாகின்றபோதிலும் மின்னல் ஒளியைப் பார்த்துச் சிறிது நேரத்தின் பின்னரே எமக்கு இடியோசை கேட்கின்றது.

கலைச் சொற்றொகுதி		
பொறிமுறை அலைகள்	-	Mechanical waves
குறுக்கலைகள்	-	Transverse waves
நெட்டாங்கு அலைகள்	-	Longitudinal waves
ஆவர்த்தன காலம்	-	Period
மீடிறன்	-	Frequency
மின்காந்த அலைகள்	-	Electromagnetic waves
மின்காந்தத் திருசியம்	-	Electromagnetic spectrum
கழியூதாக் கதிர்ப்பு	-	Ultraviolet radiation
செங்கீழ்க் கதிர்ப்பு	-	Infrared radiation
நுணுக்கலைகள்	-	Micro waves
ஒலி அலைகள்	-	Sound waves
கேள்தகு வீச்சு	-	Audible range
கீழொலி	-	Infrasound
கழியொலி	-	Ultrasound
சுருதி	-	Pitch
ஒலியின் பண்பு	-	Quality of sound

உரப்பு	-	Loudness
வீச்சம்	-	Amplitude
கதோட்டுகதிர் அலைவு காட்டி	-	Cathode Ray Oscilloscope
தெறிப்பொலி	-	Reverberation
எதிரொலிமுறை ஆழறி	-	Echo sounder