

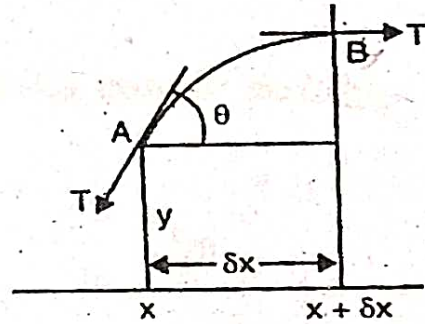
UNIT - II

ஒலி மற்றும் செவியுணரா ஒலிகள் (Sound and Ultrasonics)

ஒலி (Sound)

நீட்டுவிக்கப்பட்ட கம்பியில் குறுக்கலைகளின் திசைவேகம் நீட்டுவிக்கப்பட்ட கம்பியின் ஒலியின் குறுக்கலைகள் செல்லும் போது இழு விசையாலே (எடைக்கற்களால்) மட்டுமே மீட்பு விசை உண்டாகிறது. மீட்பு விசையின் மதிப்பு இழு விசையின் மதிப்பைக் காட்டிலும் மிகவும் குறைவு எனில் மீட்பு விசையின் மதிப்பை நீக்கலாம்.

ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள கம்பியின் நிறையை m எனவும், மேலும் அக்கம்பி T எனும் இழுவிசைக்குட்படுவதாகவும் δx நீளமுடைய AB என்ற சிறிய பகுதி (1 மீட்டர் கம்பியில்) இடப்பெயர்வு அடைவதாகக் கொள்க.



புள்ளி Aயில் ஒரு தொடுகோடு வரைந்தால், அது X அச்சில் θ கோணம் ஏற்படுத்தும். எனவே, Aயில் Y அச்சு திசையில் இழுவிசைக்கூறு = $T \sin \theta$

$$F_1 = T \sin \theta = T \tan \theta$$

($\therefore \sin \theta = \tan \theta = \theta$ மிக மிக குறைவாக இருப்பின்)

$$= T \frac{dy}{dx}$$

இக்கூறு X அச்சினை நோக்கி இருக்கும். Bயில் Y அச்சினை திசையில் இழுவிசைக் கூறு.

$$F_2 = T \frac{dy}{dx} + \frac{d}{dx} T \frac{dy}{dx} \delta x = T \frac{dy}{dx} + T \frac{d^2y}{dx^2} \delta x$$

F_1 மற்றும் F_2 எதிர்த்திசையில் உள்ளன.

$$AB \text{ பகுதியில் தொகுபயன் விசை} = F = F_2 - F_1$$

$$= T \frac{d^2y}{dx^2} \delta x$$

$$AB \text{ பகுதியின் நிறை } m \delta x \text{ அதன் முடுக்கம் } \frac{d^2y}{dt^2}$$

$$AB \text{ பகுதியின் மீதான விசை} = m \delta x \times \frac{d^2y}{dt^2}$$

$$m \delta x \frac{d^2y}{dt^2} = T \frac{d^2y}{dx^2} \delta x$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{T d^2y}{m dx^2}$$

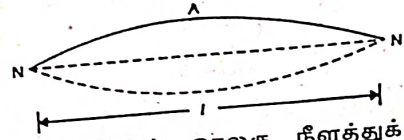
இதுவே அலை இயக்கவியலின் வகைப்பாட்டு சமன்பாடாகும்.

$$\text{எனவே திசைவேகம் } v = \sqrt{T/m}$$

நீட்டுவிக்கப்பட்ட கம்பியில் குறுக்கலைகளின் அதிர்வெண் காணல் :

(Frequency of transverse vibration of a stretched string)

முனைகளில் பொருத்தப்பட்ட l நீளமுடைய கம்பி T எனும் இழுவிசைக்கு உட்படுத்துவதாகக் கொள்க.



மேலும் கம்பியின் ஓரலகு நீளத்துக்கான நிறை m எனக்கொள்க. கம்பியின் மையப்புள்ளியில் மெதுவாக தட்டி விட, கம்பியானது ஒரேயொரு வளையம் (அடிப்படை அகடுகளைக் கொண்டது) மட்டும் கொண்டு அதிர்வறுகிறது. இங்கு கம்பியின் முனைகளில் அகடுகளும், மையப்புள்ளியில் முகடும் தோன்றுகிறது.

$$l = \lambda/2$$

(அதிர்வறும் கம்பியின் அலைநீளத்தின் பாதியானது கம்பியின் நீளத்திற்குச் சமமாக இருக்கும்)

நிலையான அலையின் அலைநீளமானது

$$\lambda = 2l$$

ஆனால், குறுக்கதிர்வு அலையின் திசைவேகம்

$$v = n\lambda \text{ and } v = \sqrt{T/m}$$

$$n = v/\lambda$$

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

இழுத்துக் கட்டப்பட்ட கம்பியின் அதிர்வுக்கான விதிகள் (Laws of Transverse Vibration of Strings)

1. முதல் விதி: இழுவிசை F (அல்லது) எடை M மற்றும் ஓரலக கம்பியின் நிறை m மாறிலியாக இருக்கையில் அதிர்வெண் n கம்பியின் அதிர்வெண்ணானது அதிர்வு நீளத்திற்கு எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

per unit mass of the wire
 $n \propto \frac{1}{l}$
Inversely \propto to l

இங்கு n - அதிர்வெண், l - அதிர்வு நீளம்.

மேலும் $n/l =$ மாறிலி

2. இரண்டாம் விதி: கம்பியின் அதிர்வெண் மற்றும் ஓரலக கம்பியின் நிறை மாறிலியாக இருக்கும் பொழுது இழுவிசை (அல்லது) எடையானது அதிர்வு நீளத்தின் இருமடி மூலத்திற்கு நேர்விகிதத்தில் இருக்கும்.

Law 2
 $n \propto \sqrt{T}$
Vibrating length

இங்கு l - அதிர்வு நீளம், m - எடை அல்லது இழுவிசை

மேலும் $n/\sqrt{T} =$ மாறிலி

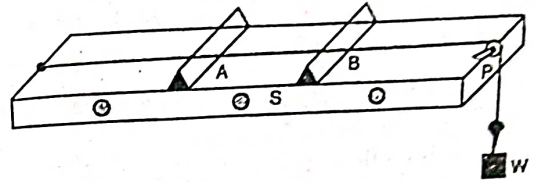
3. மூன்றாம் விதி: கம்பியின் அதிர்வெண் மற்றும் இழுவிசை (எடை) மாறிலியாக இருக்கும் பொழுது கம்பியின் ஓரலக நிறை/அதிர்வு நீளத்தின் இருமடிக்கு எதிர்விகிதத்தில் இருக்கும். அதாவது.

mass \propto Square root of per unit mass of length of the vibrating segment
 $n \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$

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

மேலும் $n\sqrt{m} =$ மாறிலி

கரமானி (Sonometer)



கரமானியானது மரத்தால் செய்யப்பட்ட பெட்டியைக் கொண்டது. இதன் பக்கங்களில் சிறு துளைகள் இருக்கும். பெட்டியின் மேல் மெல்லிய கம்பி ஒன்று சீராக நீட்டப்பட்டிருக்கும். கம்பியின் ஒரு முனை ஆணி ஒன்றினால் முறுக்கி இழுத்து பொருத்தப்பட்டிருக்கும். மறுமுனை வழவழப்பான உருளை வழியாகச் சென்று எடையினைத் தாங்கியிருக்கும். இந்த எடையே கம்பிக்கு இழுவிசையைத் தருகிறது. மேலும், இக்கம்பி இரண்டு கத்தி முனைகள் மேல் செல்லுமாறு வடிவமைக்கப் பட்டிருக்கும். இந்த இரு கத்தி முனைகள் மேல் செல்லுமாறு வடிவமைக்கப்பட்டிருக்கும். இந்த இரு கத்தி முனைகளுக்கிடையே காசுத எறியை வைத்தை கம்பியினை அதிர்வுறச் செய்யும் பொழுது குறிப்பிட்ட அதிர்வெண்ணுக்கு குறிப்பிட்ட கத்தி முனைகளுக்கிடையே தொலைவில் உள்ள பொழுது காசுத எறி கீழே விழுகிறது. இந்நிலையில் கத்தி முனைகளுக்கிடையே நீளம் ஒத்ததிர்வு நீளம் எனப்படுகிறது.

ஒரளகு நீளத்தின் நிறை m கொண்ட கம்பி F என்க. இழுவிசைக்கு (அல்லது M என்று எடையால் இழுக்கப்பட்டிருப்பதாக) உட்பட்டிருப்பதாக கருத்தில் கொள்க. கத்தி முனைகளுக்கு இடைப்பட்ட தொலைவு l என்க. கம்பியினை எழுச்சியுறச் செய்யும் பொழுது அலையானது $\sqrt{F/m}$ என்ற திசைவேகத்துடன் அதன் வழிச்செல்லும். கத்தி முனைகளில் அலைகள் பிரதிபலிக்கப்பட்டு நிலை அலைகள் உண்டாகின்றன. எதிரொலிக்கும் அலைகள் எதிர்த்திசையில் வருவதால், கத்தி முனைகளில் கணுக்கள் தோன்றுகின்றன.

எனவே அலை நீளம் $\lambda = 2l$ ($\therefore \lambda/2 = l$)

ஆனால், திசைவேகம் = அதிர்வெண் \times அலைநீளம் = $n \times \lambda$

$\sqrt{F/m} = n \times 2l$
Velocity frequency \times wavelength
(n) $\lambda = (2l)$

எனவே அதிர்வெண் $n = 1/2l \sqrt{F}$ (or) M/m - (1)

இந்தச் சமன்பாட்டின் மூலமாக இழுத்துக் கட்டப்பட்ட கம்பியின் குறுக்கதிர்வுக்கான விதிகளைப் பெறலாம்.

சுரமானியைப் பயன்படுத்தி குறுக்கதிர்வு விதிகளைச் சரிபார்த்தல் *Verification of laws of transverse vibrations of strings*

முதல் விதி : $n \propto 1/l$ அல்லது $n/l =$ மாறிலி
சுரமானியின் ஒரு முனையில் அளவு தெரிந்த எடையை M பொருத்தவும். சுரமானியின் இரண்டு கத்தி முனைகளுக்கிடையே காதித எறியை வைக்கவும். பின்னர் அதிர்வெண் தெரிந்த இசைக்கவையினை எழுச்சியூட்டிய பின் சுரமானி மேல் வைக்கவும். இந்நிலையில் கத்திமுனைகளுக்கிடப்பட்ட

நீளத்தை சரி செய்ய கம்பியிலும் திசைக்கவையிலும் ஒத்ததிர்வு நடைபெறுகிறது.

ஒத்ததிர்வின் போது கம்பி மிகவும் அதிர்வுறுவதால் கம்பி மேலுள்ள காதித எறிதூக்கி வீசப்படும். இந்நிலையில் கத்தி முனைகளுக்கிடப்பட்ட நீளம் ஒத்ததிர்வு நீளம் ஆகும். இதைப்போலவே மற்ற அதிர்வெண் தெரிந்த இசைக்கவைய்க்கு இழுவிசை (அல்லது) எடையை மாறிலியாக வைத்து ஒத்ததிர்வு நீளங்கள் காணவேண்டும். மேலும் விவரங்களை கீழ்க்கண்டவாறு அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும்.

வ. எண்.	அதிர்வெண் n Hz	ஒத்ததிர்வு நீளம் l மீ	$n/l =$ மாறிலி
	Frequency of the fork (n)	Length of vibrating segment (l)	

இவை n/l மாறிலியாக கிடைக்கும். எனவே அதிர்வெண் அலை நீளத்திற்கு எதிர்விகிதத்தில் உள்ளது எனலாம்.
 $n \propto 1/l$ $n/l =$ மாறிலி *Inversely \propto*

இரண்டாம் விதி : $M \propto l^2$ (அல்லது) $m/l^2 =$ மாறிலி

இவ்விதியை சரிபார்க்க அதிர்வெண் தெரிந்த ஒரே இசைக்கவையினை எடுத்துக் கொள்க. எடைத்தாங்கியில் பல்வேறு எடைகளை இட்டு ஒவ்வொரு முறையும் ஒத்ததிர்வு நீளம் கண்டு கீழ்க்கண்டவாறு அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும். அட்டவணையிலிருந்து M/l^2 மாறிலியாக கிடைக்கும். எனவே

using only one tuning fork

$$m \propto \sqrt{T}$$

இழுவிசை அல்லது எடை ஒத்ததிர்வு நீளத்தின் இருமடிக்கு நேர்த்தகவில் உள்ளது எனலாம்.

வ. எண்.	எடை அல்லது இழுவிசை (N) M கி.கி.	ஒத்ததிர்வு நீளம் (l) மீ	f Hz	M/f ² = மாறிலி $\sqrt{l/g}$
	Tension (N)	length of vibrating segment (l)		

மூன்றாம் விதி : $m \propto l^2$ அல்லது $m/l^2 = \text{மாறிலி}$

இவ்விதியை சரிபார்க்க இரண்டு அல்லது மூன்று வெவ்வேறு உலோகத்தால் ஆன (வெவ்வேறு ஓரலகு நிறை (m) கொண்டவை) கம்பிகளை எடுத்துக் கொள்க. எடையையும் (இழுவிசை) இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணையும் மாறிலியாக வைத்துக்கொண்டு ஒவ்வொரு கம்பிக்கும் ஒத்ததிர்வு நீளம் கண்டு கீழ்க்கண்டவாறு அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும்.

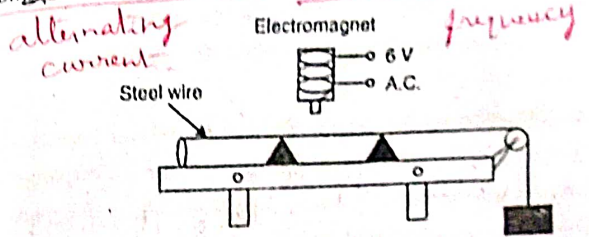
வ. எண்.	கம்பி எஃகு பிரகாரம்	ஒத்ததிர்வு நீளம் (l) மீ	ஓரலகு நீளத்தின் நிறை (m) கி.கி.	m/l ² = மாறிலி $1/\sqrt{m}$
		length of vibrating segment (l)	linear density of the wire (m)	$1/\sqrt{m}$

அட்டவணையிலிருந்து m/l^2 மாறிலியாக கிடைக்கும். எனவே ஓரலகு நிறை ஒத்ததிர்வு நீளத்தின் இருமடிக்கு எதிர்ந்தகவில் இருப்பதை உணரலாம். அதாவது $m \propto l^2$ மேலும் $m/l^2 = \text{மாறிலி}$.

$$m \propto \sqrt{m}$$

மேலுள்ள மூன்று அட்டவணையிலிருந்து இழுக்கப்பட்ட கம்பியின் குறுக்கதிர்வுக்கான மூன்று விதிகளும் சரிபார்க்கப்பட்டது.

சுரமானியைப் பயன்படுத்தி மாறுதீசை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்ணை அளவிடல்
 சுரமானியைப் பயன்படுத்தி நாம் பயன்படுத்தக்கூடிய மாறுதீசை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வெண்ணை அளவிடலாம்.



அமைப்பு

சுரமானியில் மெல்லிய கம்பி (இரும்பு அல்லது பித்தளை) மரப்பலகையின் மீதமைந்துள்ள கத்தி முனைகளின் வழியாக சீராக நீட்டுவிக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பியின் ஒரு முனை பொருத்தப்படும் மறுமுனை உருளையின் வழியாக எடை தாங்கியுடனும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. நகரும் கத்தி முனைகளைப் பயன்படுத்தி கம்பியின் அதிர்வு நீளத்தை மாற்றியமைக்கலாம். இந்த அதிர்வு நீளத்தை எளிய மீட்டர் அளவு கோல் கொண்டு அளவிடலாம். மேலும் சுரமானியிலுள்ள கம்பியின் மீது (கம்பினைத் தொடாமல்) மின்காந்தம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் வழி அதிர்வெண் கண்டறியப்பட வேண்டிய மாறுதீசை மின்னோட்டம் செலுத்தப்படும்.

செயல்முறை

கரமானியிலுள்ள மெல்லிய கம்பியானது தகுந்த இழுவிசைக்கு உட்படுத்தப்படுகிறது. அதிர்வெண் கண்டறியப்பட வேண்டிய மாறுதிசை மின்னோட்டம் மின்காந்தத்தின் வழி செலுத்தப்படும் பொழுது, மின்காந்தம் காந்தமாக செயல்படுகிறது. மின்காந்தம் கரமானி கம்பிக்கு சற்று மேலே இருப்பதால், ஒவ்வொரு சுற்றிலும் (மாறுதிசை மின்னோட்டம் கொடுக்கப்படும் பொழுது) கம்பியானது இரு முறை (நேர்குறி பெருமம் மற்றும் எதிர்குறி பெருமங்களில்) கவரப்படுகிறது.

கத்தி முனைகளுக்கிடையே காகித எறி வைக்கப்படுவதாகக் கொள்க. கத்தி முனைகளுக்கிடையேயான நீளத்தை மாற்றியமைக்கும் போது, குறிப்பிட்ட நீளத்தில் காகித எறி தூக்கி வீசப்படுகிறது. இந்நிலையில் கத்தி முனைகளுக்கு இடையேயான நீளம் ஆனது அதிர்வு நீளம் l என அளவிடப்படுகிறது. மேற்கண்ட செயல்பாடானது பல மாறுபட்ட இழுவிசைக்கு மேற்கொள்ளப்படுகிறது. இவ்வாறாக அளவிடப்படும் அளவீடுகள் கீழ்க்கண்டவாறு அட்டவணைப் படுத்தப்படுகின்றன.

வ. எண்.	இழுவிசை F (mass)	அதிர்வு நீளம் l மீ	$\sqrt{T/l}$

சராசரி $\sqrt{T/l} =$

கம்பியின் மொத்த நீளத்தைப் பயன்படுத்தி ஓரலகு நீளத்துக்கான நிறை m கணக்கிடப்படுகிறது.

கரமானியிலுள்ள கம்பியின் அதிர்வெண்ணுக்கான சமன்பாடானது

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

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

மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் நேர்குறி மற்றும் எதிர்குறி பெருமங்களில் கம்பியானது மின்காந்தத்தால் இழுக்கப்படுகிறது. எனவே மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் ஒவ்வொரு சுற்றிலும் கம்பியானது இரு முறை அதிர்வுகிறது.

கொடுக்கப்பட்ட மாறுதிசை மின்னோட்டத்தில் அதிர்வெண் $f = n/2$

Fig. 9 Alternating current

மேற்கண்ட சமன்பாட்டைப் பயன்படுத்தி மாறுதிசை மின்னோட்டத்தின் மதிப்பெண் கணக்கிடப்படுகிறது.

செவியுணரா ஒலிகள் (Ultrasonics)

முன்னுரை:

ஒரு பொருள் அதிர்வுறும்போது ஒலி தோன்றுகின்றது. ஒலி அலைகளின் அதிர்வெண் 20HZ விருந்து 20,000HZ வரை அமையும்போது இவற்றை நம் செவிகளால் உணரமுடியும். இதனை செவியுணர் ஒலி என்பர். ஒலியின் அதிர்வெண் 20,000

ஹெர்ட்டுக்கு அதிகமாக உள்ளபோது, இதனை நமது செவிகளால் உணரமுடியாது. இவ்வகையான உயர் அதிர்வெண் ஒலியை செவியுணரா ஒலி அல்லது மீயொலி (Ultrasonic waves or supersonic waves) என்பர். இவற்றின் அலை நீளம் மிகக் குறைவாகும் அதிர்வெண் 20, 000 ஹெர்ட்டு கொண்ட ஒலியின் அலைநீளம்

$$\lambda = \frac{C}{v} = \frac{330}{20,000} = 0.0165 \text{ மீட்டர்}$$

இவ்வகையான ஒலிகளை வெளவால் போன்ற பறவைகளால் உணரமுடியும். செவியுணரா ஒலிகளின் அலைநீளம் மிகக் குறைவாதலால், இது பல துறைகளில் மிக அதிகமாகப் பயன்படுகிறது.

(a) செவியுணரா ஒலிகள் தோற்றுவித்தல்
(Production of ultrasonic waves)

வழக்கமான முறைப்படி செவியுணரா ஒலிகளைத் தோற்றுவிக்க முடியாது. சாதாரண முறையில் ஒலிப்பானின் இடைத்திரைக்கு மாறுதிசை மின்னழுத்தம் கொடுத்து ஒலி தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஆனால் மிக அதிகமான அதிர்வெண்களில் ஒலிப்பான் சுருளின் தூண்டு விளைவு மிக அதிகமாகும். எனவே இதன் வழியாக மின்னோட்டம் செல்லாது. மேலும் ஒலிப்பானின் இடைத்திரை இந்த உயர் அதிர்வெண்ணில் அதிர்வடைய முடியாது. எனவே செவியுணரா ஒலிகள் தோற்றுவிப்பதற்கு வேறு முறைகள் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தற்காலத்தில் செவியுணரா ஒலிகளைத் தோற்றுவிக்க கீழ்க்கண்ட இரு முறைகளும் வெகுவாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

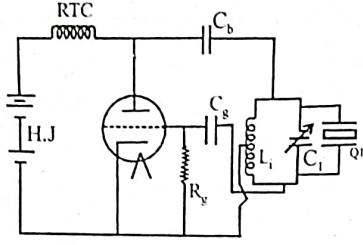
- (1) காந்தப் பரிமாண மாற்ற அலையியற்றி
- (2) அழுத்த மின் துடிப்பான் அலையியற்றி

100 கிலோ ஹெர்ட்டு வரையிலான அதிர்வெண் கொண்ட செவியுணரா ஒலிகளை தோற்றுவிக்க காந்தப் பரிமாண மாற்ற அலையியற்றியும். இதற்கு அதிகமான அதிர்வெண் கொண்ட அலைகளைத் தோற்றுவிக்க அழுத்த மின் துடிப்பான் அலையியற்றியும் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

அழுத்த மின் துடிப்பான் அலையியற்றி
(Piezo Electric Oscillator)

இம்முறை அழுத்த மின் துடிப்புப் பண்பினை அடிப்படையாகக் கொண்டது. சில படிகங்களின் இரு முகப் பரப்புகளின் எந்திர அழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது, அதன் அடுத்த இருபக்கங்களில் சமமான எதிர் மின்னூட்டங்கள் தோன்றி மின்னழுத்த வேறுபாடு தோன்றுகின்றது. இதனை அழுத்த மின் துடிப்பு விளைவு (Piezo electric effect) என்பர். இவ்விளைவிற்கு எதிரிடையாக படிகங்களின் எதிர்பக்கங்கட்கு மாறுதிசை மின்னழுத்தம் கொடுக்கப்படும்போது, அடுத்த இரு பக்கங்களும் சுருங்கி விரிகின்றன. (குவார்ட்டுஸ், ரூம்லைன், ரோக்ஸெல்லா உப்பு போன்ற படிகங்கள் இப்பண்பு கொண்டுள்ளது. செயற்படுத்தப்படுகின்ற மாறுதிசை மின்னழுத்த அதிர்வெண் படிகத்தின் இயல் அதிர்வெண்ணிற்குச் (natural frequency) சமமாக இருக்கும்போது, படிகம் பெரும வீச்சுடன் அதிர்வறுகிறது. இப்பண்பு செவியுணரா ஒலி தோற்றுவிப்பதற்குப்

பயன்படுத்தப்படுகிறது. வால்வு அலையியற்றியைப் பயன்படுத்தி மாறு மின்னழுத்த வேறுபாடு பெறப்படுகிறது.



சோதனை அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஹார்ட்ஸி அலையற்றியைப் பயன்படுத்தி பெறப்பட்ட உயர் அதிர்வெண் மாறுதிசை மின்னழுத்தம் படிக்கத்திற்குக் கொடுக்கப்படுகிறது. ஹார்ட்ஸி சுற்றில் இசைவு செய்யப்பட்ட அலைவு சுற்று உள்ளது. (மின் நிலைமம் L_1 மாறு மின்தேக்கி C_1 இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இசைவு சுற்றின் ஒரு முனை வால்வின் ஆனோடுமும் மறு முனை கிரிட்டோடும் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. வால்வின் கேதோடு சுருள் L_1 ன் மையத்தில் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. படிக்கம் Q_1 மாறு மின்தேக்கி C_1 ற்கு இணையாக இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

கிரிட்ட கசிவு மின்தடை (grid leak resistance) R_g ஐயும் மின்தேக்கி C_g - ஐயும் பயன்படுத்தி கிரிட்டிற்கு தகுந்த சார்பு மின்னழுத்தம் தரப்படுகிறது. ரேடியோ அதிர்வெண் சோக் வழியாக ஆனோட்டிற்கு மின்னழுத்தம் d.c கொடுக்கப்படுகிறது. ரேடியோ அதிர்வெண் சோக். ரேடியோ அதிர்வெண் மின்னோட்டத்தை உயர் அழுத்த மின்மூலத்திற்கு செல்லவிடாமல் தடுக்கிறது. C_b என்ற தடுப்பு மின்தேக்கி (blocking

capacitor) நேர் மின்னோட்டத்தை தொட்டிச் சுற்றிற்கு (tank circuit) செல்லவிடாமல் தடுத்து ரேடியோ அதிர்வெண் மின்னோட்டத்தை மட்டும் கடத்துகிறது மாறு மின்தேக்கி C_1 ன் மின்தேக்குத் திறனைச் சரிசெய்து அலையியற்றியின் அதிர்வெண் படிக்கத்தின் இயல் அதிர்வெண்ணிற்கு சமமாக இருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. இப்போது படிக்கம் இயந்திர அதிர்விற்கு உட்பட்டு செவியுணரா அலைகள் தோன்றுகின்றன. தோன்றுகின்ற செவியுணரா ஒலியின் அதிர்வெண் 500 கிலோ ஹெர்ட்ஸ் வரை அமையும். ஓர்மலைன் படிக்கத்தைப் பயன்படுத்தி 15×10^7 ஹெர்ட்ஸ் வரையிலான அலைவுகளைத் தோற்றுவிக்கலாம்.

B. செவியுணரா ஒலிகளின் பண்புகள் (Properties of ultrasonic waves)

1. செவியுணரா ஒலியின் அதிர்வெண் 20,000 ஹெர்ட்ஸைவிட அதிகமாகும்.
2. இவை அதிகமான ஆற்றல் கொண்டது.
3. செவியுணரா ஒலி செல்கின்ற வேகம் இவற்றின் அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்தது அதாவது அதிர்வெண் அதிகமாகும்போது வேகமும் அதிகமாகிறது.
4. இவற்றின் அலைநீளம் குறைவாக இருப்பதால் இவை புறக்கணிக்கத்தக்க விளிம்பு விளைவினைக் காட்டுகிறது.
5. செறிவான செவியுணரா அலைகள் தீர்வங்களின் வழியாகச் செல்லும்போது குமிழ்களைத் தோற்றுவிக்கிறது.
6. செவியுணரா ஒலிகளும் சாதாரண ஒலி போன்ற

எதிரொலித்தல் ஒலி விலகல் உட்கவரல் போன்ற பண்புகள் கொண்டுள்ளது.

7. செவியுணரா ஒலிகளை திரவத்தின் வழியாகப் பரவச் செய்யும் போது மறு முனையில் எதிரொலித்த அலையின் காரணத்தால் நிலையலைகள் தோன்றுகின்றன. ஒலி செல்லக்கூடிய திசையில் திரவத்தின் அடர்த்தி அடுக்கிற்கு அடுக்கு மாறுபடுகிறது. இவ்வாறு சமதள விளிம்பு விளைவுக் கீற்றணி தோன்றுகிறது. இது ஒளியை விளிம்பு விளைவிற்கு உட்படுத்தும்.

8. இவை எளிதில் உட்கவரப்பட்டு விடுகின்ற காரணத்தால் இவற்றை நெடுந்தொலைவில் அனுப்பமுடியாது.

C. செவியுணரா ஒலியின்பயன்கள் (Application of ultrasonic waves)

1. விமானம், நீர்மூழ்கிக் கப்பல் போன்றவற்றைக் கண்டு பிடித்தல்: செவியுணரா ஒலியின் அதிர்வெண் மிக அதிகமாக இருப்பதால் இவற்றைப் பயன்படுத்தி விமானம் நீர்மூழ்கிக் கப்பல் கடலில் மிதக்கும் பெரிய பனிக்கட்டிகள் போன்றவற்றைக் கண்டுபிடிக்கலாம். உயர் அதிர்வெண் அலைகள் தோற்றுவித்து நீரின் வழியாக செலுத்தப்படுகிறது. இவ்வலைகள் நீரில் உள்ள பொருள்களில் பட்டு எதிரொலிக்கின்றன. எதிரொலித்த அலைகளின் குவார்டன் ஏற்பி கொண்டு கண்டு பிடிக்கலாம். இதிலிருந்து பொருள் என்ன என்பதைக் கண்டுபிடிக்கலாம் இதனை சோனார் (sonar) என்பர் (Sound navigation and ranging)

2. கடலின் ஆழம் காணல் : சோனாரில் சில மாற்றங்கள் செய்யப்பட்டதே எதிரொலிமானி (Echometer). உயர் அதிர்வெண் அலைவு தோற்றுவித்து கடலின் தரையை நோக்கி செலுத்தப்படுகிறது. கடலின் அடிப்பகுதியில் பட்டு திரும்பி வரும் அலையின் ஒரு ஏற்பி ஏற்கிறது. இது திரும்பி வருவதற்கான நேரத்தைக் கணக்கிடலாம் நீரில் ஒலியின் திசைவேகம் தெரிவதால் $h = \frac{vt}{2}$ எனும் சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி கடலின் ஆழம் கணக்கிடப் படலாம்.

3. கடலில் கப்பல்கட்கிடையேயும் ஆகாயத்தில் விமானங்கட்கிடையேயும் செய்திகள் அனுப்பிக் கொள்ள செவியுணரா அலைகள் பயன்படுகிறது.

4. உலோகங்களில் உள்ள கீறல் : உலோகங்களின் உட்பகுதிகளில் கண்ணுக்குத் தெரியாத கீறல் வெற்றிடம் ஆகியவற்றை செவியுணரா ஒலி கொண்டு கண்டறியலாம். வெற்றிடமோ அல்லது கீறலோ உள்ள உலோகத்தின் வழியாக செவியுணரா ஒலியைச் செலுத்தும் போது எதிரொலிப்பு ஏற்படுகிறது. உலோகத்தின் பின் பரப்பிலும் எதிரொலிப்பு ஏற்படுகிறது. எதிரொலிப்படைந்த துடிப்பு ஏற்பானால் ஏற்று, அதனைப் பெருக்கி கீறல்கள் இருப்பதை அறியலாம்.

5. தொழில் துறையில்

a. கண்ணாடி எஃகுத் தகடு மற்றும் உலோகத் தகடுகளிலும் செவியுணரா ஒலியைப் பயன்படுத்தி எளிதாகத் துளையிடலாம்

- b. கார் கேமரா போன்றவை தயாரிக்கும்போது அவற்றில் உள்ள பசை தூசி போன்றவற்றை செவியுணரா ஒலி கொண்டு சுத்தம் செய்யலாம்.
- c. துணிகளைத் துவைப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.
- d. செவியுணரா ஒலிகள் உலோகங்களைப் பற்ற வைப்பதற்குப் பயன்படுகிறது.

6. வேதியியல் துறையில்

- a. செவியுணரா ஒலி கிரியா ஊக்கியாகப் பயன்படுகிறது. இவை வேதியியல் செயற்பாட்டினை விரைவாக்குகிறது.
- b. புகைப்படத் தகடு, முகப்பசை (snow) போன்றவற்றை தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.
- c. சிறிய சீரான படிகங்கள் தயாரிக்க செவியுணரா ஒலி பயன் படுத்தப்படுகிறது.

7. உயிரியல் துறையில்

- a. உருளைக் கிழங்குச் செடிகளுக்கு செவியுணரா ஒலி கொடுக்கப்படும் போது மகசூல் அதிகமாகிறது.
- b. கிருமிகளை கொல்லைப் பயன்படுகிறது.
- c. செவியுணரா ஒலியைப் பயன்படுத்தி பாலினை (milk) சீக்கிரம் பதனிடலாம்.

8. மருத்துவத் துறையில்

- செவியுணரா ஒலி மருத்துவத் துறையில் மிக அதிகமாகப் பயன்படுத்தப்படுகிறது.

- a. உடலில் நோன்றும் வலியை நீக்குவதற்கு செவியுணரா ஒலி வலி நிவாரணியாகப் பயன்படுகிறது.
- b. மரத்துப் போன விரல்க்காணீது செவியுணரா ஒலியை விழச் செய்தால், அப்பகுதி உடனே பசைய நிலைக்கு வந்திருந்து.
- c. பற்களை பிடுங்குவதற்கு செவியுணரா ஒலிகள் பயன்படுகிறது.
- d. செவியுணரா ஒலி இயந்திரமொன்று அவைக் கிசீர்சையுக்குப் பயன்படுகிறது. செவியுணரா அதையைக் கூர்மையாக்கி அகற்றப்பட வேண்டிய தசையில் ஸஜூத்தி அந்நாள் எளிதில் நீக்கலாம். மூளை அறுவை கிசீர்சையினும் கண் அறுவை கிசீர்சையினும் இது பயன்படுகிறது.

கட்டிட ஒலியியல் (Acoustics of Building)

கட்டிடங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட செயலுக்காகக் கட்டப் படுகின்றன. அவை அவற்றிற்குத் தகுந்தவாறு அமைய வேண்டும் நல்ல ஒலிப்பண்புடன் அமைய கட்டிடம் என்னாறு அமைக்கப்பட வேண்டும் என்பதைப் பற்றி படிக்கப்படும் இயற்றியல் கட்டிய ஒலியியல் என்பர்.

W.C சைபன் (W.C Sabine) என்பவர் 1911ல் கட்டிட ஒலியியல் பற்றி விரிவாக ஆராய்ந்தார். தற்காலத்தில் ஒரு திரையரங்கோ அல்லது நாடக அரங்கோ அமைக்கும்போது எவ்வகையான அமைப்புப்பெறவேண்டும் என்பதை அறிந்து கட்டப்படுகிறது. ஒரு நல்ல கலையரங்கம் கீழ்க்கண்ட பண்புகள் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

1. அரங்கின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் ஒலி தெளிவாகவும் உரப்பகாவும்கேட்க வேண்டும்.
2. ஒலியின் பண்பு மாறக்கூடாது.
3. அடுத்தடுத்த ஒலிகள் தனித்தனியாகவும் ஒன்றோடொன்று குறுக்கிடாமலும் இருக்கவேண்டும்.
4. தேவையான எதிரொலி தவிர் மற்றவை இருக்கக்கூடாது.
5. ஒரு பகுதியில் ஒலி குவிதலும் மற்றப் பகுதியில் ஒலி தீர்றியும் இருக்கக்கூடாது.
6. வெளி இரைச்சல்கள் கலக்காதவாறு அமைக்க வேண்டும்.
7. அளவுக்கு மீறிய எதிர்ப்பு முழக்கம் (reverberation) இருக்கக்கூடாது.

a. எதிர்ப்பு முழக்கமும், எதிர்ப்பு முழக்க நேரமும் (Reverberation and Rverberation time).

ஒரு கதையரங்கில் ஒலி தோற்றுவிக்கப்படும்போது ஒலி தோற்றுவிக்கப்பட்டதற்கு பின்பும் நீண்ட நேரம் நினைத்திருக்கும். இது கேட்பவரை பல முறை அடைகிறது. கேட்பவர் ஒலி மூலத்திலிருந்து வரும் நேரடி ஒலியையும், கவர், கூரை போன்றவற்றில் பட்டு எதிரொலித்த ஒலியை கேட்கிறார். ஆகவே கேட்பவரால் கேட்கப்படும் ஒலியின் செறிவு தொடர்ந்து குறைந்து, கேள்வி எல்லைக்கு கீழே அடைந்து அழிந்து விடுகிறது இதனை எதிர்ப்பு முழக்கம் என்பர்.

ஆரம்ப நேரடி கரமும், எதிரொலித்த கரமும் கேள்வி எல்லைக்குக் கீழ் அடைவதற்கு ஆகும் திடைவெளி நேரம் எதிர்ப்பு முழக்க நேரம் என்பர்.

அதீர்வெண் 512 ஹெர்ட்ஸ் கொண்ட ஆர்கன் குழாயிலிருந்து தோன்றுகின்ற அகையின் செறிவு மில்லியனில் ஒரு பங்காகக் குறையும் போது அதனை நாம் செவியில் உணர

முடிவற்றவாறு என் மனமில் கண்டார். இதனை அடிப்படையாகக் கொண்டு படித்தர எதிர்ப்பு முழக்க செறிவின் அளவின் மில்லியனில் ஒரு பங்காக ஒலிச் செறிவு குறைவதற்கு எதிர்ப்பு முழக்கம் என்பர். எதிர்ப்பு முழக்க நேரம் என்பதும், ஒலியை உண்டாக்கியவாள் நேரத்திற்கு கணக்கில் ஆரம்பித்து ஆரம்ப ஒலியின் செறிவின் மில்லியனில் ஒரு பங்கிற்குக் குறைந்து காத்தல் ஒலியைக் கேட்க முடியாத அளவாக மாறும்வரை நேரத்திற்குக் கணம் வேண்டும்.

எதிர்ப்பு முழக்க நேரம் தீவிரப்படுத்த அளவையும் சுவர் கூரை ஆகிய பொருட்களின் எதிரொலிப்பத் தன்மையும் ஒலியின் உரப்பினையும் காட்டுகின்றது. ஒரு நல்ல தீவிரப்படுத்தல் எதிர்ப்பு முழக்க நேரம் பரக்கணிக்கத்தக்க அளவு குறைவாக இருக்க வேண்டும். அதீர்வெண் 512 ஹெர்ட்ஸ் கொண்ட ஒலிக்கு நல்ல எதிர்ப்பு முழக்க நேரம் 1 முதல் 1.5 வினாடி. பேச்சிற்கு 0.5 வினாடியும் இரைச்சலுக்கு 2 முதல் 2.5 வினாடி எதிர்ப்பு முழக்க நேரம் இருக்க வேண்டும்.

உட்கவர் எண்:

ஒரு பொருளின் உட்கவர் எண் என்பது அப்பொருள் உட்கவர்ந்த ஒலி ஆற்றலுக்கும் அப்பொருளின் பீது விழும் ஒலி ஆற்றலுக்கும் உள்ள தகவ ஆகும்.

$$\text{உட்கவர் எண்} = \frac{\text{பரப்பு உட்கவர்ந்த ஒலி ஆற்றல்}}{\text{பரப்பின் பீது விழும் மொத்த ஒலி ஆற்றல்}}$$

தீவிரத்தின் மீது விழும் ஒலி அலைகள் முழுவதும் வெளியேறுவதால் அது மொத்த ஒலி ஆற்றலையும் உட்கவர்வதாகக் கொள்ளலாம். எனவே தீவிர அடிப்படையில்

ஒரு பொருளின் உட்கவர் எண்ணை கீழ்வருமாறு வரையறுக்கலாம்.

ஒரு பொருளின் உட்கவர் எண் என்பது அப்பொருளின் குறிப்பிட்ட அளவு பரப்பு உட்கவர்ந்த ஒளி ஆற்றலுக்கும், அதே அளவு பரப்பு உள்ள திறந்த ஜன்னலுக்கும் உள்ள கதவு ஆகும். உட்கவர் எண் திறந்த ஜன்னல் அலகில் (open window unit) O.W.U அல்லது ஸ்பைன் என்ற அலகில் அளவிடப்படுகிறது.

உட்கவர் எண்ணை அளவிடல்:

ஒரு பொருள் உட்கவர் எண்ணை எதிர்முழக்க நேரத்தை அளவிட்டு கணக்கிடலாம். பொருள் இல்லாத பொழுது எதிர்முழக்க நேரம் T_1 , எனில் ஸ்பைன் வாய்ப்பாட்டின்படி,

$$\frac{1}{T_1} = \frac{\sum a_1 S_1}{0.16V}$$

உட்கவர் எண் காணவேண்டிய பொருளை அறையினுள் வைத்து எதிர்முழக்க நேரம் T_2 காணவேண்டும்.

$$= \frac{1}{T_2} = \frac{\sum a_1 S_1 + a_2 S_2}{0.16V}$$

$$\left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) = \frac{a_2 S_2}{0.16V}$$

$$\therefore a_2 = \frac{0.16V}{S_2} \times \frac{T_1 T_2}{T_2 - T_1}$$

பொருளின் பரப்பு S_2 , அறையின் பருமன் V ஆகியவற்றின் மதிப்புகளின் அறிந்து அதன் உட்கவர் எண் a_2 ன் மதிப்பு அளவிடலாம்.

ஸ்பைன் வாய்ப்பாடு (Sabine Formula)

எதிர் முழக்க நேரம், அரங்கின் பருமன் அரங்கின் பரப்பு, அதன் உட்கவர் எண் ஆகியவற்றிற்கிடையே உள்ள தொடர்பினை குறிக்கும் சமன்பாடு ஸ்பைன் வாய்ப்பாடு ஆகும்.

a_1, a_2, a_3, \dots என்பன அரங்கில் உள்ள எதிரொலிக்கும் பரப்புகள் S_1, S_2, S_3, \dots என்பவற்றின் உட்கவர் எண்கள் என்போம். சராசரி உட்கவர் எண் a எனில்,

$$\bar{a} = \frac{a_1 S_1 + a_2 S_2 + a_3 S_3}{S_1 + S_2 + S_3}$$

$$\bar{a} = \frac{\sum a_1 S_1}{S}$$

$$\text{அல்லது } \sum a_1 S_1 = \bar{a} S.$$

(1)

S என்பது மொத்த பரப்பினை குறிக்கும்.

ஜோகர் என்பவர் புள்ளியியல் முறையில் ஒரு அடுத்தடுத்த எதிரொலிப்புகளுக்கிடையே ஒலி செல்லும் சராசரி தூரம் $4v/S$ எனக் காட்டினார். இங்கு v எனில், அரங்கின் பருமனையும், S என்பது அதன் மொத்த பரப்பையும் குறிக்கும். ஒலியின் திசைவேகம் v எனில், ஒரு அடுத்தடுத்த எதிரொலிப்பிற்கான காணம் $4v/Sv$. எனவே t காலத்தில் ஏற்படும் சராசரி எதிரொலிப்புகள் $Sv/4v$.

ஓர் எதிரொலிப்பில் உட்கவர்ப்படும் அளவு a எனில், எதிரொலிக்கப்படும் அளவு $(1-a)$. ஒரு எதிரொலிப்புகள்கூடப் பிறகு எதிரொலிக்கப்படும் அளவு $(1-a)(1-a)$ i.e $(1-a)^2$. I_0 என்பது தொடக்க ஒலிச் செறிவு எனில், t வினாடிகள்கூடப் பிறகு அதாவது $Sv/4v$ எதிரொலிப்புகள்கூடப் பிறகு செறிவானது I_t எனில்,

$$I_1 = I_0(1-\bar{a})^{5v/4v} \quad (2)$$

எதிர்முழுக்க நேரம் T எனில், T வினாடிகளுக்குப் பிறகு

$$I_1/I_0 = 10^{-6}$$

சமன்பாடு (2) லிருந்து,

$$10^{-6} = (1-\bar{a})^{5v/4v}$$

சமன்பாட்டின் இரு பக்கம் லாகரித மதிப்பு காண,

$$\log_e 10^{-6} = \frac{5v}{4v} \log_e (1-\bar{a})$$

$$T = \log_e 10^{-6} \times \frac{4v}{5v \log_e (1-\bar{a})}$$

$$= 2.3026 \log_e 10^{-6} \times \frac{4v}{5v \log_e (1-\bar{a})}$$

$$= \frac{2.3026 \times (-6) \times 4v}{5v \log_e (1-\bar{a})} \quad (3)$$

\bar{a} என்பது 1ஐ விடக் குறைவான மதிப்புடையதால்

$$\log_e (1-\bar{a}) = -\left(\frac{\bar{a}}{1}\right) - \left(\frac{\bar{a}}{1}\right)^2 - \left(\frac{\bar{a}}{1}\right)^3 \dots$$

\bar{a} என்பது 1ஐ விடக் குறைவான மதிப்புடையதால்

$$\log_e (1-\bar{a}) \sim -\bar{a} \quad (4)$$

$$\therefore T = \frac{2.3026 \times (-6) \times 4v}{5 \times (-\bar{a}) \times 4v}$$

ஒலியின் திசைவேகம் 340 மீ/வி எனக் கொள்வோமாயின்,

$$T = \frac{0.16 v}{S\bar{a}}$$

ஆனால் $S\bar{a} = \sum a_i S_i$

$$\therefore T = \frac{0.16 v}{\sum a_i S_i} \dots \dots \dots (5)$$

சமன்பாடு (5) என்பது ஸவைன் வாய்ப்பாடு ஆகும். எதிர் முழுக்க நேரம் என்பது கீழ்வருவனவற்றை பொருத்து அமையும்.

- அரங்கின் பருமனுக்கு நேர்விகிதத்தில் அமையும்.
- கவற்றின் பரப்பிற்கு எதிர் விகிதத்தில் அமையும்.
- மொத்த உட்கவர்தலுக்கு எதிர்விகிதத்தில் அமையும்

கலையரங்கில் ஏற்படும் இடர்பாடுகள்

கலையரங்கில் ஏற்படும் முக்கிய இடர்பாடு எதிர் முழுக்கத்திலும் மேலும் அதிகமான உரப்பும், குனிதலும், ஒத்திசைவும், தேவையற்ற இரைச்சல் போன்றவையாகும்.

கலையரங்குகளில் எல்லோரும் ஒலியைக் கேட்பதற்காக பெருக்கி (amplifier) போன்றவை பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதனால் ஒரு குறிப்பிட்ட திசையில் உரப்பு அதிகமாக அமைகிறது. ஆகவே கலையரங்கில் உள்ளவர்கள் எல்லாரும் ஒரே சீரான உரப்புடன் ஒலியை உணரமுடியாது. மேலும் கவர்கள் வளைவாக இருப்பதால் ஒலி குனிகிறது.

திரையரங்குகளில் மாடிக்குச் செல்வதற்கு படிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இப்படிகளில் ஒலிகள் விழுந்து

ஒவ்வொரு படியிலும் வேறுபட்ட நேரங்களில் ஒலி எதிரொலிப்படைய தேவையற்ற எதிரொலிகள் தோன்றுகின்றன.

கலையரங்குகளில் வெளியே ஏற்படுகின்ற ஒலி உள்ளே வருகின்றது. மேலும் அரங்கில் அமைக்கப்பட்ட விசிறிகளால் ஒலி தோன்றுகின்றது. இவை தேவையற்ற இரைச்சலாகும் கலையரங்கில் ஏற்படுகின்ற ஒத்திசைவு தேவையற்றதாகும்.

மேற்கண்ட இடப்பாடுகள் நீக்கப்பட்ட கலையரங்கே நற்பண்பு கொண்டதாகும்.

நல்ல கலையங்கிற்கு தேவையானவை

பெரிய ஒலிப் பலகைகளைப் பேசுவருக்கு பின்பாக அமைத்து கலையங்கில் உள்ளவர்களை நோக்கி அமைக்குபோது தேவையான ஒலி கிடைக்கிறது. இவ்வாறு அமைப்பதன் மூலம் கேட்பவர்கள் நேரடியான ஒலியைக் கேட்ட 0.05 வினாடியில் எதிரொலிக்கப்பட்ட ஒலியைக் கேட்பார். ஒலியின் திறன் எந்த குழப்பத்தையும் உண்டாக்காது.

நல்ல கலையரங்கில் எதிர் முழுக்க நேரம் புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு குறைவாக இருக்கவேண்டும். எதிர் முழுக்கம் இல்லாத கலையரங்கை பாழ் கலையரங்கம் (Dead auditorium) என்பர். திறந்த வெளிக் கலையங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்தாகும். எதிர் முழுக்கமில்லா இசை அதன் குளுமைத் தன்மையை இழக்கிறது. ஆகவே எதிர் முழுக்கம் நீக்குவது விரும்பத் தகாதது ஆனால் நீண்ட நேரத்திற்கு எதிர் முழுக்கமிருந்தால் அரங்கில் உள்ளவர்கள் ஒவ்வொரு சுரத்தையும் பிரித்துணர முடியாது ஆகவே எதிர் முழுக்க

நேரத்தைக் குறைக்க வேண்டும். இது ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பிற்குக் கீழ் குறையக்கூடாது.

கொடுக்கப்பட்ட அரங்கிற்கு எதிர் முழுக்க நேரம் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பு பெற பல வழிகளில் உட்கவர்ல் அதிகமாக்கப்படுகிறது.

1. சன்னல் போன்ற அமைத்தல்
2. சுவை, சுவர் இருக்கையின் பின்புறம் போன்றவற்றை கட்டை தக்கை கம்பளி போன்ற உட்கவர் பொருள்களால் மூடுதல்
3. கனமான திரைச்சேலைகள் பயன்படுத்தல்
4. தரைகளை விரிப்பான் கொண்டு மூடுதல்
5. அதிகமான எண்ணிக்கையில் ஆட்கள் இருக்கச் செய்தல்

சுவர்கள் பளபளப்பாக இருப்பதால், எதிரொலி தோன்றுகிறது. சுவர்கள் சுரசுரப்பாக அமைப்பதின்மூலமும், அவை வெளிநோக்கி சாய்ந்திருக்குமாறு அமைப்பதன் மூலமும் எதிரொலியை அகற்றலாம். இசை அரங்குகளில் சிறிது எதிரொலி அமைந்திருந்தால்தான் இசை இனிமையாக இருக்கும்.

பெரிய அரங்கின் ஒத்திசைவு அவ்வறையின் பருமனின் இருமடி வர்க்கத்திற்கு எதிர் விகிதத்தில் அமையும். எனவே அதிர்வெண்ணைச் சார்ந்து அரங்கின் பரும அமைய வேண்டும்.

ஒலி குவிதலால் கேட்போருக்கு வெறுப்பு ஏற்படும். ஆகவே ஒலி குவிதலை நீக்க வேண்டும். இதற்கு அலங்கார விளக்குகளும் புடைப்பான பகுதிகளும் அமைக்கப்படுகின்றன.

இவைகளே நல் அரங்கிற்கான பண்புகள்

பல்கலைக்கழக வினாக்கள்

2 மதிப்பெண் வினாக்கள்

1. செவியுணரா ஒலிகள் என்றால் என்ன?
2. அழுத்தமின் துடிப்பு என்றால் என்ன?
3. அழுத்த மின்துடிப்பு, அலையியற்றியின் குறை, நிறையாவை?
4. உட்கவர் எண் என்றால் என்ன?
5. எதிர்முழுக்கம் என்றால் என்ன?
6. எதிர்முழுக்க நேரம் என்றால் என்ன?
7. எதிரொலித்தல் என்றால் என்ன?

5 மதிப்பெண் வினாக்கள்

1. செவியுணரா ஒலியின் பண்புகளை எழுதுக.
2. ஒலியியலின் முக்கியத்துவம் யாது?
3. ஒலியியலை பாதிக்கும் காரணிகள் யாவை?
4. உட்கவர் எண்ணை கணக்கிடுதலை விவரி..

10 மதிப்பெண் வினாக்கள்

1. செவியுணரா ஒலி உருவாதலை விவரி. *அழுத்த மின் துடிப்பு*
2. செவியுணரா ஒலியின் பயன்கள் யாவை? *நிறை அலையியற்*
3. நல்ல அரங்கிற்கு தேவையானவை யாவை?
4. எதிர் முழுக்கத்தின் ஸபைன் வாய்ப்பாடு வருவி.