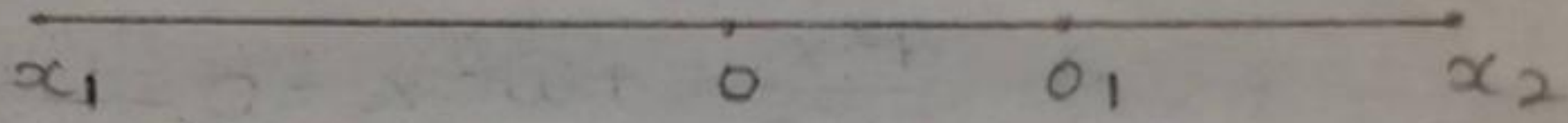


சீரிசை கியக்கம் [Simple Harmonic Motion]

முன்னுரை

ஒரு ரொபாட் அதிர்வுமேபோது அதைச் சூழ்ந்துள்ள ஊடகமும் அதிர்வுகின்றது. அதிர்வுமே ரொபாட்டின் அதிர்வுடன் 20-விலிருந்து 20,000 வரை அமையுடன், அதனால் ஏற்படும் அலையினை நமது ரிசைவிகளால் உணர முடியும். திவற்றையே நாம் ஒலி [Sound] எனக் கூறுகிறோம். ரொபாட்டின் அதிர்வு சீரிசை கியக்கம் ரிகாண்டிருக்கும்.

சீரிசை கியக்கம்



சமகால கிடைவளியில் மாறிமாறி கியங்கும் கியக்கத்தை காலவடியியக்கம் என்பர். காலவடி கியக்கத்தை சீரிசை கியக்கம் என்பர். காலவடி கியக்கத்திலுள்ள துகள் ஒரு பாதையில் முன்னும் பின்னும் நகர்ந்தால், திவ்வியக்கத்தை அலைவியக்கம் என்பர். சீரிசை கியக்கம் ரிகாண்டள்ள துகள் ஒரு புள்ளியை தமையமாகக் ரிகாண்டு கியங்கும் திப்புள்ளி சமநிலைப் புள்ளி என்பர். படத்தில் துகளானது x_1, x_2 ஆகியவற்றிற்கிடையே 0-ஐ தமையமாகக் ரிகாண்டு கியங்குகிறது.

ஒரு துகளானது ஓர் நோக்கோட்டில் கியங்கிக் ரிகாண்டிருக்கும் போது, அதன் முக்கமாதை எப்போதும் நடுநிலைப் புள்ளியை நோக்கியும், அதன் முக்கம் நடுநிலைப் புள்ளியிலிருந்து துகள் ரிபறும் திப்பெயர்ச்சிக்கு நோர் விகிதத்திலும் அமையுமாயின் திவ்வியக்கத்தை சீரிசை கியக்கம் என்பர்.

x_1, x_2 - என்ற டோர்க்கோட்டில் கியங்கும் துகளினைக் கருதுவோம். 0 - நடுநிலைப்புள்ளி ஏதாவது ஒரு டோரம் t -ல் துகள் O_1 -ல் கிருப்பதாகக் கொள்வோம். $OO_1 = x$, துகள் சீரிசை கியக்கம் கொண்டிருப்பதால் துகள் பெறும் முக்கம் கியப்பயர்ச்சிக்கு டோர் விகிதத்தில் அமையும்.

$$\therefore \frac{d^2x}{dt^2} \propto x$$

$$\text{or } \frac{d^2x}{dt^2} = -\omega^2 x \longrightarrow (1)$$

கிங்கு ω ஒரு மாநிலி எதிர்க்குறி கியப்பயர்ச்சியும் முக்கமும் ஒன்றிற்கொன்று எதிர்ச் சீரிசையில் உள்ளது என்பதைக் காட்டுகிறது.

$$\therefore \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \longrightarrow (2)$$

கிங்கு சீரிசை கியக்கத்திற்கான சமன்பாடாகும்.

O_1 -ல் துகளின் சீரிசைவேகம் v எனில்,

$$\text{முக்கம்} = \frac{dv}{dt}$$

$$v = \frac{\text{கியப்பயர்ச்சி}}{\text{காலம்}}$$

$$\therefore \frac{dv}{dt} = -\omega^2 x$$

$$\text{முக்கம்} = \frac{\text{சீரிசைவேகம்}}{\text{காலம்}}$$

$$\frac{dv}{dx} \cdot \frac{dx}{dt} = -\omega^2 x$$

$$\therefore v \frac{dv}{dx} = -\omega^2 x$$

$$\frac{v^2}{2} = -\frac{\omega^2 x^2}{2} + c$$

$$\therefore v dv = -\omega^2 x \cdot dx \longrightarrow (3)$$

சமன்பாடு (3) -ஐ ரிதானகயாக்கம் ரிசய்ய,

$$v^2 = -\omega^2 x^2 + c \longrightarrow (4)$$

கிங்கு c என்பது ரிதானகயாக்க மாநிலி.

x -ன் மதிப்பு அதிகமாகும்போது v -ன் மதிப்பு குறைகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட கியப்பயர்ச்சியில் v -ன் மதிப்பு சமியாகிறது. கிப்போது துகளின்

கிணக்கம் நின்றுவர்கிறது. x_2 எண்பது கிப்புள்ளி
எணக் ரிகாண்டுவாம்.

$0x_2 = a$, காலம் x_2 - கிலிருந்து
கிணக்கிப்புருவதாகக் ரிகாண்டுவாம்.

$$\therefore t=0 \text{ எனின் } x=a, v=0$$

கிம்மதிப்புணைச் சமண்பாடு (4) - ல் பதிர்
ரெய்யு,

$$c = \omega^2 a^2 \longrightarrow (5)$$

$$0 = -\omega^2 a^2 + c$$

சமண்பாடு (5) - ஐ (4) - ல் பதிர் ரெய்யு,

$$v^2 = -\omega^2 x^2 + \omega^2 a^2$$

$$\omega^2 (a^2 - x^2)$$

square both,

$$\pm \omega \sqrt{a^2 - x^2}$$

$$\therefore v = \pm \omega \sqrt{a^2 - x^2} \longrightarrow (6)$$

எணவு துகள் ரெரும் கிப்புயர்ச்சி
கிணபந்த நிலையல் கிணவுகம் சாழியாகும். ரெரும்
கிப்புயர்ச்சியை ல்சு எண்பர். துகள் நடுநிலைப்
புள்ளியல் கிருக்கும்போது கிணவுகம்
ரெருமமாகும்.

கேயும்,

$$v = \frac{dx}{dt} = -\omega \sqrt{a^2 - x^2}$$

$$\therefore -\frac{dx}{\sqrt{a^2 - x^2}} = \omega dt \longrightarrow (7)$$

சமண்பாடு (7) - ஐ ரெகாணகயாக்கம் ரெய்யு,

$$-\cos^{-1} \frac{x}{a} = \omega t + c \longrightarrow (8)$$

$$t=0 \text{ ல் } x=a \therefore c=0$$

$$\therefore x = a \cos \omega t \longrightarrow (9)$$

துகளின் கிணக்கம் நடுநிலைப் புள்ளியல்
கிருந்து ரெபங்குவதாகக் ரிகாண்டதாலி $t=0$ ல்
 $x=0$. கிம்போது துகள் கிடையும் கிப்புயர்ச்சிக்
-காண கோணவு

$$x = a \sin \omega t \longrightarrow (10)$$

சீரிசை கியக்கங்களின் தொகுப்பு

[Composition of two S.H.M]

(a) ஒரு ஒரு கோட்டில் செயற்படும் சீரிசை கியக்கங்களின் தொகுப்பு [along a straight line]

ஒரு ஒரு கோட்டில் செயற்படும் சீரிசை கியக்கங்களின் வீச்சுகள் முறையாக a_1, a_2 எனவும், ஆரம்பக் கட்டங்கள் ϕ_1, ϕ_2 எனவும் கொள்ளோம். இவற்றால் துகள் அதையும் கியம்பயர்ச்சிகள் y_1, y_2 எனக் கொண்பால்,

$$y_1 = a_1 \sin(\omega t + \phi_1) \rightarrow (1)$$

$$y_2 = a_2 \sin(\omega t + \phi_2) \rightarrow (2)$$

இரு பக்கங்களும் சம அதிர்வுகள் கொண்டுள்ளன. துகளின் தொகுப்பை கியம்பயர்ச்சி

$$y = y_1 + y_2 \rightarrow (3)$$

$$= a_1 \sin(\omega t + \phi_1) + a_2 \sin(\omega t + \phi_2)$$

$$= a_1 (\sin \omega t \cos \phi_1 + \cos \omega t \cdot \sin \phi_1)$$

$$+ a_2 (\sin \omega t \cdot \cos \phi_2 + \cos \omega t \cdot \sin \phi_2)$$

$$y = (a_1 \cos \phi_1 + a_2 \cos \phi_2) \sin \omega t$$

$$+ (a_1 \sin \phi_1 + a_2 \sin \phi_2) \cos \omega t \rightarrow (4)$$

$$a_1 \cos \phi_1 + a_2 \cos \phi_2 = A \cos \phi \rightarrow (5) \text{ எனவும்}$$

$$a_1 \sin \phi_1 + a_2 \sin \phi_2 = A \sin \phi \rightarrow (6) \text{ எனவும்}$$

- கொள்ளோம்.

$$\therefore y = A \cos \phi \sin \omega t + A \sin \phi \cos \omega t$$

$$\therefore y = A \sin(\omega t + \phi) \rightarrow (7)$$

கிது சீரிசை கியக்கத்திற்கான சமண்பாபாகும் எனவே கிது சீரிசை கியக்கங்கள் ஒரு கோட்டில் செயற்படும்போது துகளின் தொகுப்பை கியக்கமும் சீரிசை கியக்கமாகும். கிது வீச்சு A , கட்டம் ϕ , ஆனால் அதிர்வு மாதிரிமடைவதில்லை.

சமன்பாடு ⑤, ⑥ ஆகியவற்றைப் பயன்படுத்தி
 தொகுபயன் கியக்கத்தின் வீச்சினையும் கட்டத்தையும்
 கணக்கிடலாம்.

சமன்பாடு ⑤, ⑥ ஆகியவற்றின் இருமடி
 கண்டு கூட்ட,

$$A^2 (\cos^2 \phi + \sin^2 \phi) = a_1^2 (\cos^2 \phi_1 + \sin^2 \phi_1) \\
 + a_2^2 (\cos^2 \phi_2 + \sin^2 \phi_2) \\
 + 2a_1 a_2 (\cos \phi_1 \cos \phi_2 + \sin \phi_1 \sin \phi_2)$$

$$A^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(\phi_1 - \phi_2)$$

$$\therefore \text{வீச்சு } A = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(\phi_1 - \phi_2)} \rightarrow \text{⑧}$$

சமன்பாடு ⑥ -ஐ சமன்பாடு ⑤-ஆல் வகுக்க,

$$\tan \phi = \frac{a_1 \sin \phi_1 + a_2 \sin \phi_2}{a_1 \cos \phi_1 + a_2 \cos \phi_2} \rightarrow \text{⑨}$$

இதுவே தொகுபயன் கியக்கத்தின் கட்டமாகும்

(b) ஒன்றிற்கொன்று செங்குத்துத் திசையில்
 செயற்படும் சீரிசை கியக்கங்களின் தொகுப்பு.
 [At right angles to each other]

இக் சீரிசை கியக்கங்கள் x, y அச்சத்
 திசைகளில் செயற்படுவதாகக் கொள்வோம். x, y
 அச்சத் திசைகளில் கிப்பையர்ச்சீரிய கீழ்க்கண்ட
 சமன்பாட்டில் குறிக்கலாம்.

$$x = a \sin \omega t \rightarrow \text{①}$$

$$y = b \sin(\omega t + \phi) \rightarrow \text{②}$$

கிங்கு a, b எண்பவை முற்றிய இக்
 கியக்கங்களின் வீச்சு ϕ எண்பது கட்ட கோண்பாடு
 சமன்பாடு ① -லிருந்து,

$$\text{①} \Rightarrow \frac{x}{a} = \sin \omega t \rightarrow \text{③}$$

சமன்பாடு ③-ன் இருமடி கண்டு கிங்
 பக்கங்களிபும் $\cos^2 \omega t$ ஆக் கூட்ட,

$$\frac{x^2}{a^2} + \cos^2 \omega t = \sin^2 \omega t + \cos^2 \omega t$$

$$\therefore \frac{x^2}{a^2} + \cos^2 \omega t = 1$$

$$\therefore \cos \omega t = \sqrt{\frac{1-x^2}{a^2}} \rightarrow (4)$$

சமன்பாடு ② - லிருந்து,

$$\frac{y}{b} = \sin(\omega t + \phi)$$

$$= \sin \omega t \cdot \cos \phi + \cos \omega t \cdot \sin \phi \rightarrow (5)$$

சமன்பாடு ③ மற்றும் ④ ஆகியவற்றிலிருந்து முறையே $\sin \omega t$, $\cos \omega t$ ஆகியவற்றின் மதிப்பினை சமன்பாடு ⑤-ல் பதிலீடு செய்வ,

$$\frac{y}{b} = \frac{x}{a} \cos \phi + \sqrt{\frac{1-x^2}{a^2}} \sin \phi$$

$$\left[\frac{y}{b} - \frac{x}{a} \cos \phi \right]^2 = \left(\sqrt{\frac{1-x^2}{a^2}} \right)^2 \sin^2 \phi \rightarrow (6)$$

சமன்பாடு ⑥-ன் இருமடி காண,

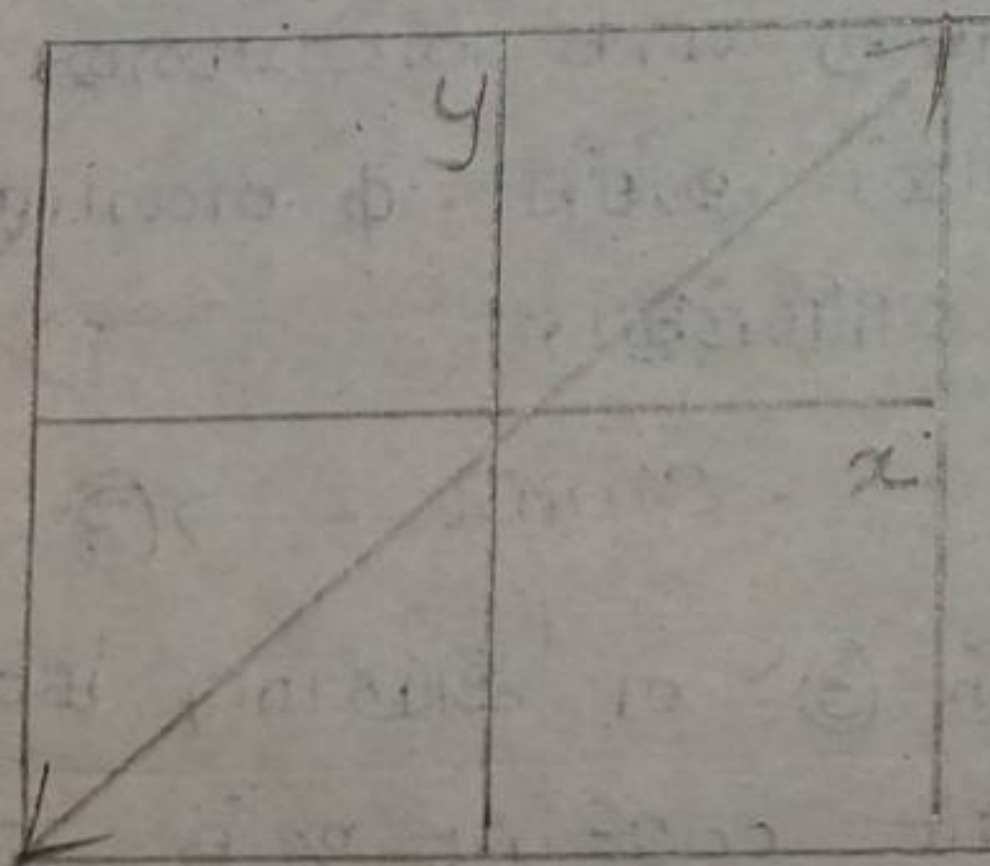
$$\frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{2b} \cos \phi + \frac{x^2}{a^2} \cos^2 \phi = \left(1 - \frac{x^2}{a^2}\right) \sin^2 \phi$$

$$= \sin^2 \phi - \frac{x^2}{a^2} \sin^2 \phi$$

$$\therefore \frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{ab} \cos \phi + \frac{x^2}{a^2} = \sin^2 \phi \rightarrow (7)$$

சமன்பாடு ⑦ ஓர் நீள்வடிவத்திற்கான சமன்பாடாகும். எனவே தொகுப்பு கியக்கம் நீள்வடிவமானது கியக்கமாக அமையும்.

தொடர்வு:-1



$\phi = 0$ எனின் $\cos \phi = 1$, $\sin \phi = 0$ அதாவது கியக்கங்களுக்கிடையே கட்ட வேறுபாடு இல்லை

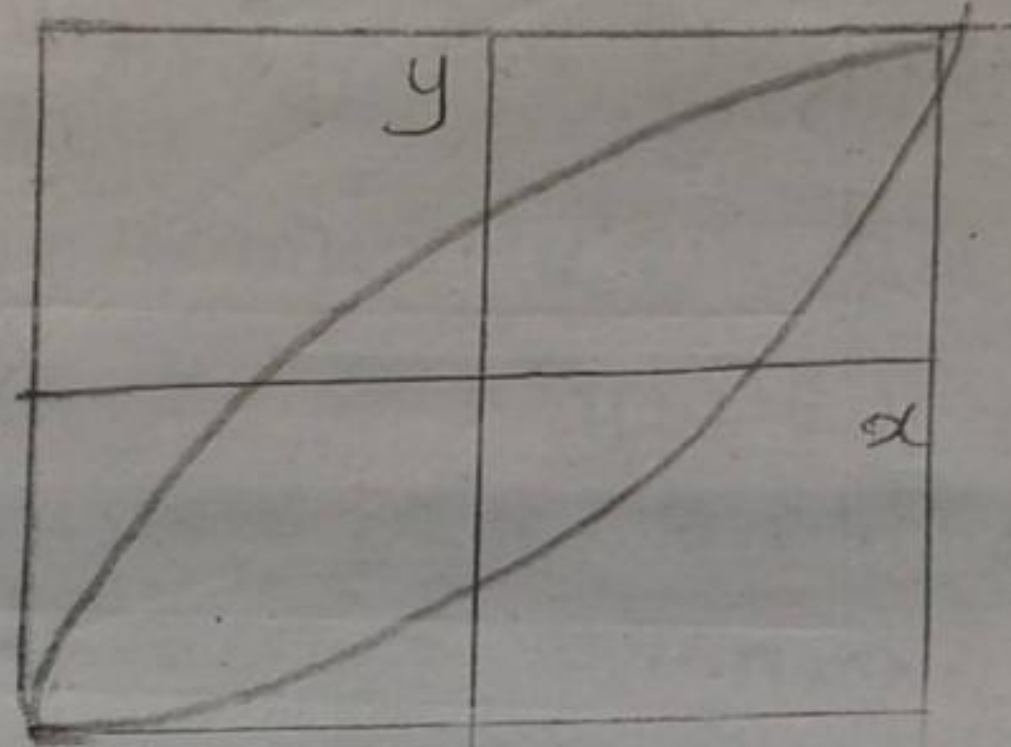
கிசுணணசு சமண்பாரு ௫-லு பசுிலுரு ளசுய்ய,

$$\frac{y^2}{b^2} - \frac{2xy}{ab} + \frac{x^2}{a^2} = 0$$

$$\therefore \frac{y}{b} - \frac{x}{a} = 0$$

$$\therefore y = \frac{b}{a} \cdot x$$

கிசு ஓரு ளுருங்குாடடாருங்காண சமண்பாடாருடம்
எணடுலு ளுருங்குபயணு கியகுககம் ஓரு ளுருங்குாடடாருடம்
ளுருங்கு:- 2.

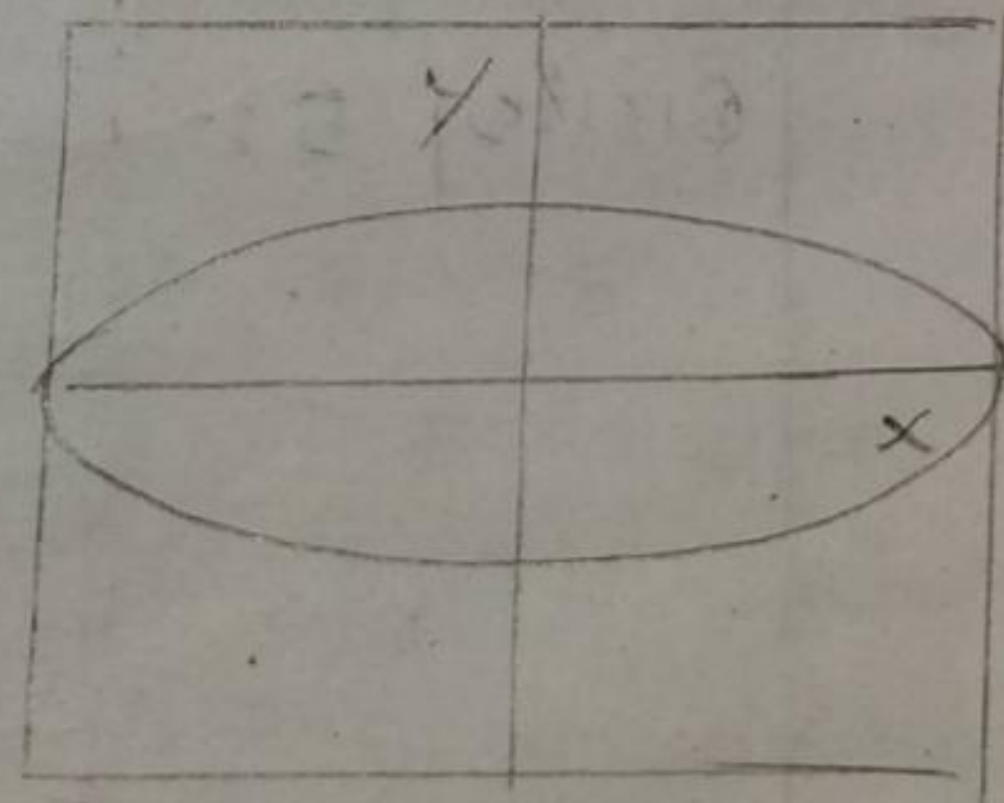
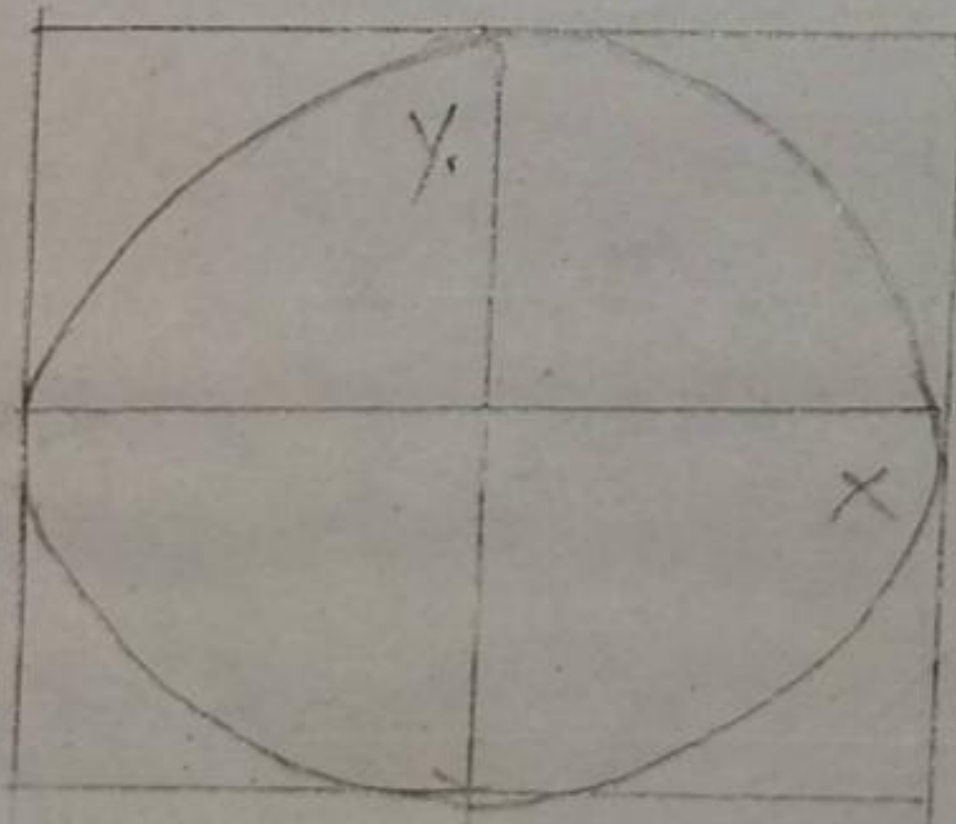


$$\phi = \pi/4 \text{ எனில் } \cos \phi = \frac{1}{\sqrt{2}}, \sin \phi = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

கிசுணணசு சமண்பாரு ௫-லு பசுிலுரு ளசுய்ய,

$$\frac{y^2}{b^2} - \frac{\sqrt{2}xy}{ab} + \frac{x^2}{a^2} = \frac{1}{2}$$

கிசு ஓரு ளுருங்குடடசுருங்காண சமண்பாடாருடம்
எணடுலு ளுருங்குபயணு கியகுககம் ளுருங்குடடடாருடம்.
ளுருங்கு 3:



$$\phi = \pi/2 \text{ எனில் } \cos \phi = 0, \sin \phi = 1$$

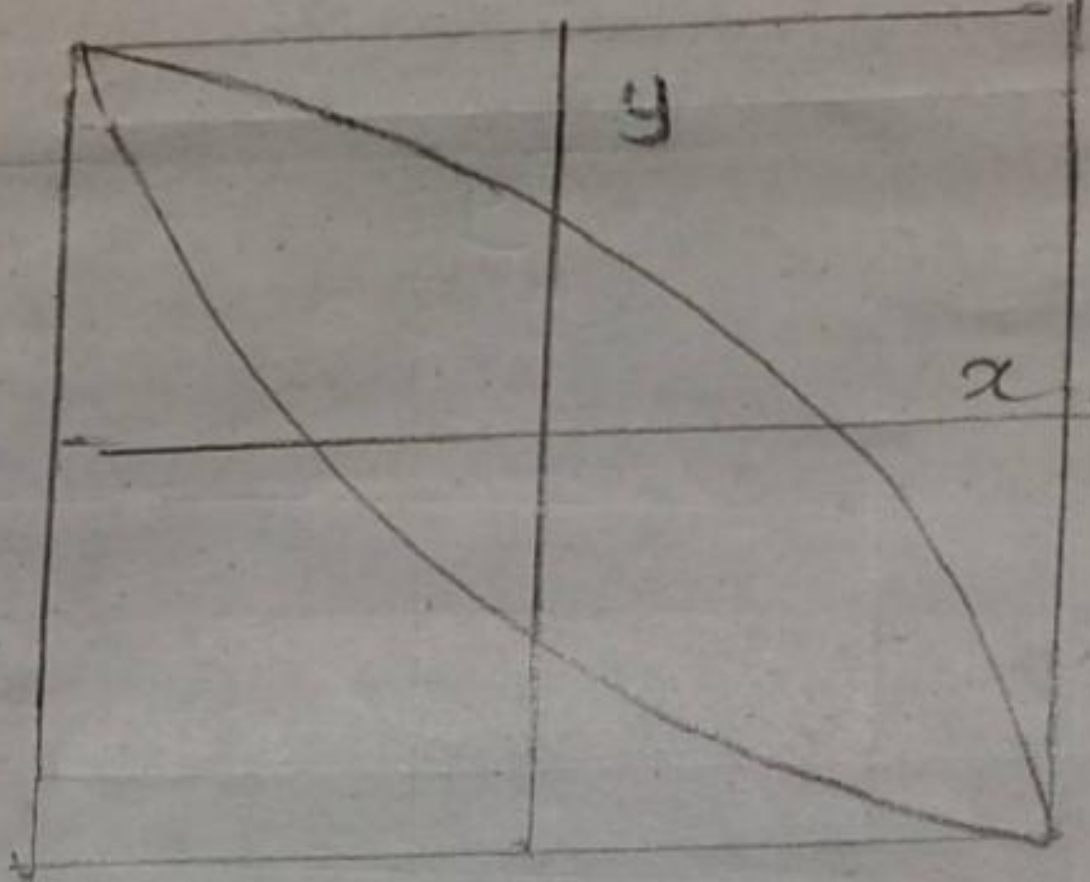
கிசுணணசு சமண்பாரு ௫-லு பசுிலுரு ளசுய்ய,

$$\frac{y^2}{b^2} + \frac{x^2}{a^2} = 1$$

இது ஒரு சமச்சீராண் நீள்வட்டத்திற்காண் சமண்பாற் . இதண் முதண்மை அச்சம் துண்ண அச்சம் முறையே x, y அச்சகருண் வொருந்துகிறது .

இரு கியக்கங்களிண் வீச்சகண் சமமாக இருந்தால் அதாவது $a=b$ எணிண் $x^2 + y^2 = a^2$ இது ஒரு வட்டத்திற்காண் சமண்பாற் . ஆகவே ரிதாருபயண் கியக்கம் ஆரம் a ரிகாண்ட வட்டப் பாணதயாகும் .

நோர்யு:-4



$$\phi = 3\pi/4 \text{ எணிண் } \cos\phi = -1/\sqrt{2}; \sin\phi = 1/\sqrt{2}$$

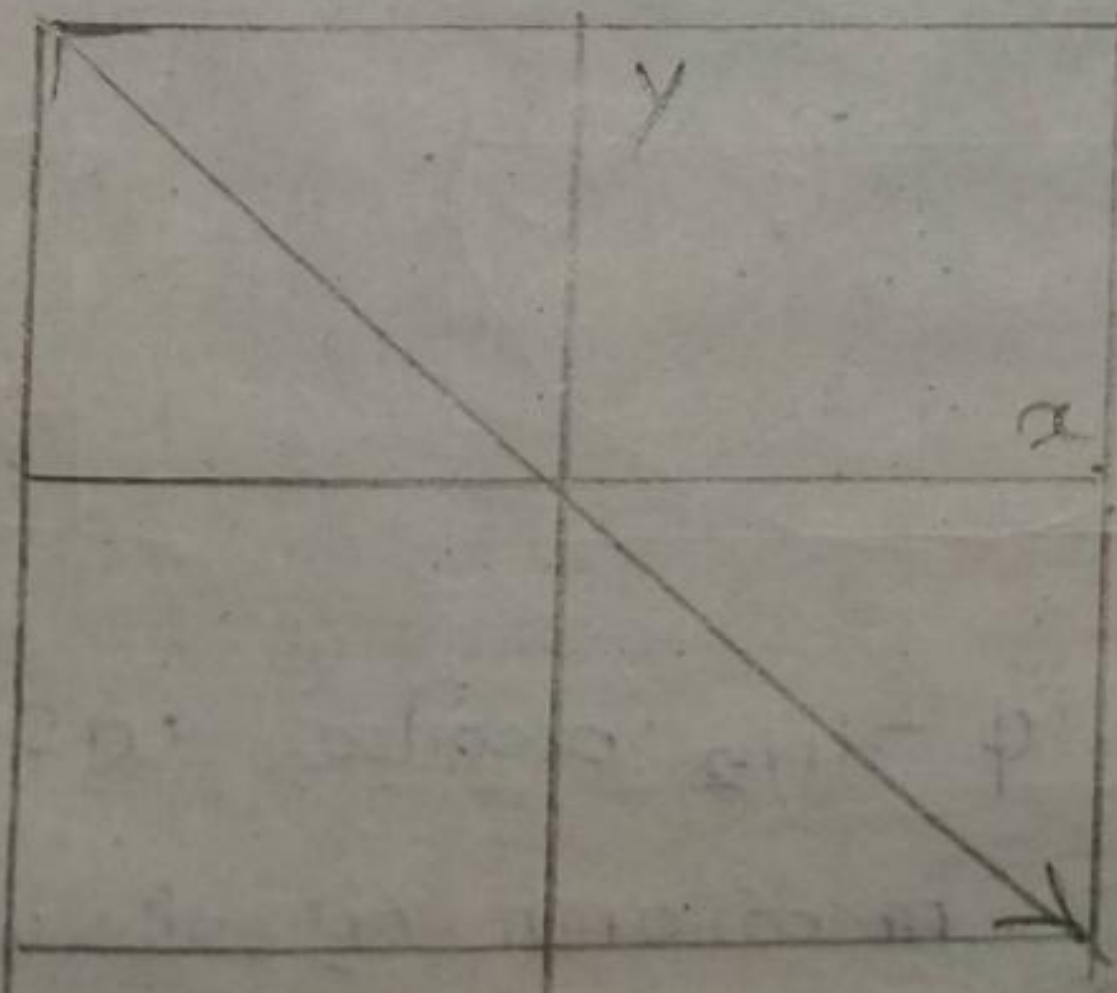
இதண்ணச் சமண்பாற் (7) -லி பதிஸீற்

ரிசய்ய ,

$$\frac{y^2}{b^2} + \frac{\sqrt{2} \cdot x \cdot y}{ab} + \frac{x^2}{a^2} = \frac{1}{2}$$

இது நீள் வட்டத்திற்காண் சமண்பாற் , இது $\pi/4$ -ற்கு சாய்ந்திருந்து திணசக்கு எதிர்த்திணசயிலி சாய்ந்திருக்கும் .

நோர்யு 5:-



$\phi = \pi$ எனில் $\cos\phi = -1$, $\sin\phi = 0$

$$\frac{y^2}{b^2} + \frac{2xy}{ab} + \frac{x^2}{a^2} = 0$$

$$\therefore \frac{y}{b} + \frac{x}{a} = 0$$

$$\therefore y = \frac{b}{a} \cdot x$$

கிது ஒரு கோடுகாட்டிற்கான சமன்பாடாகும்.

2. லிசாஜோ படங்கள் [10m]

[Lissajou's Figures]

ஒரு துகளின் மீது கிடு சீரிசை கியக்காங்-கன் ரிசங்குத்தாக ரிசாங்ரம்குபாது துகளின் ரிசாங்ரபயன் கியக்கம் ஒரு குறிப்பிட்ட ஊகாககாபாக அமையும்து என 1857-ல் லிசாஜோ என்பவர் நடைமுறை-படுத்திக் காட்டினார். கிடுரிசாங்ரபயன் கியக்கத்தாஸீ கோண்தும்து படங்கள் லிசாஜோ படங்கள் என அழைக்கப்படுகின்றன.

லிசாஜோ படங்களில் துன்மை கீழ்க்கண்ட காரணிகளைச் சார்ந்தது.

(i) அதிர்வுகளில் வீச்சுகள்

(ii) கிடு அதிர்வுகளில் அதிர்வுண்கள்

(iii) கிடு அதிர்வுகட்கிடைகய உள்ள

- கட்ட வேறுபாடு

x, y சீரிசைகளில் கிடு சீரிசை

கியக்கங்கள் ரிசாங்ரபடுவதாகக் ரிகாங்ரவாம்து.

கிடுரிசாங்ரபயன் அதிர்வுகளில் கிடுரிசாங்ரபயன் 2:1 கிடுரிசாங்ரபயன்

கியக்கங்களை O_1, O_2 ஆகியவற்றை மையங்களாக

ரிகாண்ட வட்ட கியக்கங்களில் வீச்சுகளாக

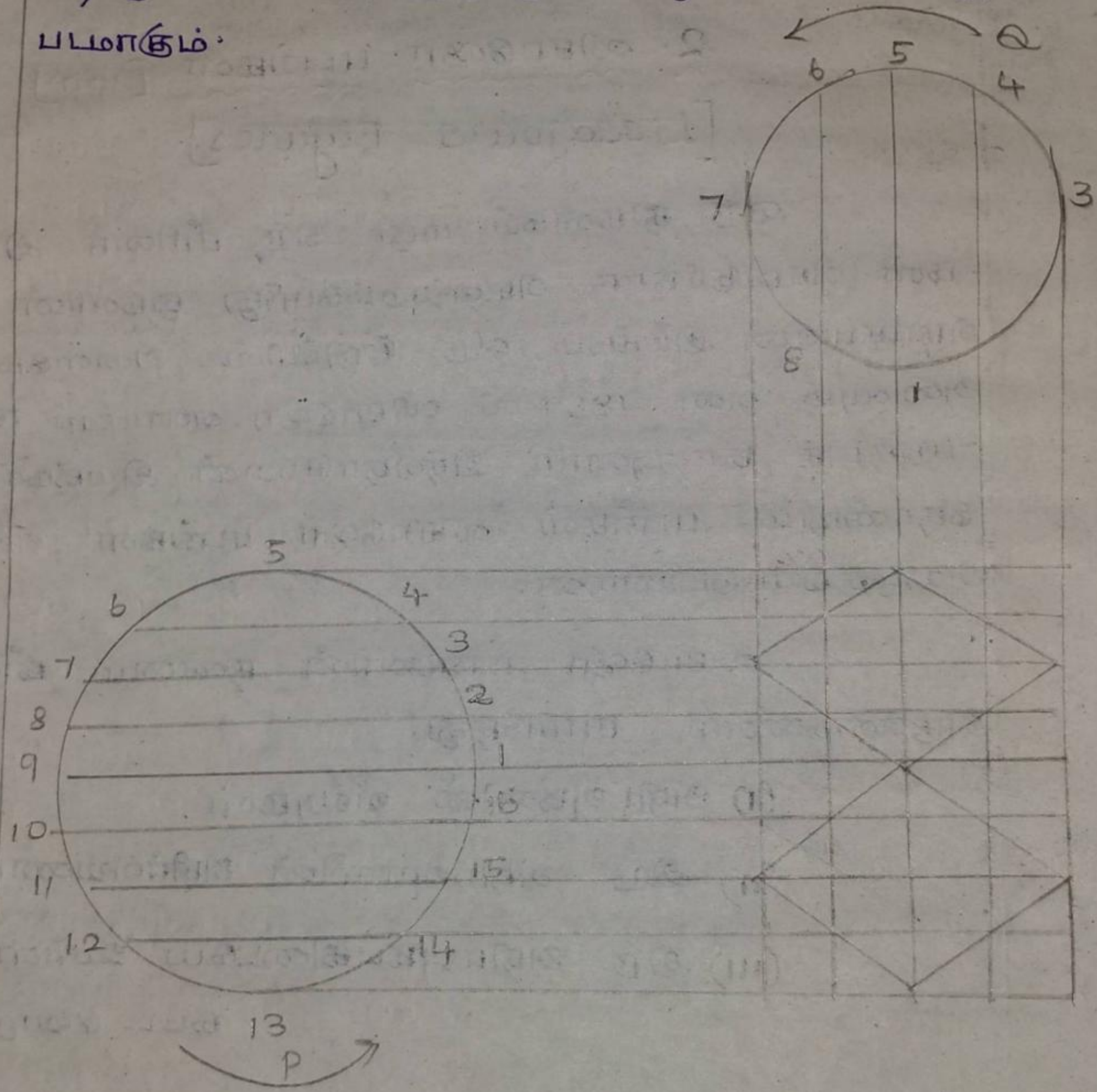
காட்டலாம். வட்டகியக்கம் R, x சீரிசையிலாண்

கியக்கத்தையும், வட்டகியக்கம் P, y சீரிசையிலாண்

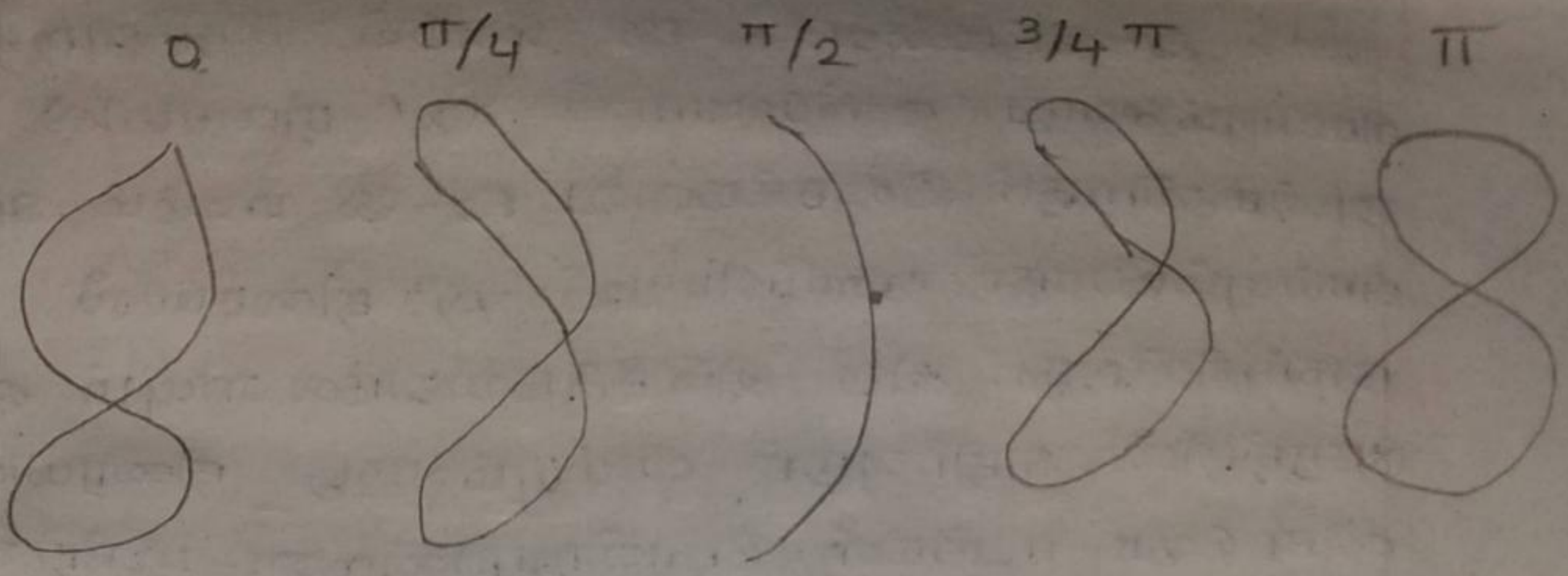
கியக்கத்தையும் கிடுரிசாங்ரபயன் கிடுரிசாங்ரபயன் அதிர்வுகளில்

சார்ந்த P ஒரு முறை சற்றி வரும். அதே கோடுகளில்

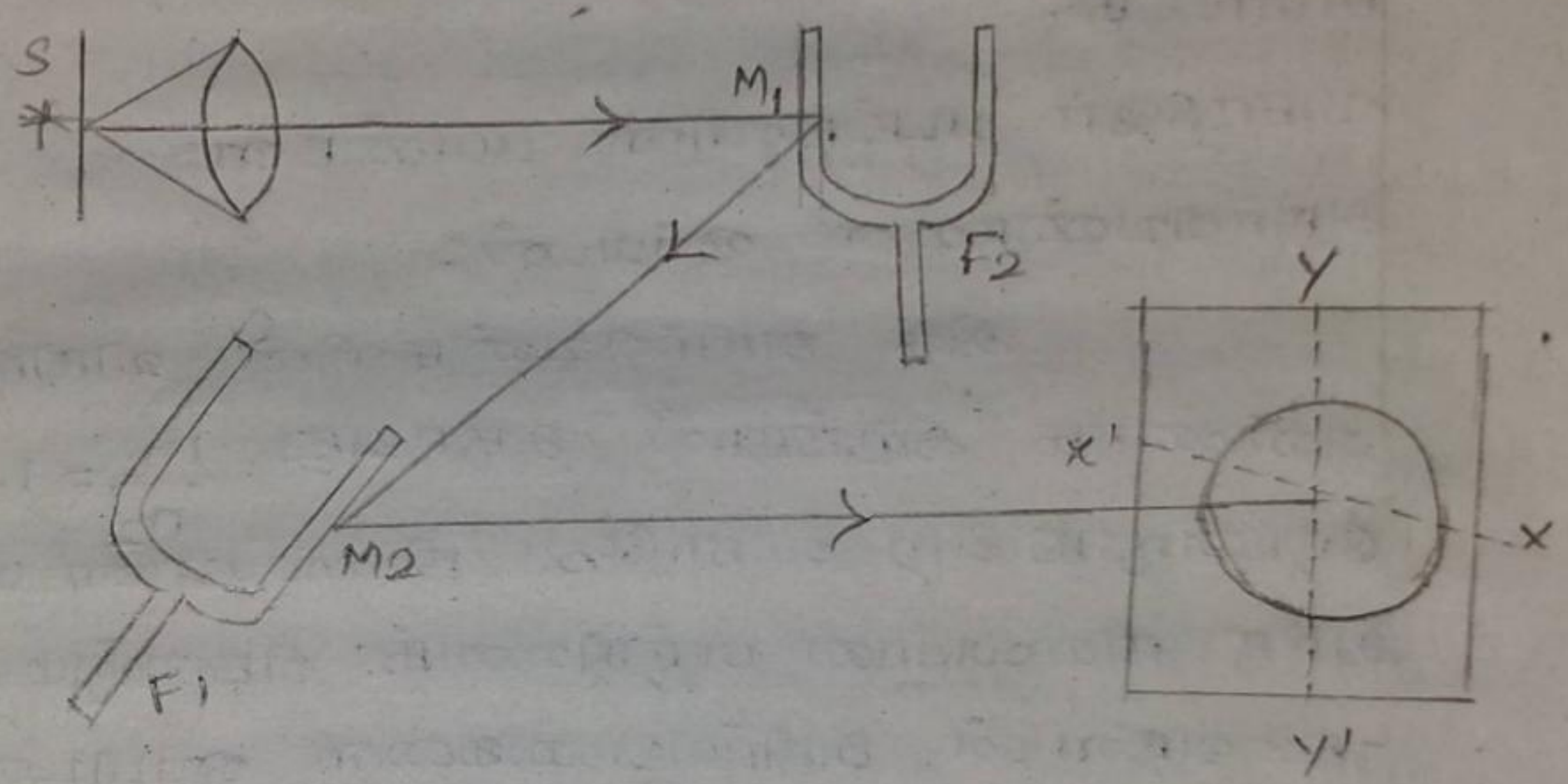
2 கிடு முறை சாற்றி உடும் . எண்கள் 9 உடபத்தை
 16 பகுதிகளாகவும் , 2 உடபத்தை 8 பகுதிகளாகவும்
 பிரித்தால் , 9 அதன் உடபத்தில் 10 எண் நிணையல்
 அடையும்குபாது 2 அதன் உடபத்தில் ஒரு சாற்றை
 முடித்துக்கொண்டு மீண்டும் 2 எண் நிணையல்
 அடையும்கு . கிப்போது துகளின் நிணை துகள்களின்
 உவங்குவிற் நிணைகளை கிணைக்கும் கோடு
 ரிசாடுபயன் கியக்கமாகும் . கிதுவே லிசாடு
 பயமாகும் .



கிங்கு ஒரு சீரிணை கியக்கங்கிணைகய
 கட்ட வேறுபாடு சாழியாகும் . கிநிணையல்
 கிவற்றின் ரிசாடுபயன் கியக்கம் எண் 8-ஆய்
 போன்ற அடையும்கு கட்ட வேறுபாடுகள் கிங்கும்
 போது கீழே உள்ள படத்தில் காட்டியவாறு
 உடிவங்கள் தோன்றுகின்றன .



லிசானோ படம் தோற்றுவித்தல்:



கிம்முறை படங்கள் திரையிலே தோற்றுவிப்பதற்காக லிசானோவால் அமைக்கப்பட்டது. F_1, F_2 எண்புறவுகிற கிசைக்கணைகள். கிவற்றின் தாடைகளிலே முறையே M_1, M_2 என்ற கிற ஆடிகள் லொருத்தப்பட்டு உள்ளது. கிற கிசைக்கணைகளும் ஒன்றிந்கொன்று லொங்குத்தாக அலைவுறாமாறு சரிசெய்யப்பட்டுள்ளது. அதாவது F_1 என்ற கிசைக்கணை x -அச்சத் திசையில் அதிர்வடைவதால் F_2, y அச்சத் திசையில் அதிர்வடையும் ஒளி முலம் S -லிருந்து ஁ரும் ஒளிக்கற்றை வில்லை L -ணைப் பயன்படுத்தி ஆடி M_1 -ன் கீது விடச் செய்யப்புகிறது. பிரதிபலிப்படைந்த கற்றை M_2 -லி விடாந்து திரை S -லி விடுகிறது. கிற கிசைக்கணைகளும் அதிர்வுற்ற திசையில் திரையிலே ஒரு ஒளிப்பொட்டு தோணுகிறது.

கிசைக்ககவை F_1 -ஐ ஡டரு஡் அதிர்வுறசீ
 ரிசய்யு஡்஡ுாது ஔளி஡்ரி஡ாடர் xx' திசையிலீ
 ஡கர்கி஡்றது. கிசைக்ககவை F_2 -ஐ ஡டரு஡் அதிர்வுற
 ரிசய்யு஡்஡ுாது ஔளி஡்ரி஡ாடர் yy' திசையிலீ
 ஡கர்கி஡்றது. கி஡் கிசைக்ககவைககனையு஡் ஔரே
 ஡ரேதீதிலீ அதிர்வுறசீ ரிசய்யு஡்஡ுாது திரையிலீ
 லிசாஔுா ஡டங்ககன் ஔா஡்றுகி஡்ற஡். ஡டத்தி஡்
 வடிவ஡் M_1 ஆகியவ஡்றி஡் வீசீகி஡்றையு஡்
 கிசைக்ககவைககனி஡் அதிர்வுறசீககனையு஡் கி஡்
 அதிர்வுகடகி஡்டைய ஁஡்஡ கட்ட வுவு஡ாடடி஡்றையு஡்
 சார்஡்தது.

லிசாஔுா ஡டங்ககனி஡் ஡ய஡்ககன்:

அதிர்வுறசீககனையு஡் ஔ஡்஡லீ:

கி஡் அதிர்வுறசீககனி஡் விகித஡் ஡ு஡ு
 ஁஡்஡ாக கி஡்஡்தாலீ அதாவது $\frac{n_1}{n_2} = 1.2.3.....$
 ஔா஡்றுகி஡்ற லிசாஔுா ஡ிலையா஡ ஡ட஡ாஔு஡்.
 கி஡்த ஡ிலையா஡ ஡டத்தி஡்஡க் ரிகா஡்஡் கிசைக்
 -ககவைககனி஡் அதிர்வுறசீககனையு஡் ஔ஡்஡லா஡்.
 லிசாஔுா ஡டத்திலீ ஔதாவரிதா஡் ஡ு஡்஡ியாலீ
 கி஡்ட஡டடக் ஔா஡்஡் ரிசய்குத்தாக் ஔா஡்஡் வ஡்றய
 வு஡்஡்஡். கி஡்ட஡டடக் ஔா஡் ஡டத்தை n
 கி஡ங்ககனி஡ு஡், ரிசய்குத்தாக் ஔா஡் n கி஡ங்ககனி஡ு஡்
 ரிவடி஡்றாலீ,

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n}{m}$$

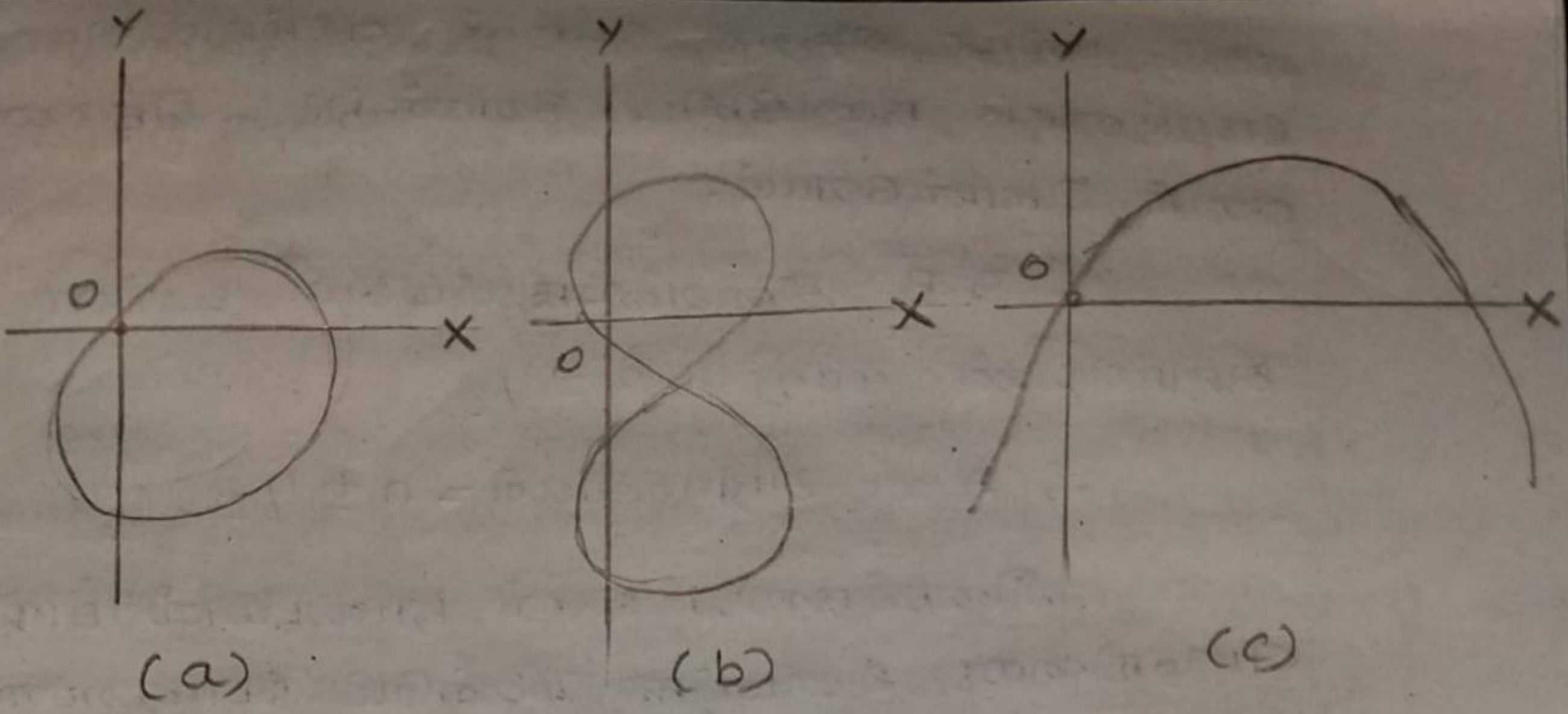
கி஡்து T_1, T_2 -஡் n_1, n_2 -஡் ஡ு஡்றடியே
 கி஡்ட஡டடத்தி஡ு஡் ரிசய்குத்தி஡ு஡் அ஡லவு
 காலங்ககனூ஡் அதிர்வுறசீககனூ஡் ஆஔு஡்.

y அச்சத் திசையிலீ அதிர்விலீ அதிர்வுறசீ

x அச்சத்திசையிலீ அதிர்விலீ அதிர்வுறசீ

ரிசய்குத்தாக்ஔா஡் ரிவடி஡்஡் கி஡ங்ககனி஡்
 ஁஡்஡்஡ிக்ஔாக

கி஡்ட஡டடக்ஔா஡் ரிவடி஡்஡் கி஡ங்ககனி஡் ஁஡்஡்஡ிக்
 -கக



எடுத்துக்காட்டாக மேலுள்ள படத்தினைக் கருதுவோம் - படம் [a]-ல் கிடைமட்டக்கோடுமீ ரிசங்குத்துக்கோடும் உணைகோட்டை கிடுமுறை ரிவட்டுகிறது. எனவே அதிர்வுண்களின் விகிதம்.

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n}{m} = \frac{2}{2} = 1$$

கிடுபோலி படம் (b)-லீ

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{4}{2} = 2$$

படம் (c)-லீ

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{1}{2}$$

(a) கிசைக்கையையின் அதிர்வுண்களின் காணலீ

கொடுக்கப்பட்ட கிசைக்கைய A-ன் அதிர்வுண்களின் கீழ்க்கண்டவாறு காணலாம். கிடுத்தடி கிடுந்திர் சமயான அதிர்வுண்களின் கொண்ட கிசைக்கைய B-யை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். கிடுண் அதிர்வுண்கள் n எனக் கொள்வோம். A, B ஆகிய கிடு கிசைக்கையகளையும் ஒன்றுக்கொன்று ரிசங்குத்தாக அதிர்வுண்கள் ரிசங்குத்தின் மூலம் லிசாஜோ வடிவங்கள் தோன்றுகிற வேண்டும். கிடு கிசைக்கையகளின் அதிர்வுண்கள் சிறிது மாறுபடுவதால் கடிமம் ரிதாபாங்கு மாறும். கிடுணாலி பல வடிவங்கள் மாறி மாறித் தோன்றும்.

ஒரு சுற்று மூன்று பெற்று எடுத்துக் கொள்ளும் நேரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும் - இதனை t எனக் கொள்வோம்.

$\therefore A, B$ கிடைக்கக்கூடிய உள்ள அதிர்வெண் மாறுபாடு $= 1/t$

$\therefore A$ -ன் அதிர்வெண் $= n \pm 1/t$

கிடைக்கக்கூடிய A -ன் தாக்கையில் சிறிது பெருகினை அமைத்து மீண்டும் சோதனையைச் செய்ய வேண்டும். சிப்போதும் ஒரு மூன்று பெறுவதற்கான நேரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். இதனை t எனக் கொள்வோம்.

$t_1 < t$ எனில்

A -ன் அதிர்வெண் $= n + \frac{1}{t}$

$t_1 > t$ எனில்

A -ன் அதிர்வெண் $= n - \frac{1}{t}$

கிவ்வாறு கிடைக்கக்கூடிய அதிர்வெண் காணலாம்.

3. ரிசவியுணரா ஒலிகள்

[Ultrasonics]

பின்னூறு:

ஒரு பொருள் அதிர்வும்கூடாது ஒலி தோன்றுகிறது. ஒலி அலைகளின் அதிர்வெண் 20 Hz லிருந்து 20,000 Hz வரை அடையும்போது கிவற்றை நம் ரிசவிகளாலி உணர முடியும்.

அதிர்வெண் 20,000 மெட்ரீஸ்க்கு அதிகமாக உள்ளபோது இதனை நமது ரிசவிகளாலி உணர முடியாது. கிவ்வகையான உயர் அதிர்வெண் ஒலியை ரிசவியுணரா ஒலி அல்லது மீடியாலி என்பர். கிவற்றின் அலைநீளம் மிகக்குறைவாகும்.

அதிர்வுகள் 20,000 Hz கொண்ட ஒலியை
அலைநீளம்.

$$\lambda = \frac{c}{\nu} = \frac{330}{20,000} = 0.0165 \text{ மீட்டர்.}$$

இவ்வகையான ஒலிகளை உலக அளவில்
பேரளவு பயன்படுத்தும் உணர்வு முடியும். உலக அளவில்
ஒலிகளின் அலைநீளம் மிகக் குறைவாகவால் இது
பல துறைகளில் மிக அதிகமாக பயன்படுத்தப்
படுகிறது.

(a) உலக அளவில் ஒலிகள் தோற்றுவித்தல்.

[production of ultrasonic waves]

உலக அளவில் முறைப்படி உலக அளவில்
தோற்றுவிக்க முடியாது. சாதாரண முறையில்
ஒலிப்பாணியின் கிடைத்திரைக்கு மாறுதலை மின்னழுத்தம்
பெரித்து ஒலி தோற்றுவிக்கப்படுகிறது. ஆனால் மிக
அதிகமான அதிர்வுகளில் ஒலிப்பான் சுருளின்
தூண்டு விளைவு மிக அதிகமாகும். எனவே இதன்
உதவியாக மின்னோட்டம் செல்லாது. மேலும்
ஒலிப்பாணியின் கிடைத்திரை கிடை உயர் அதிர்வுகள்
-வில் அதிர்வுகளை முடியாது. எனவே உலக அளவில்
ஒலிகள் தோற்றுவிப்பதற்கு வேறு முறைகள்
பயன்படுத்தப்படுகிறது.

தற்காலத்தில் உலக அளவில் ஒலிகளைத்
தோற்றுவிக்க கீழ்க்கண்ட இரு முறைகளும்
பயன்படுத்தப்படுகிறது.

(i) காந்தப் பரிமாண மாற்ற அலைவியற்றி

(ii) அழுத்த மின் துடிப்பான் அலைவியற்றி

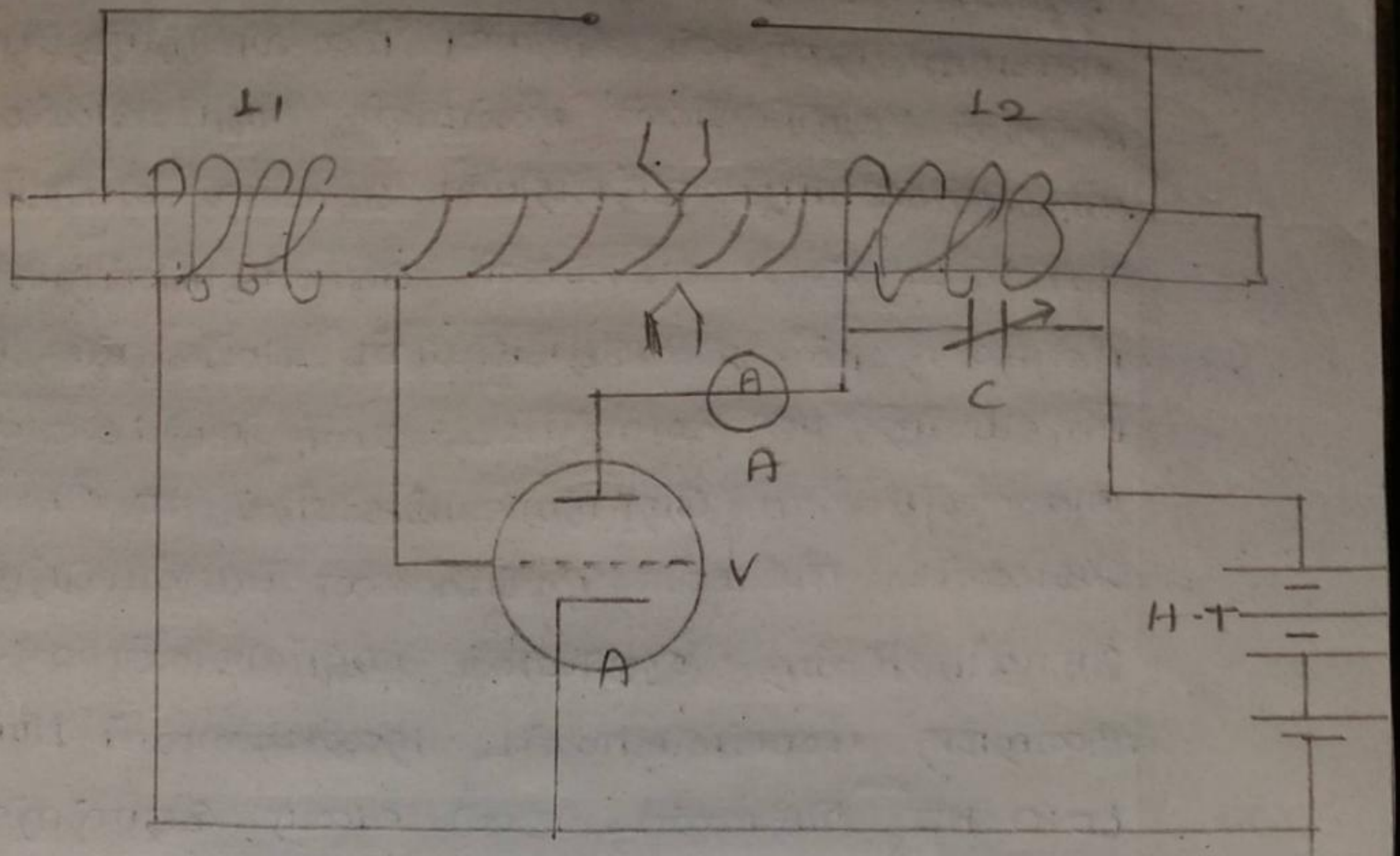
100 கிலோ Hz உறையலான அதிர்வுகள்
பெரித்து உலக அளவில் ஒலிகளைத் தோற்றுவிக்க
காந்தப் பரிமாண மாற்ற அலைவியற்றியும்
இதற்கு அதிகமான அதிர்வுகள் பெரித்து அலைகளை
தோற்றுவிக்க அழுத்த மின் துடிப்பான் அலைவியற்றியும்
- பயன்படுத்தப்படுகிறது.

காந்தப் பரிமாண மாற்றி அலையயற்றி

[Magnetostriction oscillator]

கிம்முறை காந்தப் பரிமாண மாற்றப் பண்பினை அடிப்படையாகக் கொண்டது. அரும்பு அல்லது நிக்கல் போன்ற ஃபிரோ காந்தப் பொருள் தண்டினை காந்தப் புலத்தில் திணையாக வைக்கும்போது அதன் நீளத்தில் அதிகரிப்போ அல்லது சுருக்கமோ தோன்றுகிறது. நீள மாற்றம் காந்தப் புலத் திணையச் சார்ந்ததல்ல - அது காந்தப் புலத்தின் அளவினையும் பொருளின் தன்மையையும் சார்ந்த மாறுதலை மின்னோட்டம் விசையினால் சுருளினால் தண்டினை வைக்கும்போது மாறுதலை மின்னோட்டத்தின் ஒவ்வொரு அரைச் சுற்றிலும் சுருங்கி வரிகிறது. இதனால் தண்டு அதிர்வாகிறது. இதன் அதிர்வுகள் மீதலை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வுண்ணிலே இடம்படக்காடும் பொதுத் தண்டின் அதிர்வின் வீச்சு மிகக் குறைவாகும். அருப்பினும் மாறுதலை மின்னோட்டத்தின் அதிர்வுகள், தண்டின் அயல் அதிர்வுண்ணிற்குச் சமமாக இருக்கும்போது ஒத்ததிர்வு தோன்ற வீச்சு அதிகமாகிறது. அப்போது தண்டின் முனைகளிலிருந்து ஒலி தோன்றுகிறது. விசயற்படுத்தும் அதிர்வுண்ணின் விசய்க்கம் விசய்யுணரா ஒலியின் அதிர்வுண் விசய்க்கத்தில் அமையும்போது தண்டு விசய்யுணரா ஒலியைத் தோற்றுவிக்கிறது.

விசய்யுணரா ஒலியைத் தோற்றுவிப்பதற்கான சோதனை அமைப்பு படத்தில் காட்டப்பட்டுள்ளது. நிக்கல் தண்டு அதன் மையத்தில் நன்றாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. ஆரம்பத்தில் சுருளின் உதிரியாக நேர்மின்னோட்டம் விசய்யுண் திணையான காந்தமாகப்படுகிறது. L_1, L_2 என்ற இரு சுருள்கள் படத்தில் காட்டியவாறு தண்டின் மீது சுற்றப்பட்டுள்ளது. சுருள் L_2



வாலீவின் ஆணோடு சுற்றுமூலம் சுருள் L_1 கிரிட் சுற்றுமூலம் கிணைக்கப்பட்டுள்ளது. சுருள் L_2 -உடன் கிணையாக கிணைக்கப்பட்டுள்ள C -ன் மின்சேக்கி மின்சேக்குத் திறனை மாற்றி அலையியற்றியுடன் அதிர்வுகளை சாரிசய்யப்படுகிறது. ஆணோடு சுற்றின் அதிர்வுகளை தண்டினை கியல் அதிர்வுகளைக் குறைக்க சமமாக கிணைக்கப்போது சுற்றியுள்ள உட்கருத்திலே ஒத்ததிர்வு தோன்றுகிறது. சுருள் L_1 -ன் மிணைப்பு காரணமாக அதிர்வு நிலைதிருத்தப்படுகிறது. தண்டினை அதிர்வு கிணைக்கப்போது நிலைதிருத்தப்படுகிறது.

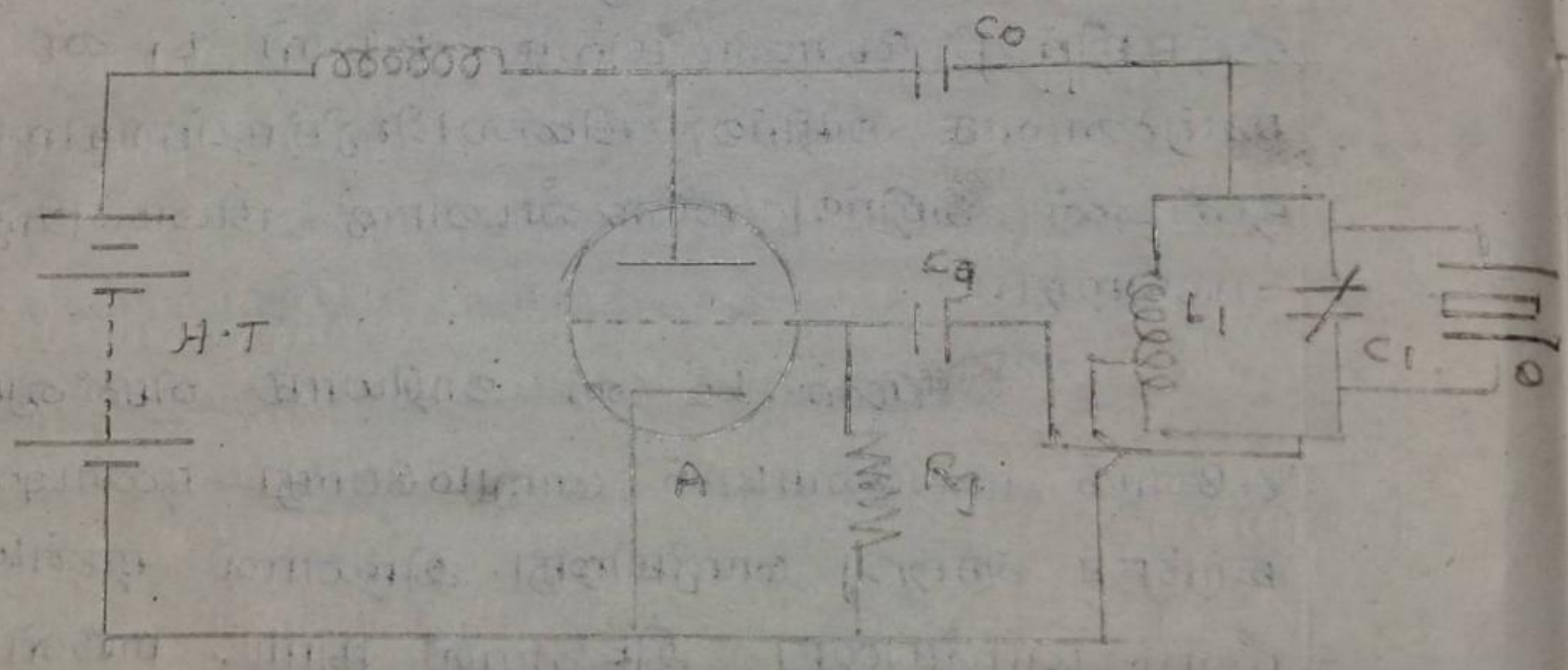
சுருள் L_2 -ன் உதிரியாக ரிசலீஷ்டம் ஆணோடு மிணைக்கப்படும் மாறுமேபோது தண்டினை காந்தம் ரிசலீஷ்டம் மாறுகிறது. கிணைக்கல் தண்டினை நீளம் மாறுகிறது. கிணைக்கல் கிரிட் சுருள் L_1 -ஔ சுற்றிய காந்தப்பாயம் மாறுகிறது. கிணைக்கல் L_1 -ன் முணைக்கிடையே உள்ள மின்னியக்கு உணை மாறுகிறது. கிணைக்கல் மின்னியக்கு உணை கிரிட்டிற்கு கொடுக்கப்படுவதால் ஆணோடு மிணைக்கப்படும் மாறுகிறது. அதாவது சுருள் L_2 -ன் உதிரியாக ரிசலீஷ்டம் மிணைக்கப்படும் மாறுகிறது. கிணைக்கல் ஆணோடு உணை அதிகரிக்கிறது. கிணைக்கல் அதிர்வுகளை

தண்டன் அதிர்வினால் நிர்ணயிக்கப்படுகிறது .
 கிவ்வாறு தண்டன் அதிர்வு நிலைநிறுத்தப்படுகிறது .
 சுற்றின் அதிர்வுகள் தண்டன் அதிர்வுண்ணிநிர்ணய
 சமமாகும்போது ஒத்ததிர்வு கோன்ற பெரும் வீச்சு
 ரிகாண்ட ஒலி அலைகள் கோன்றுகின்றன . தண்டன்
 நீளத்தையும் , மின்பெக்கியின் மின்பெக்கு திறனையும்
 சரிசெய்து , பல மாற்றப்பட உயர் அதிர்வுகள்
 அலைகளை கோன்றுகிக்கலாம் . 10 செ-மீ நீளம்
 ரிகாண்ட நிக்கல் தண்டனை பயன்படுத்தும்போது
 கோன்றுகின்ற ஒலியின் அதிர்வுகள் 25-0 Hz
 குறைந்த நீளரிகாண்ட தண்டனைப் பயன்படுத்தி
 60-0 Hz ரிகாண்ட ஒலி உரை கோன்றுகிக்கலாம் .

$$\text{கோண்டுகின்ற அதிர்வுகள்} = n = \frac{1}{2L} \sqrt{\frac{g}{P}}$$

திங்கு g தண்டன் யங் குணகம் .
 P உட்கத்தில் அபர்த்தி .

அடுத்த மின் துடிப்பான் அலையியற்றி
 [Piezo Electric Oscillator]



இம்முறை அடுத்த மின் துடிப்பு பண்பினை
 அடிப்படையாகக் கொண்டது . சில படிகங்களின் திரு
 முகப் பரப்புகளில் எந்திர அலை கொடுக்கப்படும்போது
 அதன் அடுத்த திருபக்கங்களில் சமமான மின்னூட்டங்
 -கள் கோன்றி மின்னாடுத்த வேறுபாடு கோண்டுகிறது .
 அடுத்த மின் துடிப்பு விளைவு :
 கிவ்வாறுவாற்று எதிரிடையாக ,

படிக்கவகளிண் எதிர்ப்பக்கங்கடகு மடகும் மின்னமுத்
 -தம் ரிகாடுக்கப்பரும்போது அருத்த கிரு பக்கங்களுடும்
 விரிகின்றன. [குவார்டஸ், டூர்மலைன், ரோக்ரெஸில்லா
 உப்பு படிக்கவகள் கிப்பண்பு ரிகாண்டகன்னது]
 ரிசயற்படுத்தப்படுகின்ற மின்னமுத்தத்தின் அதிர்வண்
 படிக்கத்தின் கியல் அதிர்வண் சமமாக கிருக்கும்
 போது படிக்கம் ரெபும் உச்சுடன் அதிரவுகுகிறகு.
 கிப்பண்பு ரிசவியுணரா குலி கோற்றுவிப்பதற்குப்
 பயன்படுத்தப்படுகுகிறகு. வாலீவு அலையியந்நிசையப்
 பயன்படுத்தி மாறு மின்னமுத்த வேறுபாடு
 ரெபற்படுகுகிறகு.

காட்டப்பட்டுள்ள கோதனை அமைப்பு படத்திஸி
 அலையியந்நிசைய பயன்படுத்தி ரெபற்பட்ட உயர்
 அதிர்வண் மாறுகிசை மின்னமுத்தம் படிக்கத்திற்குக்
 ரிகாடுக்கப்படுகுகிறகு. உறார்டலி சாற்றிலி கிசையு
 ரிசய்யப்பட்ட அலையு சாற்று உன்னது. [மின்
 நிலைமம் L_1 -ம் மாறு மின்னேக்கி C_1 -ம் கிணையாக
 கிணைக்கப்பட்டுள்ளது] கிசையு சாற்றின் குரு முனை
 வாலீவின் ஆணாட டயும் மாறுமுனை கிரிட்டு டயும்
 கிணைக்கப்பட்டுள்ளது. வாலீவின் கோகதாடு சாருள்
 L_1 -தி மையத்தில் கிணைக்கப்பட்டுள்ளது. படிக்கம்
 C_1 மாறு மின்னேக்கி C_1 -ற்கு கிணையாக
 கிணைக்கப்பட்டுள்ளது.

கிரிட் கசியு மின்னடை R_g -ஆயும்
 மின்னேக்கி C_g -ஆயும் பயன்படுத்தி கிரிட்டற்கு
 துருந்த சார்பு மின்னமுத்தம் தரப்படுகுகிறகு. ரேடியோ
 அதிர்வண் கோக் வதியாக ஆணாட்டற்கு
 ட.சு. மின்னமுத்தம் ரிகாடுக்கப்படுகுகிறகு. ரேடியோ
 அதிர்வண் கோக் ரேடியோ அதிர்வண்
 மின்னாட்டத்தை உயர் அமுத்த மின்னலத்திற்கு
 ரிசல்லவிபாமலி தடுக்குகிறகு. C_b என்ற தடுப்பு
 மின்னேக்கி ரேர் மின்னாட்டத்தை ரொட்டிசீ
 சாற்றிற்கு ரிசல்லவிபாமலி தடுக்கு ரேடியோ
 அதிர்வண் மின்னாட்டத்தை மடகும் கடத்துகுகிறகு.

மாறு மிண்டுக்கி c_1 -ன் மிண்டுக்குத் திறணைச் சரிசெய்து, அலையியந்நியன் அதிர்வண் படிகத்தின் கியல் அதிர்வண்ணிந்ரு சமமாக கிருக்குமாறு செய்யப்படுகிறது. கிப்போஜ் படிகம் கியத்திர அதிர்விந்ரு உபபட்டு செவியுணர் அலைகள் தோன்றுகின்றன. தோன்றுகின்ற செவியுணரா ஒலியன் அதிர்வண் 500 கிலொ ழு உரை அமையும் டுர்மலைன் படிகத்தைப் பயன்படுத்தி 15×10^7 ழு உரையாலா அலைகளைத் தோன்றிவிக்கலாம்.

செவியுணரா ஒலிகளின் பண்புகள்

[Properties of ultrasonic waves]

1) செவியுணரா ஒலியன் அதிர்வண் 20,000 வொண்டசைவிட அதிகமாகும்.

2) திவை அதிகமாண ஆற்றல் ரிகாண்ட்பு.

3) செவியுணரா ஒலி செல்கின்ற வேகம் கிவற்றின் அதிர்வண்ணை சார்ந்தது. அதாவது அதிர்வண் அதிகமாகும்போது வேகமும் அதிகமாகிறது.

4) கிவற்றின் அலைநீளம் குறைவாக கிருப்பதால், திவை புறக்கணிக்கத்தக்க விளிம்பு விளிவினைக் காட்டுகிறது.

5) செவிவாண செவியுணரா அலைகள் திரவங்களின் வழியாக செல்லும்போது குமிழ்களைத் தோன்றிவிக்கிறது.

6) செவியுணரா ஒலிகளும் சாதாரண ஒலி போன்று எதிரொலித் ஒலி விலகல், உடகவரல் போன்ற பண்புகள் ரிகாண்டுள்ளன.

7) செவியுணரா ஒலிகளை திரவத்தின் வழியாக பரவச் செய்யும்போது, மாறு முனையால் எதிரொலித்த அலையன் காரணத்தினால் நிணையலைகள் தோன்றுகின்றன. ஒலி செல்லக்கூடிய திரை திரவத்தின் அடர்த்தி அருக்கிந்ரு அருக்கு மாறுபடுகிறது. கிதன் சமதன்

விளிம்பு விளைவுக் கீற்றணி கோணங்கிறகு
கிது ஒரு விளிம்பு விளைவிற்கு உட்படுதும்.

8) கிவை எளிதில் உட்கவரப்படும் அருகின்ற
காரணத்தால் கிவை விநடுவிதாலைஅங்கு
அனுப்ப முடியாது.

விசுவியுணரா ஒலியின் பயன்கள்

[Application of ultrasonic waves]

1. விமானம், நீர் முழுகிக் கப்பல் போன்ற
-அன்றாக் கண்டுபிடித்தல், விசுவியுணரா ஒலியின்
அதிர்வுகள் என அதிகமாக கிருப்பதால் கிவந்தற
பயன்படுத்தி விமானம் நீர்முழுகிக் கப்பல் கடலில்
மிதக்கும் விபாய பணிக்கட்டிகள் போன்றவந்தறாக்
கண்டுபிடிக்கலாம். உயர் அதிர்வுகள் அலைகள்
கோற்றிஅதிக நீரினும் அடியாக விசுவியுத்தப்படுகிறகு
கிவ்வலைகள் நீரினுள்ள விபான்களில் படும்
எதிரொலிக்கின்றன. எதிரொலித்த அலைவினை
குவார்டஸ் ஏற்பி விசுவியுக் கண்டுபிடிக்கலாம்.
கிதிலிருந்து விபான்கள் என்ன என்பதைக் கண்டு
-பிடிக்கலாம். கிதனை கோணார் [SONAR] எனார்.

2. கடலின் ஆழம் காணல்: கோணாரிலி
சில மாற்றங்கள் விசுவியுப்பட்டே எதிரொலிமணி.
[Echometer]. உயர் அதிர்வுகள் அலை கோற்றி
-அதிக்கு, கடலின் துரையை நோக்கி விசுவியுத்தப்படு
-கிறகு. கடலின் அடிப்பகுதியில் படும் திரும்பி அருடம்
அலைவினை ஒரு ஏற்பி ஏற்கிறகு. கிது திரும்பி
அருவதற்கான வேரத்தாக் கணக்கிடலாம். நீரினும்
ஒலியின் திசைவேகம் தெரிவதால் $h = vt/2$ எனும்
சமன்பாட்டை பயன்படுத்தி கடலின் ஆழம்
கணக்கிடப்படலாம்.

3. கடலில் கப்பல்க்கிடையெயும்
ஆகாயத்தில் விமானங்க்கிடையெயும் அனுப்பிக்
விசுவியுணரா அலை பயன்படுகிறகு

4. உலோகங்களில் உள்ள கீறல்:

உலோகங்களின் பகுதிகளில் கண்ணாக்குத்
ரிதரியாத கீறல், ரிவந்நிடம் ஆகியவற்றைச்
செவியுணரா ஒலி ரிகாண்டு கண்டறியலாம்.
ரிவந்நிடமோ (அ) கீறலோ உள்ள உலோகத்தின்
உழியாக செவியுணரா ஒலியை செஷுத்தும்போது
எதிரொலிப்பு ஏற்படுகிறது. உலோகத்தின் பின்
பரப்பில் எதிரொலிப்பு ஏற்படுகிறது. எதிரொலிப்பு
அடைப்து துடிப்புகள் ஏற்பால் ஏற்று, அதனைப்
பெருக்கி கீறல்கள் திருப்பதை அறியலாம்.

5. ரிதாழில்துறையிஸ்...

* கண்ணாடி, எஃகுத் தகல் மற்றும்
உலோகத் தகல்கள் செவியுணரா ஒலியைப்
பயன்படுத்தி எளிதாகத் துணையிடலாம்.

* கார், கேமரா போன்றவை தயாரிக்கும்போது
அவற்றிஷுள்ள பைசு, தூசி போன்றவை செவியுணரா
ஒலி ரிகாண்டு சுத்தம் செய்யலாம்.

* துணிகளைத் துவைப்பதற்குப்
பயன்படுகிறது.

* செவியுணரா ஒலிகள் உலோகங்களை
பற்ற வைப்பதற்கு பயன்படுகிறது.

6. வேதியியல் துறையிஸ்,

* செவியுணரா ஒலி கிரியா உளக்கியாக
பயன்படுகிறது. திவை வேதியியல் ரிசயற்பாட்டினை
உரைவாக்குகிறது.

* புதைப்படத் தகல், முகப்பைசு போன்றவற்றை
தயாரிக்கப் பயன்படுகிறது.

* சிறிய சீரான படிவங்கள் தயாரிக்க
செவியுணரா ஒலி பயன்படுத்தப்படுகிறது.

7. உயரியல் துறையால்.

* உருளைக்கிழங்கு ரிசபுகட்டு ரிசவியுணரா ஒலி ரிகாடுக்கப்பும் போது மகஞ்சல் அதிகமாகிறது.

* கிருமிகளை ரிகாலிஸப் பயன்படுகிறது.

* ரிசவியுணரா ஒலியைப் பயன்படுத்தி பாஸிணை சீக்கிரம் பதுண்டலாம்.

8. மருத்துவத் துறையால்

ரிசவியுணர் ஒலி மருத்துவத் துறையால் மிக அதிகமாக பயன்படுத்தப்படுகிறது.

* உலிஸி கோண்பும் உலிகளை நீக்குவதற்கு ரிசவியுணரா ஒலி உலி நிவாரணியாகப் பயன்படுகிறது.

* மருத்துப் போன உரஸ்கள் மீது ரிசவியுணரா ஒலியை உலிச் ரிசய்தூலி அப்பகுதி உடனே பதைய நிலைக்கு உருகிறது.

* பற்களை மருங்குவதற்கு ரிசவியுணரா ஒலிகள் பயன்படுகிறது.

* ரிசவியுணரா ஒலி கிரத்தமிலா அணுவை சிகிச்சைக்கு பயன்படுகிறது. ரிசவியுணரா அணுவைக் கூர்மையாக்கி அதற்கு வேண்டிய துறையில் ரிசயுத்தி அதனை எளிதில் நீக்கலாம். மூட்டு அணுவை சிகிச்சையாவும், கண் அணுவை சிகிச்சையாவும் பயன்படுகிறது.

கட்டிட ஒலியியல்

[Acoustics of Building]

கட்டிடங்கள் ஒரு குறிப்பிட்ட ரிசயலுக்காக கட்டப்படுகின்றன. அவை அவற்றிற்குத் தகுந்தவாறு அடைய வேண்டும். நல்ல ஒலிப்பண்புடன் அடைய கட்டிடம் எவ்வாறு அமைக்கப்பட வேண்டும் என்பதை பற்றி படிக்கப்படும் கியர் மயலி கட்டிட ஒலியியல் என்பது.

W.C. சபைன் [W.C. Sabhin] என்பவர்
 1911-ல் கட்டிட ஆலயியலி பற்றி உரிவாக
 ஆராய்ந்தார். சூழ்காலத்தில் ஒரு கிரையரங்கோ
 அல்லது நாடக அரங்கோ அமைக்கும்போது
 எவ்வகையான அமைப்புப் பெற வேண்டும் என்பதை
 அறிந்து கட்டப்படுகிறது. ஒரு நல்ல கணையரங்கம்
 கீழ்க்கண்ட பண்புகள் பெற்றிருக்க வேண்டும்.

1) அரங்கின் ஒவ்வொரு பகுதியிலும், ஒலி
 ரிசினிவாகவும் உரப்பாகவும் கேட்க வேண்டும்.

2) ஒலியின் பண்பு மாறக்கூடாது.

3) அறிந்திருக்க ஒலிகள் தனித்தனியாகவும்
 ஒன்றொன்றின் குறுக்கிடாமலும் கிடுக்க வேண்டும்.

4) தேவையான எதிரொலி சுவர் மற்றவை
 கிடுக்கக்கூடாது.

5) ஒரு பகுதியில் ஒலி குவையும் மற்றப்
 பகுதியில் ஒலி கிணறியும் கிடுக்கக்கூடாது.

6) உள் அறை சுவர்கள் கலக்காதவாறு
 அமைக்க வேண்டும்.

7) அளவுக்கு மீறிய எதிர் முடிக்கம்
 கிடுக்கக்கூடாது.

எதிர் முடிக்கமும், எதிர் முடிக்க நேரமும்

[Reverberation and Reverberation time]

ஒரு கணையரங்கில் ஒலி தோற்றுவிக்கப்படும்
 -போது ஒலி தோற்றுவிக்கப்பட்டதற்கு பின்பும் நீண்ட
 நேரம் நிகழ்கின்றன. இது கேட்பவரை பல நேர
 அடைகிறது. கேட்பவர் ஒலி மூலத்திலிருந்து வரும்
 நேரடி ஒலியையும், சுவர் கூரை போன்றவற்றில்
 படர் எதிரொலித்து ஒலியையும் கேட்கிறார். ஆகவே
 கேட்பவரால் கேட்கப்படும் ஒலியின் மொத்த
 மீதாடர்ந்து குறைந்து கெள்வி எல்லைக்கு கீழே
 அடங்கி அடங்கி விகிறது. இதனை எதிர்முடிக்கம்

- எண்பா

ஆரம்ப நேரடி கார்டும், எதிரொலித்த கார்டும்
கேள்வி அலைக்கீழ் கீழ் அலைவதற்கு ஆகும் கிடை
-வளி நேரம் எதிர்முடிக்க ஆரம்ப என்பார்.

அதிர்வுண் 512 Hz கொண்ட ஆரம்ப
கிழாயிலிருந்து தோண்டுகின்ற அலையின் சிதறிய
மிலியனில் ஒரு பங்காகக் குறையும் போது, அதனை
நடம் சிவியால் உணர் முடிவதில்லை என ஸ்பைன்
கண்டார். கிதனை அடிப்படையாகக் கொண்ட படித்தர
எதிர் முடிக்க உயரத்தைக் கீழ்க்கண்டவாறு உரைநாடுத்
- தார்.

முதலமுள்ள ஒலிச்சிதறியின் அளவில் மிலியனில்
ஒரு பங்காக ஒலிச்சிதறிய குறைவதற்கு எடுத்துக்
கொள்ளும் காலம் எதிர் முடிக்க நேரம் எனப்படும்.
ஒலியை உண்பாக்கியவுடன் நேரத்தைக் கணக்கிட
ஆரம்பத்தி ஆரம்ப ஒலியின் சிதறியில் மிலியனில்
ஒரு பங்கிற்குக் குறைந்த காலில் ஒலியைக்
கேட்க முடியாத அளவாக மாறும்வரை நேரத்தைக்
காண வேண்டும்.

எதிர் முடிக்க நேரம் திரையரங்கின்
அளவையும், சுவர் கூரை ஆகிய பொருட்களின்
எதிரொலிப்புத் தன்மையும், ஒலியின் எதிரொலிப்பாண்
-யும் சார்ந்துள்ளது. ஒரு நல்ல திரையரங்கில்
எதிர் முடிக்க ஆரம்ப புறக்கணிக்கத்தக்க அளவு
குறைவாக கிடுக்க வேண்டும். அதிர்வுண் 512 Hz
கொண்ட ஒலிக்கு நல்ல எதிர் முடிக்க நேரம்
முதலி 1.5 விநாடி பேச்சிற்கு 0.5 விநாடியுடன்
கிடைக்கும் 2 முதலி 4 விநாடி எதிர் முடிக்க நேரம்
கிடுக்க வேண்டும்.

கலையரங்கில் ஏற்படும் கிடர்பாடுகள்:

கலையரங்கில் ஏற்படும் முக்கிய
கிடர்பாடு எதிர் முடிக்கமாகும். மேலும் அதிகமான
உரப்பும் குவிதவும் ஒத்திசையும், கலையரங்கு
கிதரச்சலி போன்றவை யாகும்.

கலையரங்குகளில் எல்லோரும் ஒலியை
கேட்பதற்காக வருகி போன்றவை பயன்படுத்தி
-படுகின்றன. இதனால் ஒரு குறிப்பிட்ட சிந்தையின்
உரப்பு அதிகமாக அமைகிறது. ஆகவே கலையரங்
-கில் உள்ளவர்கள் எல்லோரும் ஒரு சீரான
உரப்புடன் ஒலியை உணரமுடியாது. மேலும் சுவர்
-கள் வளைவாக கிரீப்பதால் ஒலி குவிக்கிறது.

திரையரங்குகளில் மாடிக்ரீஸ் ரிசல்ட்ரீட்
படிகள் அமைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. திட்டங்களில்
ஒலிகள் உட்கொண்டு, ஒவ்வொரு படியிலும் வேறொரு
நேரங்களில் ஒலி எதிரொலிப்பதையே தேவையற்ற
எதிரொலிகள் தோன்றுகின்றன.

கலையரங்குகளில் வெளியே ஏற்படுகின்ற
ஒலி உள்ளே வருகின்றது. மேலும் அரங்கில்
அமைக்கப்பட்ட வசதிகளால் ஒலி தோன்றுகிறது.
கிடை தேவையற்ற திரைச்சலாகும். கலையரங்கில்
ஏற்படும் ஒத்திசைவு தேவையற்றதாகும்.

மேற்கண்ட திட்டப்பாடுகள் நீக்கப்பட்ட
கலையரங்கே நற்பண்பு ரிகாண்டாகும்.
நல்ல கலையரங்கிற்குத் தேவையானவை.

பரிசு ஒலிப்பலகைகளைப் பேசுவதற்கு
பின்பாத அமைத்து கலையரங்கில் உள்ளவர்
-களை நோக்கி அமைக்கும்போது தேவையான
ஒலி கிடைக்கிறது. இவ்வாறு அமைப்பதன் மூலம்
கேட்பவர்கள் நேரடியான ஒலியைக் கேட்ட
0-05 விண்டியால் எதிரொலிக்கப்பட்ட
ஒலியைக் கேட்பார் ஒலியைத் திறன் எடுத்த
குடிப்பதையும் உண்பக்காது.

நல்ல கலையரங்கில் எதிர் முடிக்க நேரம்
முறக்கணிக்கத்தக்க அளவு குறைவாக இருக்க
வேண்டும். எதிர் முடிக்கம் கிஸ்பாத கலையரங்கில்

பாடல் கலையரங்கம் என்பார். சிறந்த விவசாயிக்
 கலையரங்கங்கள் இவ்வகையைச் சார்ந்ததாகும்.
 எதிர் முடிக்கமில்லா இதை அதன் குறைமத்தன்மை
 கிழக்கிறதே. ஆகவே எதிர் முடிக்கம் முடிவாகும்
 நீக்குவது உரும்பத் தகாதது. ஆனால் நீண்ட
 நேரத்திற்கு எதிர் முடிக்க மருந்தால் அரங்கில்
 உள்ளவர்கள் உவ்வொரு நேரத்தையும் பரிசீலனை
 முடியாது. ஆகவே எதிர் முடிக்க நேரத்தைக்
 குறைக்க வேண்டும். கிது ஒரு குறிப்பிட்ட
 மதிப்பிற்குக் கீழ் குறைக்கப்படாது.

விதாங்கப்பட்ட அரங்கிற்கு எதிர்முடிக்க
 நேரம் ஒரு குறிப்பிட்ட மதிப்பு பெற பல வழிகளில்
 உட்கவரலி அதிகமாக்கப்படுகிறது.

சுண்ணாம்பு போன்ற விவசாயிகளை
 அமைத்தல், கூரை, சுவர் கிருக்கையின் பண்புறம்
 போன்றவற்றை கட்டை, தக்கை, கம்பளி போன்ற உட்கவர்
 விபாருக்களால் முடிதல். அதிகமான எண்ணிக்கையால்
 ஆட்கள் கிருக்கைச் செய்தல். தூரத்தை வரிப்பாண்
 வகாண்டு முடிதல். அதிகமான எண்ணிக்கையால்
 ஆட்களை கிருக்கைச் செய்தல்.

சுவர்கள் பண்பாடாக கிருப்பதால்
 எதிரொலி குறைகிறது. சுவர்கள் சுருக்கமாக
 அமைந்திருப்பதன் மூலம் விவசாயிகளின் சாய்ந்தி
 -ருக்கு மாறு அமைப்பதன் மூலம் எதிரொலியை
 அகற்றலாம். இதை அரங்குகளில் சிறிது
 எதிரொலி அமைந்திருந்தால்தான் இதை
 இனிமையாக கிருக்கும்.

விவசாய அரங்கின் ஒத்திசைவு அவ்வரங்
 -கின் பருமனின் கிருமடி வர்க்கத்திற்கு எதிர்
 விகிதத்தில் அமையும். என்னவே எதிர்விண்ணைச்
 சார்ந்தே அரங்கின் பருமன் அமைய வேண்டும்.
 ஒலி குவிதலால் கேட்போருக்கு விவாழ்ப்பு ஏற்படும்.
 ஆகவே ஒலி குவிதலை நீக்க வேண்டும். கிதற்கு
 விளக்குகள் அமைக்கப்படுகின்றன. கிதைகளை
 நலி அரங்கிற்கான பண்புகள்.