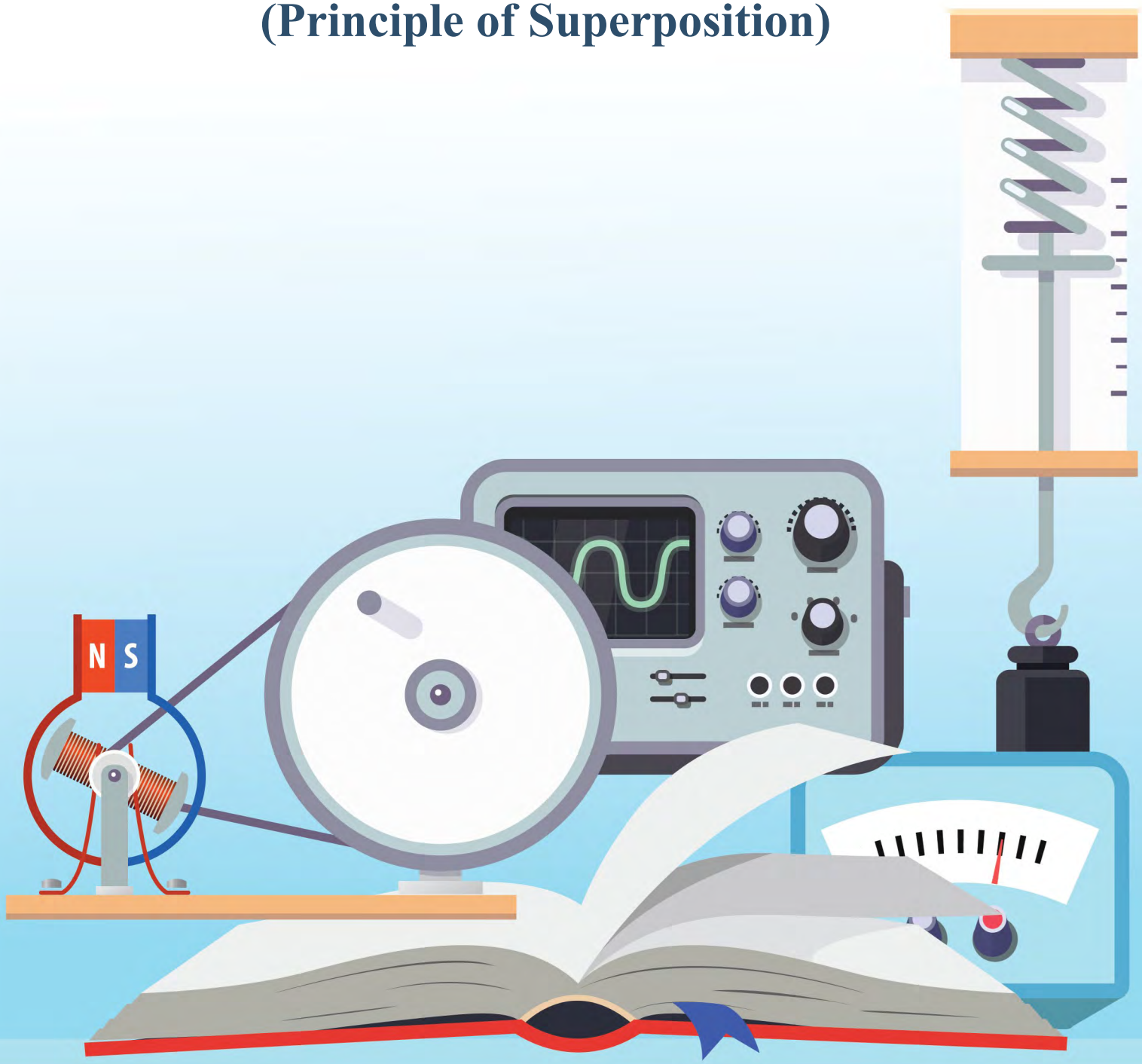
பௌதிகவியல்

அலைகளின் மேற்பொருந்துகை

(Principle of Superposition)

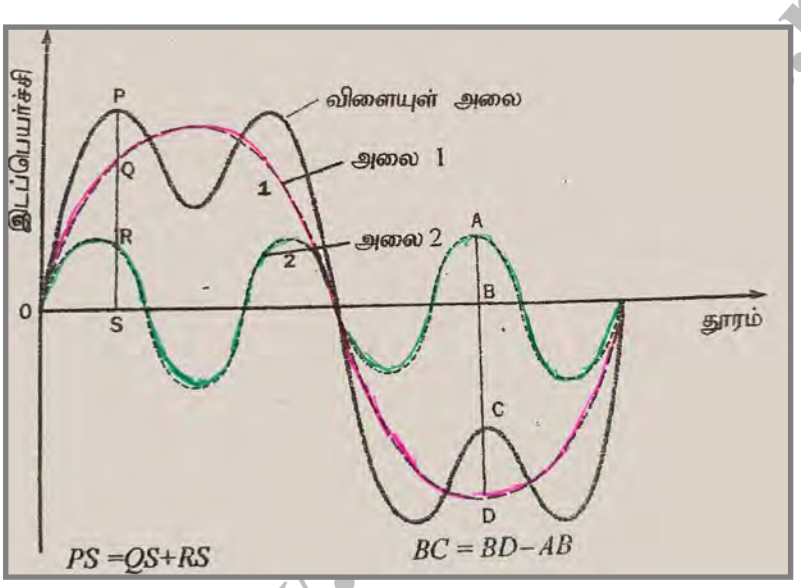


e-thaksalawa
கல்விக்கூடம்
The National e-learning Portal for The General Education
Start Your Learning Journey with e-thaksalawa

தேர்ச்சி மட்டம்: 3.3.2

அலைகளின் மேற்பொருந்துகை
Principle of Superposition

ஊடகமொன்றின் ஒரு புள்ளியினூடாக (துணிக்கையினூடாக) ஒரே நேரத்தில் ஒன்றுக்கு மேற்பட்ட அலைகள் பயணிக்க நேரிடின், அத்துணிக்கையின் விளையுள் இடப்பெயர்ச்சியானது ஒவ்வொரு அலைகளாலும் துணிக்கைக்கு வழங்கப்படும் தனித்தனி இடப்பெயர்ச்சிகளின் காவிக்கூட்டலுக்கு சமனாகும்.



Note

அலையின் மேற்பொருந்துகை இயல்பு அலை பயணிக்கும் திசையாலோ, அதன் அதிர்வெண்ணாலோ, வீச்சத்தாலோ பாதிக்கப்படுவதில்லை.

ஒரு தள அலைகள் ஒரே திசையில் பயணிக்கும் போதோ அல்லது எதிர்த்திசையில் பயணிக்கும் போதோ துணிக்கையின் விளையுள் இடப்பெயர்ச்சி அட்சரகணிதக் கூட்டலால் பெற்றுக் கொள்ளப்படலாம்.

தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

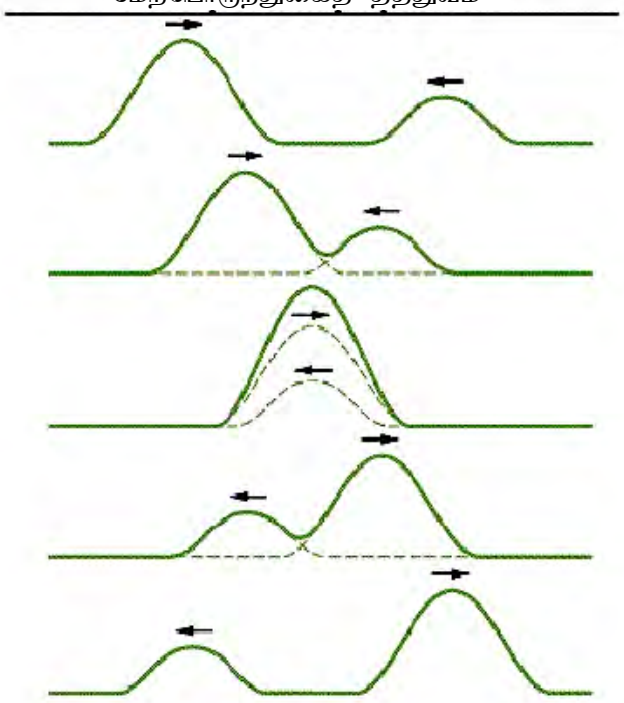
கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

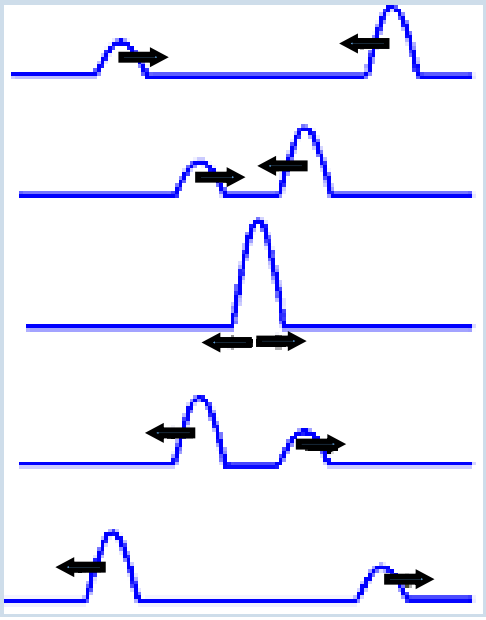
அலைத் துடிப்புக்களில் மேற்பொருந்துகை

அலைத்துடிப்புக்கள் ஒன்றையொன்று சந்திக்கும் போது சந்திக்கும் கணத்தில் புதிய அலை உருவாகினாலும் சற்றுப் பின்னர் அந்த துடிப்புக்கள் முன்னைய திசையில் தொடர்ந்து சற்றும் மாறுதலடையாது செல்லும்.

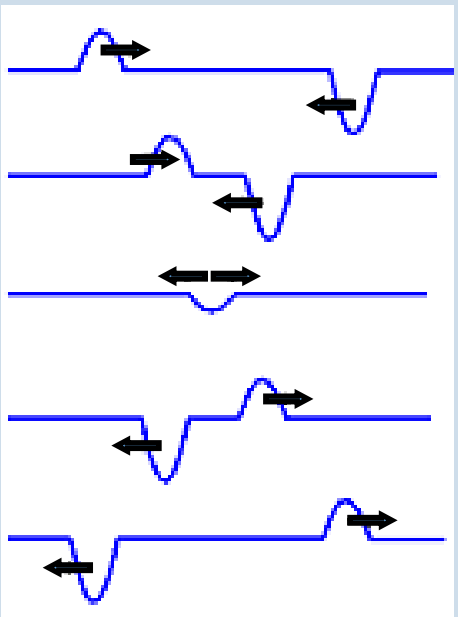
மேற்பொருந்துகைத் தத்துவம்



ஒரே அவத்தையில் உள்ள நகரும் துடிப்புக்களின் மேற்பொருந்துகை.



எதிர்அவத்தையில் உள்ள நகரும் துடிப்புக்களின் மேற்பொருந்துகை.



தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

மேற்பொருந்துகையினால் ஏற்படும் விளைவுகள்



தலையீடு (Interference)

ஊடகத் துணிக்கை ஒன்றினூடாக ஒரே நேரத்தில் சமனான அதிர்வெண்ணும் சமனான (அல்லது அண்ணளவில் சமனான) வீச்சமும் கொண்ட இரு அலைகள் பயணிப்பதால் தலையீடு உருவாகின்றது. தலையீடு இரு வகைப்படும்.

1. ஆக்கும் தலையீடு
2. அழிக்கும் தலையீடு

ஆக்கும் தலையீடு (Constructive Interference)

ஊடகத் துணிக்கையொன்று ஒரே நேரத்தில் பயணிக்கின்ற இரு அலைகளும் ஒத்த அவத்தையில் காணப்படின் ஆக்கும் தலையீடு உருவாகும்.



குறுக்கலைகளில் இரு முடிகள் அல்லது இரு தாழிகள் மீபொருந்தல் அடையும் போதும், நெட்டாங்கு அலைகளில் இரு நெருக்கல்கள் அல்லது இரு ஐதாக்கல்கள் மீபொருந்தல் அடையும் போது ஆக்கும் தலையீடு உருவாகும்.

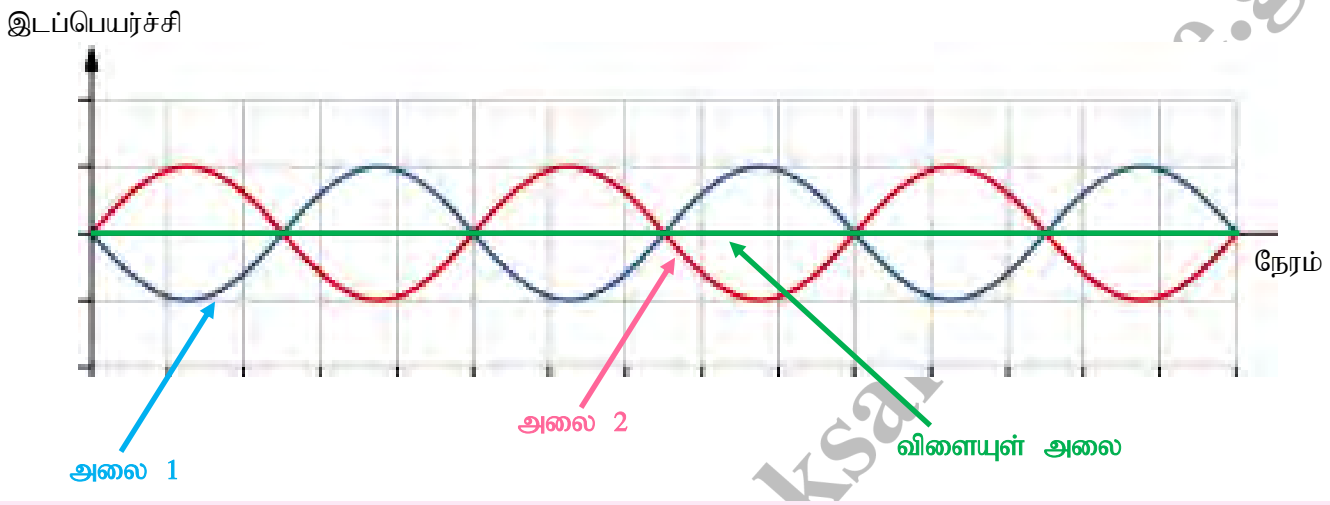
தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

அழிக்கும் தலையீடு (Destructive Interference)

ஊடகத் துணிக்கையொன்றினூடு ஒரே நேரத்தில் பயணிக்கின்ற இரு அலைகளும் எதிர் அவத்தைகளில் காணப்படின் அழிக்கும் தலையீடு உருவாகும்.



குறுக்கலைகளில் ஒரு முடியும் ஒரு தாழியும் மீபொருந்தல் அடையும் போது, நெட்டாங்கு அலைகளில் ஒரு நெருக்கலும் ஒரு ஐதாக்கலும் மீபொருந்தல் அடையும் போது அழிக்கும் தலையீடு உருவாகும்.

குற்றலைத் தாங்கியைப் பயன்படுத்தி தலையீட்டு விளைவைக் காட்டல்

குற்றலைத் தாங்கி இரு கோளச் சுட்டிகளை அதிரச் செய்து அவற்றினால் பிறப்பிக்கப்படும் சர்வசமனான இரு வட்ட அலைகளின் மேற்பொருந்துகையின் மூலம் தலையீட்டு விளைவை உருவாக்கிக் காட்டலாம்.

உருவாகும் இரண்டு அலைகளினதும் வட்ட அலைமுகங்கள் ஒன்றுடன் ஒன்று மேற்பொருந்துகையடைகின்றன. இவற்றில் முடிகளும் முடிகளும் மேற்பொருந்துவதாலும் தாழிகளும் தாழிகளும் மேற்பொருந்துவதாலும் ஆக்கும் தலையீடுகள் உருவாகின்றன. இவை முரண்கணு கோட்டின் வழியே தோன்றுவதை படம் காட்டுகின்றது.

இவற்றில் முடிகளும் தாழிகளும் மேற்பொருந்துகையடைவதால் அழிக்கும் தலையீடுகள் உருவாகின்றன. இவை கணுக்கோட்டின் வழியே தோன்றுவதையும் அவதானிக்கலாம்.

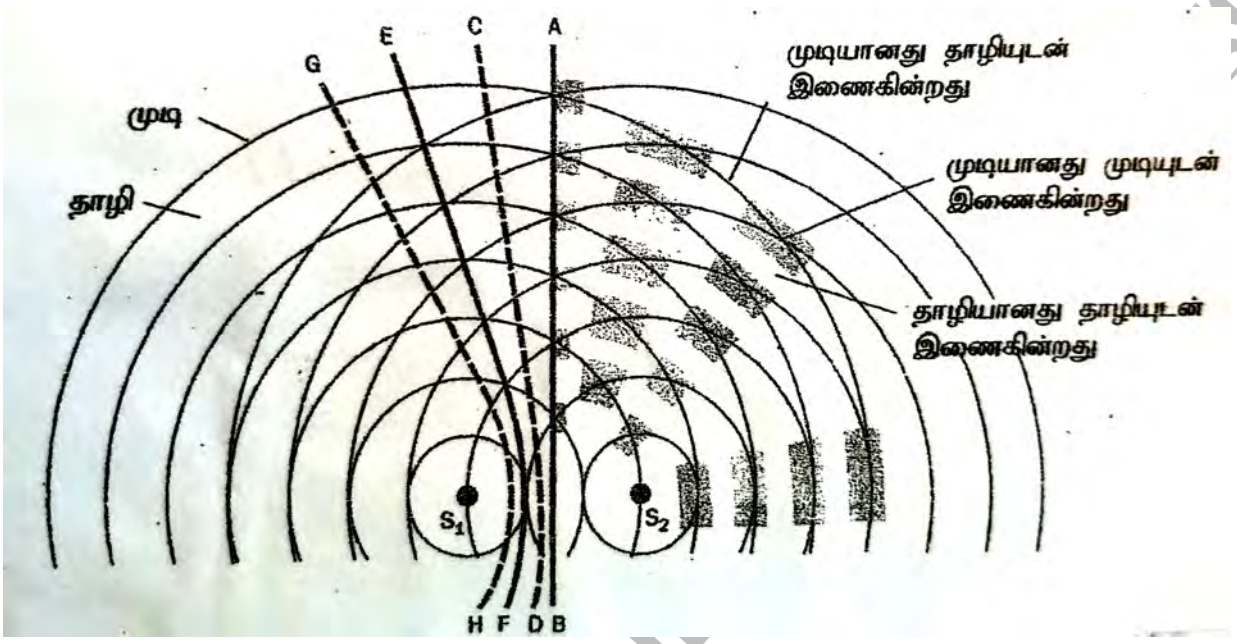
Copyright

தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

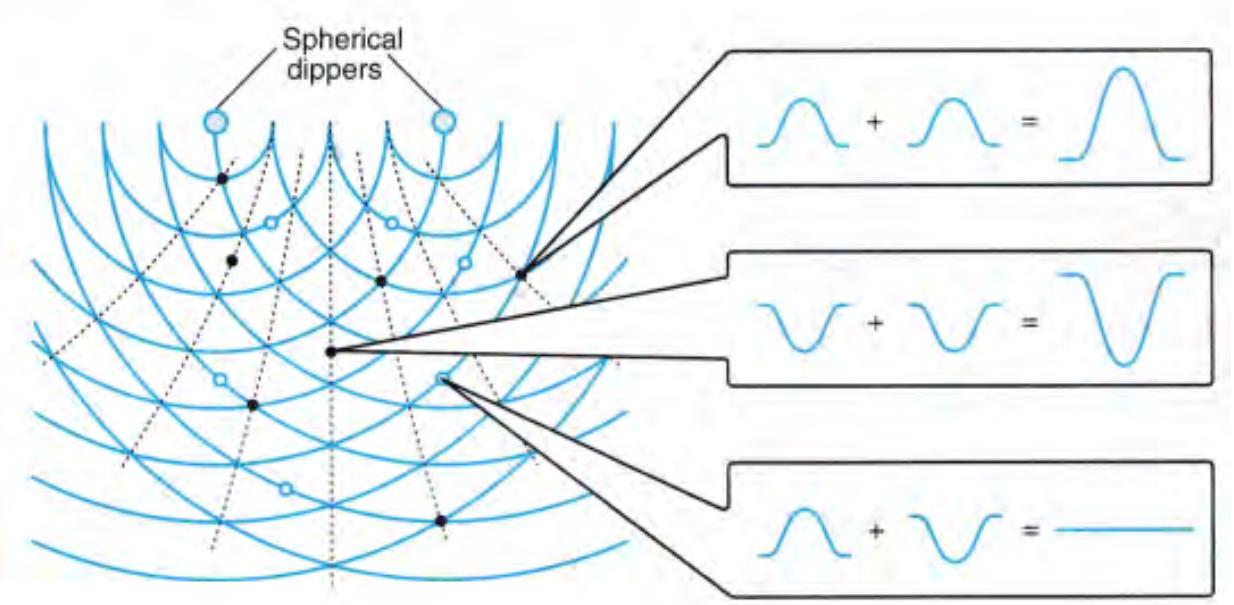
கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

Interference in Rippletank



இங்கு AB , EF என்பன முரண்கணுக் கோடுகளாகும். CD , GH என்பன கணுக்கோடுகளாகும்.



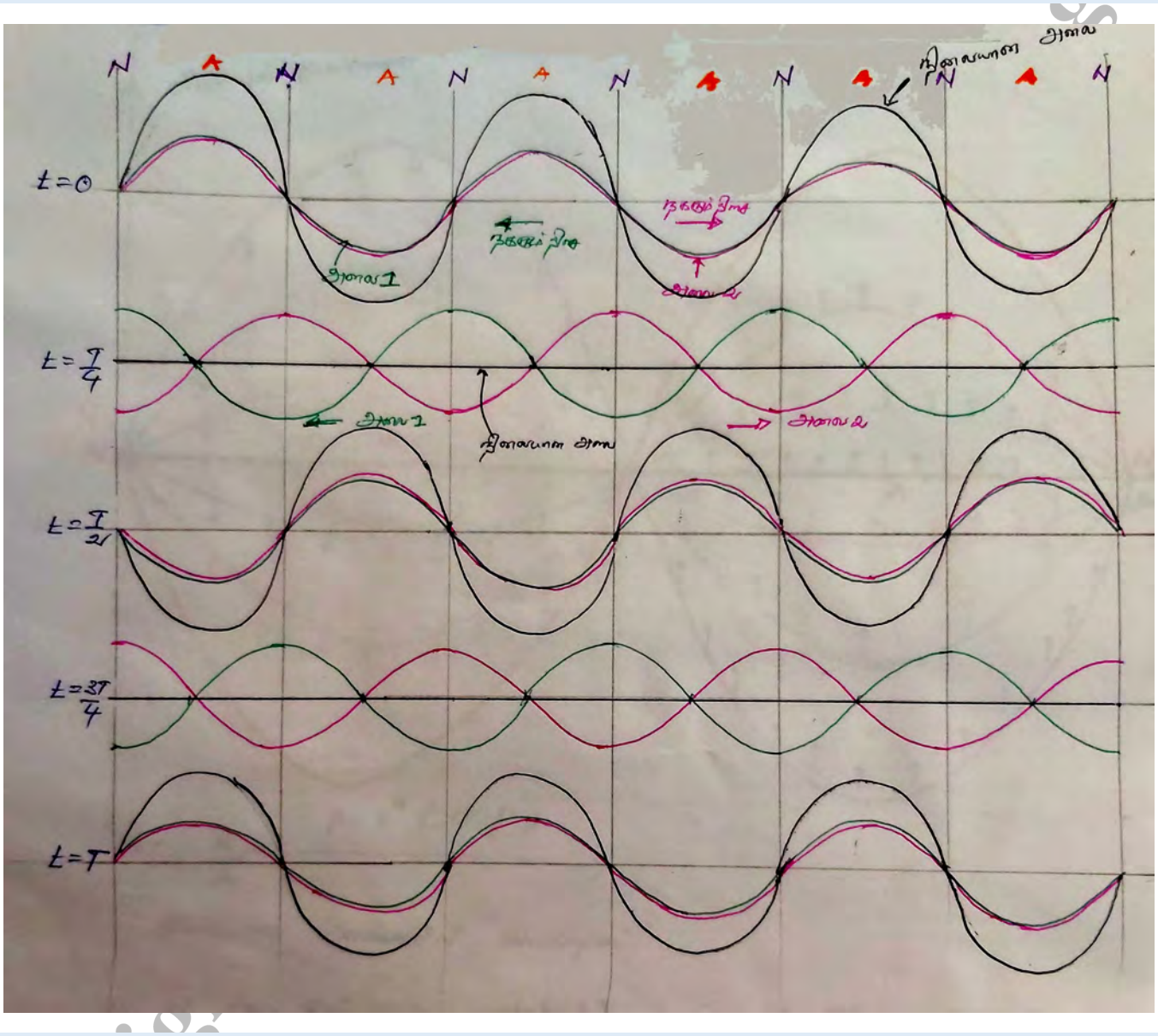
தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

நிலையான அலைகள் (Standing wave)

ஒன்றுக்கொன்று எதிர்த்திசையில் செல்லுகின்ற சர்வசமனான அலைகள் (வீச்சம் அண்ணளவில் சமனாகவும் இருக்கலாம்) மீ பொருந்தல் அடைவதனால் நிலையான அலைகள் உருவாகின்றன.



பச்சையால் காட்டப்படுவது அலை 1, இவ்வலை வலமிருந்து இடம்நோக்கி நகருகின்றது.

இளஞ்சிவப்பு நிறத்தால் காட்டப்படுவது அலை 2, இவ்வலை இடமிருந்து வலம் நோக்கி நகருகின்றது.

கறுப்பால் காட்டப்படுவது விளையுள் அலை, இதுவே நிலையான அலை ஆகும்.

N - கணுப்புள்ளிகளைக் காட்டுகின்றது.

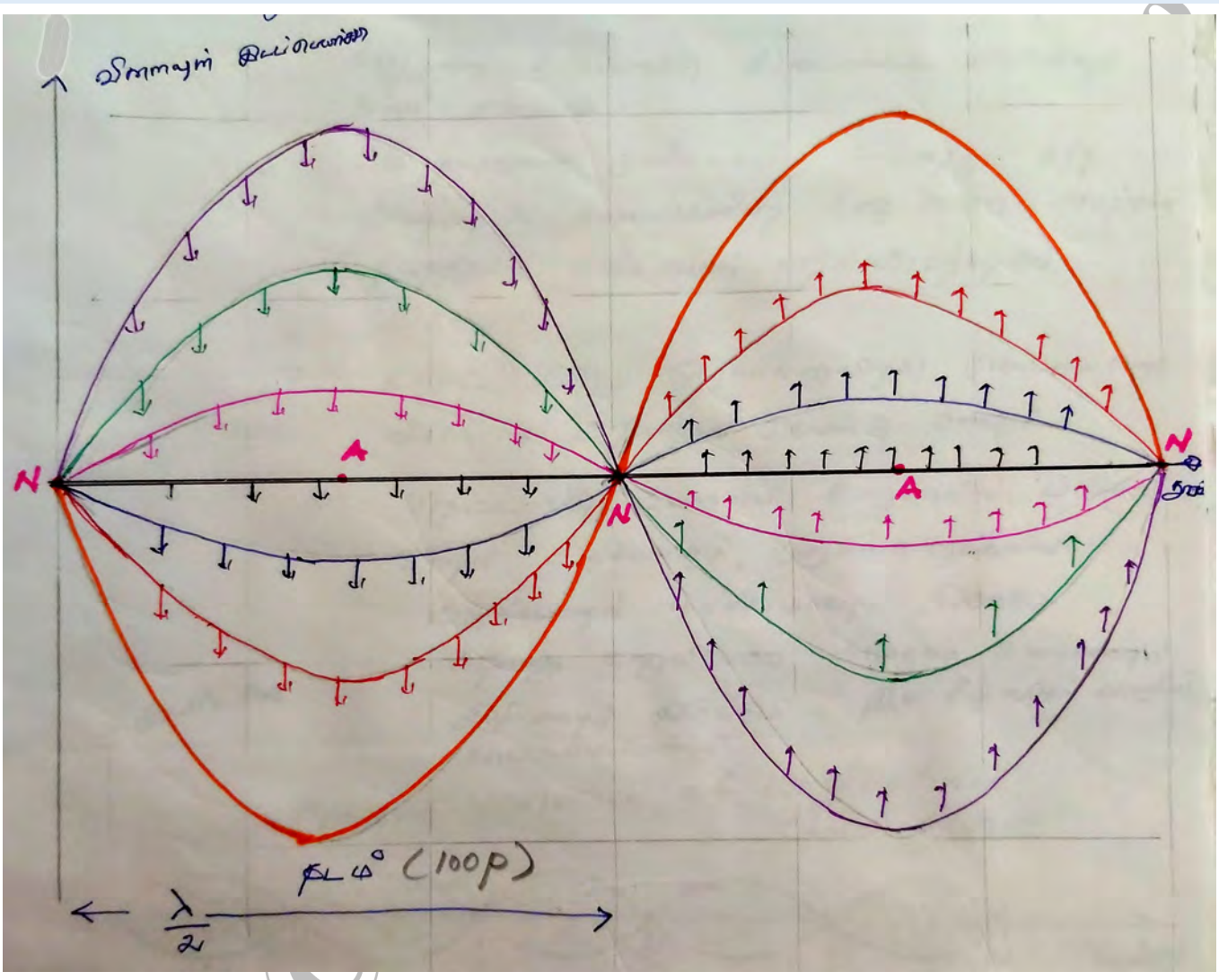
A - முரண் கணுப் புள்ளிகளைக் காட்டுகின்றது.

தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

சமனான அதிர்வெண் சமனான வீச்சம் (அல்லது அண்ணளவில்) கொண்ட சர்வசமனான இரண்டு அலைகள் எதிர் எதிர் திசைகளில் சென்று மேற்பொருந்துகை அடைவதனால் நிலையான அலை வடிவம் எவ்வாறு உருவாகின்றது என்பதனை மேலேயுள்ள வரிப்படம் காட்டுகின்றது.



நிலையான அலைகளின் இயல்புகள்

N எனக் குறிப்பிடப்பட்ட புள்ளிகளில் உள்ள துணிக்கைகளின் வீச்சம் எப்பொழுதும் பூச்சியமாகும். அதிலுள்ள துணிக்கைகள் எப்பொழுதும் ஓய்வில் இருக்கும். அவை கணுக்கள் எனப்படும்.

A எனக் குறிக்கப்பட்ட புள்ளிகளில் உள்ள துணிக்கைகளின் வீச்சம் அதியுயர்வாகும். அவை முரண்கணுக்கள் எனப்படும்.

தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

கணுவும் முரண்கணுவும் ஒன்றை அடுத்து மற்றையதாக அலையின் பொதுக் கோட்டில் வரும்.

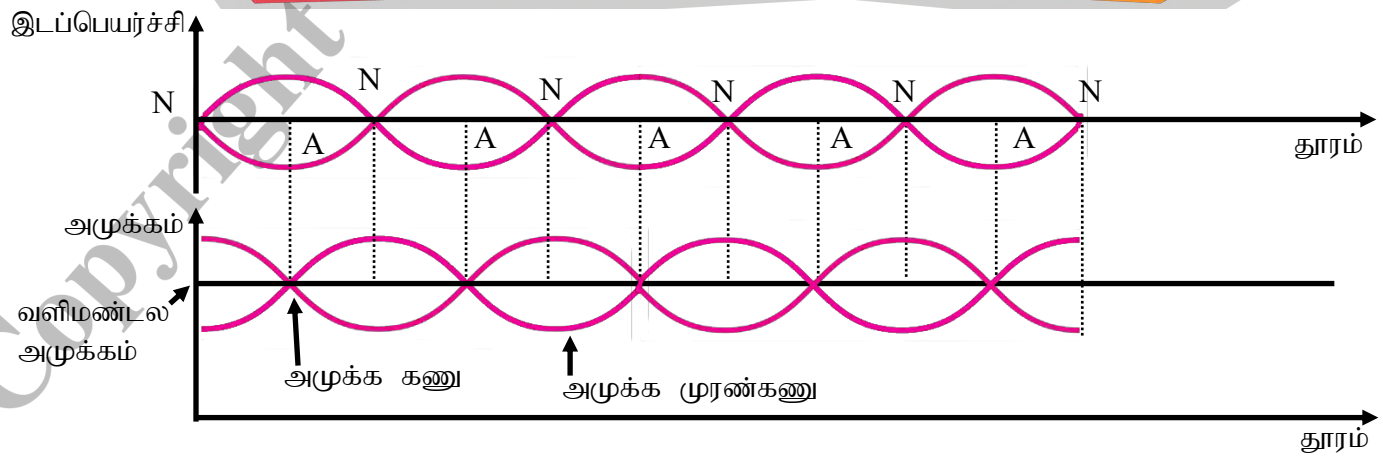
அடுத்துள்ள கணுக்களுக்கு அல்லது அடுத்துள்ள முரண்கணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட தூரம் $\frac{\lambda}{2}$ ஆகும்.

அடுத்துள்ள கணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட பகுதியானது தடம் எனப்படும்.

ஒரு தடத்திலுள்ள துணிக்கைகள் அனைத்தும் ஒத்த அவத்தையில் காணப்படுகின்ற அதேவேளை அடுத்துள்ள தடத்திலுள்ள துணிக்கைகள் உதிர் அவத்தையில் இருக்கும்.

கணுவில் இருந்து முரண்கணுவிற்கு செல்லும்போது வீச்சமானது அதிகரித்துக் கொண்டு செல்லும்.

நெட்டாங்கு அலைகளின் கணுக்களில் அமுக்கமாறல் உயர்வாகவும் முரண்கணுக்களில் அமுக்கமாறல் பூச்சியமாகவும் இருக்கும். அதாவது கணுவிலேயே அமுக்கம் உயர்வாகவும் இழிவாகவும் இருக்கும். இது கீழ்வரும் வரைபில் காட்டப்பட்டுள்ளது.



தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

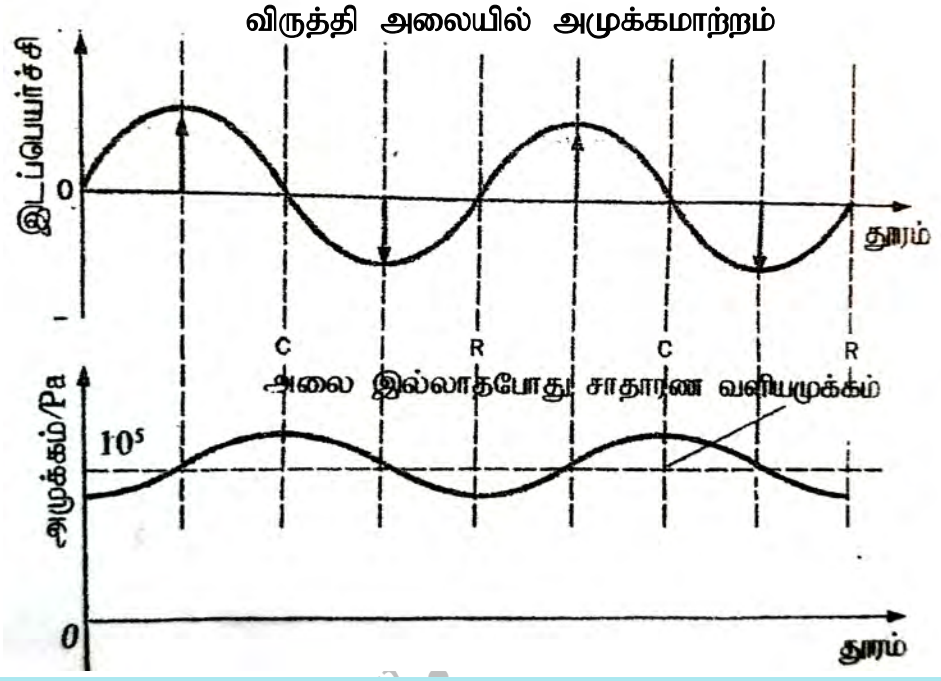
கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

ஒலியலைகளில் இடப்பெயர்ச்சி அமுக்கத்தொடர்பு
(Displacement pressure in sound)

வளியின் நெருக்கலினால் அடர்த்தியும் அமுக்கமும் சாதாரண வளியமுக்கத்திலும் பார்க்க அதிகமாகும். நெருக்கலின் மத்தியிலேயே இவ்விரண்டும் உயர்வாகும். மறுதலையாக அடர்த்தியும் அமுக்கமும் ஐதாக்கலின் மத்தியில் இழிவாகும்.

விருத்தி அலையில் அமுக்கமாற்றம்

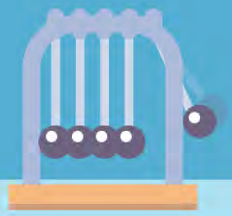


நிலையான அலை விருத்தி அலை ஒப்பீடு
(Prograssive and standing wave)

நிலையான அலைகள்	விருத்தி அலைகள்
ஊடகத்தினூடு அலைவடிவம் முன்னேறுவதில்லை	ஊடகத்தினூடு அலைவடிவம் முன்னேறும்
அடுத்துள்ள கணுக்களுக்கு இடைப்பட்ட தூரத்தின் இருமடங்கு அலைநீளமாகும்	அடுத்துள்ள ஒத்த அவத்தை துணிக்கைகளுக்கு இடைப்பட்ட தூரம் அலைநீளமாகும்
முதலில் இருந்து சக்தி காவப்படுவதில்லை	முதலிலிருந்து சக்தி காவப்படும்.ஆனால் ஊடகத்தினூடு சேர்ந்து காவப்படுவதில்லை.
இரு அலைகளின் சேர்க்கையினால் ஆனது	தனியானது
கணுவில் வீச்சம் பூச்சியமாகவும் முரண்கணுவில் வீச்சம் உயர்வாகவும் இருப்பதுடன் வீச்சமானது அலையின் நிலையில் தங்கியிருக்கும்.	அலையிலுள்ள எல்லாத் துணிக்கைகளும் ஒரே வீச்சத்தை உடையதாயிருக்கும்.
அடுத்துள்ள கணுக்களுக்கிடைப்பட்ட எல்லாத் துணிக்கைகளும் ஒத்த அவத்தை உடையவை.	ஓர் அலைநீளத்திலுள்ள ஒவ்வொரு துணிக்கையும் வெவ்வேறு அவத்தை உடையதாக இருக்கும்.

தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)
கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk



அடிப்புக்கள் (Beats)

- ♣ சமனான அல்லது அண்ணளவில் சமனான வீச்சங்களைக் கொண்டதும் அண்ணளவில் சமனான அதிர்வெண்களைக் கொண்டதுமான இரு அலைகள் ஒரே நேரத்தில் ஊடகத் துணிக்கையொன்றினூடு செல்லும் போது அத்துணிக்கையின் வியையுள் வீச்சமானது நேரத்துடன் ஒழுங்காகக் கூடிக் குறையும். இத்தோற்றப்பாடு அடிப்பு என அழைக்கப்படுகின்றது.
- ♣ ஒலி அலைகளில் வீச்சத்துடன் உரப்பு அதிகரிப்பதால் உரப்பும் நேரத்துடன் ஒழுங்காகக் கூடிக்குறையும். ஒலிச்செறிவும் இவ்வாறே நேரத்துடன் ஒழுங்காகக் கூடிக்குறையும்.
- ♣ அடிப்புக்கள் உருவாகுவதற்குரிய காரணமாக அமைவது குறித்த துணிக்கையினூடு செல்லும் இரு அலைகளுக்கும் இடையிலான அவத்தை வித்தியாசம் நேரத்துடன் ஒழுங்காக மாறுவதாலாகும். சமநேர இடைவெளிக்கொரு தடவை இரண்டும் ஒத்த அவத்தையில் சந்திக்கும் அப்போது விளையுள் அலையின் வீச்சம் உயர்வாக இருக்கும். சமநேர இடைவெளிக்கொரு தடவை இரண்டும் எதிர் அவத்தையில் சந்திக்கும் அப்போது விளையுள் அலையின் வீச்சம் இழிவாக இருக்கும்.

அடிப்பு அதிர்வெண் (Beat frequency)

ஒரு செக்கனில் உருவாகும் உயர் வீச்சங்களின் எண்ணிக்கை அல்லது உயர் உரப்புக்களின் எண்ணிக்கை அடிப்பு அதிர்வெண் எனப்படும்.

அல்லது

ஒரு செக்கனில்உருவாகும் தாழ் வீச்சங்களின் எண்ணிக்கை அல்லது தாழ் உரப்புக்களின் எண்ணிக்கை அடிப்பு அதிர்வெண் எனப்படும்.

இது f_b ஆல் குறித்துக் காட்டப்படும்.

அடிப்புக்காலம் (Beat period)

ஒரு உயர் உரப்பு உணரப்பட்டு அடுத்ததாக மீண்டும் உயர் உரப்பு உணரப்படுவதற்கிடைப்பட்ட கால இடைவெளியே அடிப்புக் காலம் எனப்படும்.

அல்லது

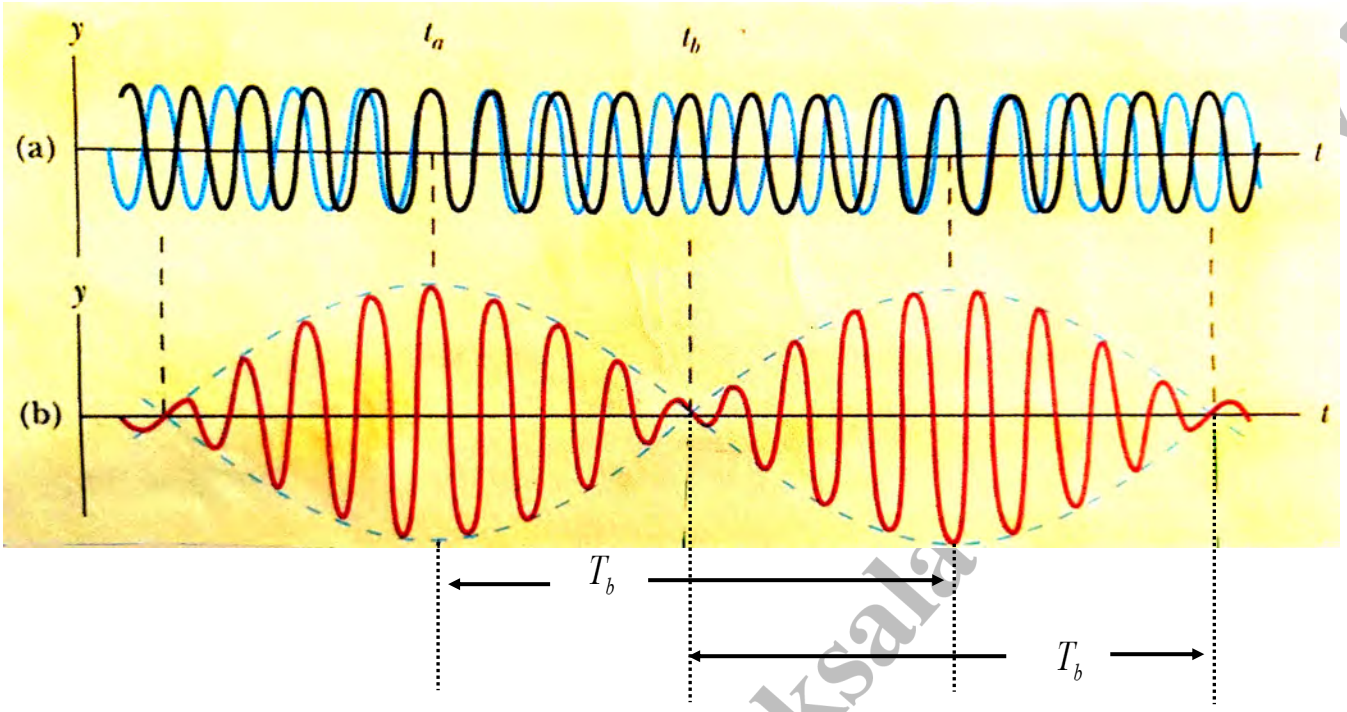
தாழ் உரப்பு உணரப்பட்டு அடுத்ததாக மீண்டும் தாழ் உரப்பு உணரப்படுவதற்கிடைப்பட்ட கால இடைவெளி அடிப்புக்காலம் எனப்படும்.

இது T_b ஆல் குறித்துக் காட்டப்படும்.

தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk



இரண்டு ஒலியலைகள் f_1 , f_2 அதிர்வெண்கள் உடையவை, மேற்பொருந்துவதால் அடிப்பு உருவாகின்றது.

$$f_1 > f_2$$

T_b காலப்பகுதியில் f_1 அலை ஆற்றிய அலைவுகளின் எண்ணிக்கை = $f_1 T_b$

T_b காலப்பகுதியில் f_2 அலை ஆற்றிய அலைவுகளின் எண்ணிக்கை = $f_2 T_b$

$$f_1 T_b - f_2 T_b = 1$$

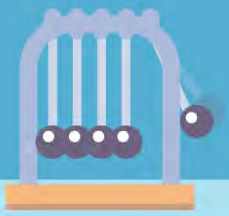
$$f_1 - f_2 = \frac{1}{T_b} \qquad \left[f_b = \frac{1}{T_b} \right]$$

$$\boxed{f_1 - f_2 = f_b}$$

தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk



வினாக்கள்

வினா - 01

A, B என்னும் இரு இசைக்கவைகள் ஒன்றாக ஒலிக்கப்பட்ட போது செக்கனுக்கு நான்கு அடிப்புக்கள் கேட்டன.

i) B யினது புயத்திற்கு சற்று மெழுகு பூசிய போது செக்கனுக்கு மூன்று அடிப்புக்கள் கேட்டன. A யின் அதிர்வெண் 520 Hz எனின் B யினது ஆரம்ப அதிர்வெண் என்ன?

ii) B யினது புயத்தை அராவிய போது அடிப்பு அதிர்வெண் 3 Hz ஆக இருப்பின் B யின் ஆரம்ப அதிர்வெண் யாதாக இருக்கும்?

வினா - 02

A, B என்னும் இரு விருத்தியலைகள் ஒத்திசையும் போது நான்கு அடிப்புக்கள் ஒரு செக்கனில் கேட்டன. பின்னர் A யானது அராவப்பட்ட போது அடிப்பதிர்வெண் குறைந்தது. B யின் அதிர்வெண் 256 Hz எனின் A யின் ஆரம்ப அதிர்வெண் என்ன?

வினா - 03

ஒரு இசைக்கவை A யானது 512 Hz அதிர்வெண்ணுடைய ஒரு இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கும் போது நான்கு அடிப்புக்கள் ஒரு செக்கனில் பெறப்பட்டது. இச்சுரம் 514 Hz அதிர்வெண்ணுடைய இசைக்கவையுடன் ஒத்திசைக்கும் போது ஆறு அடிப்புக்கள் ஒரு செக்கனில் பெறப்படும் எனின் இசைக்கவை A யின் அதிர்வெண் என்ன?

வினா - 04

வளியில் 1m, 1.01m அலை நீளங்கள் உடைய இரு அலைகள் மூன்று செக்கனில் இல் 10 அடிப்புக்களை உருவாக்குகின்றது எனின் வளியில் ஒலியின் வேகம் என்ன?

வினா - 05

இரு இசைக்கவைகள் ஒத்திசைக்கும் போது எட்டு செக்கனில் 20 அடிப்புக்கள் கேட்டன. பின்னர் இசைக்கவைகளில் ஒன்றுக்கு மிகச்சிறிதளவு மெழுகு பூசிய பின் ஒத்திசைக்கும் போது எட்டு செக்கனில் 32 அடிப்புக்கள் கேட்டன. மெழுகு பூசாத கவையின் அதிர்வெண் 512 Hz எனின் மற்றையதன் அதிர்வெண் என்ன?

தொகுப்பு :- திரு.R. சிறிமதன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/யாழ்ப்பாணம் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk