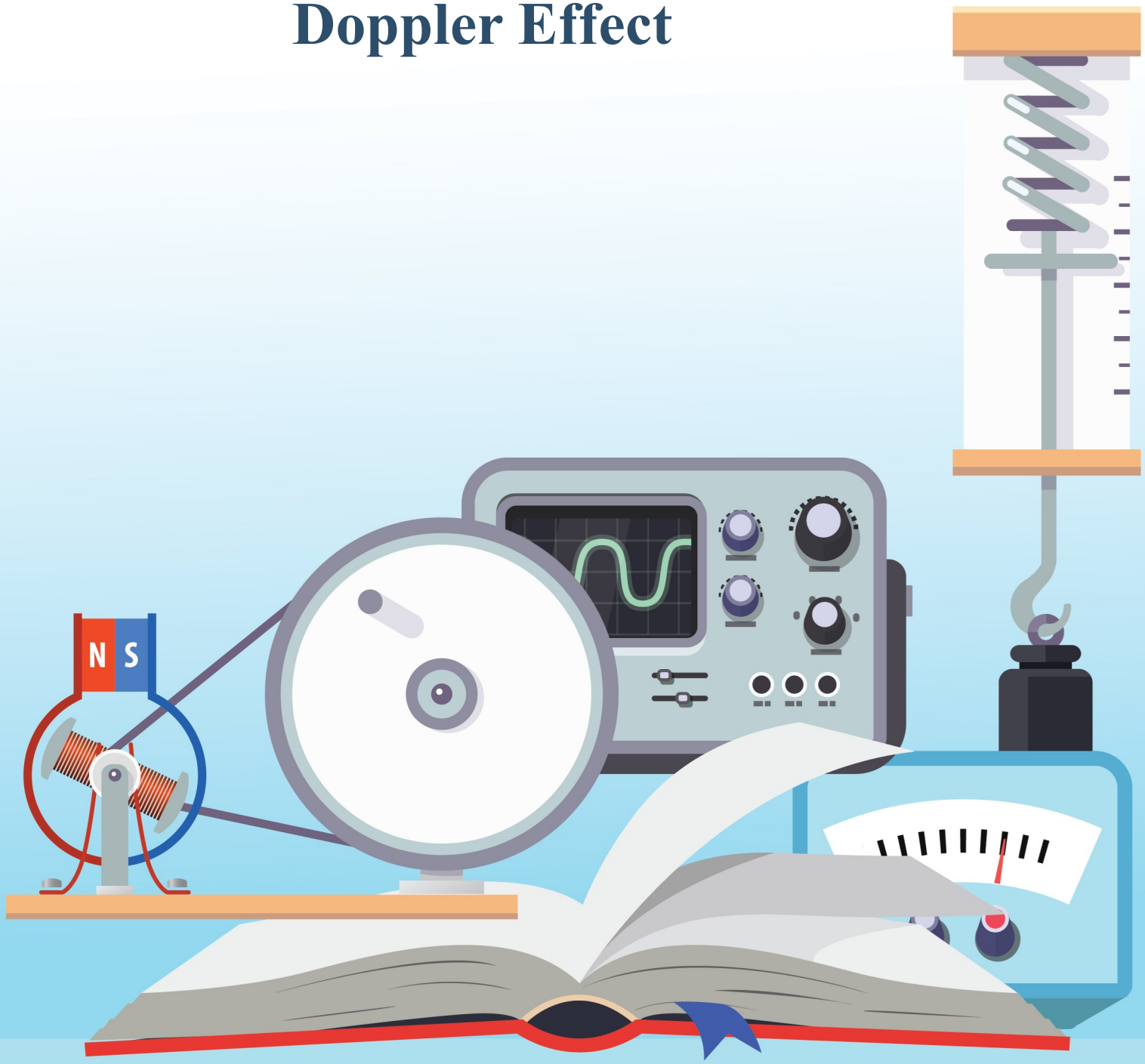
பௌதிகவியல்

தொப்ளரின் விளைவு

Doppler Effect



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

தேர்ச்சி மட்டம்: 3.6.1

தொப்ளரின் விளைவு (Doppler Effect)

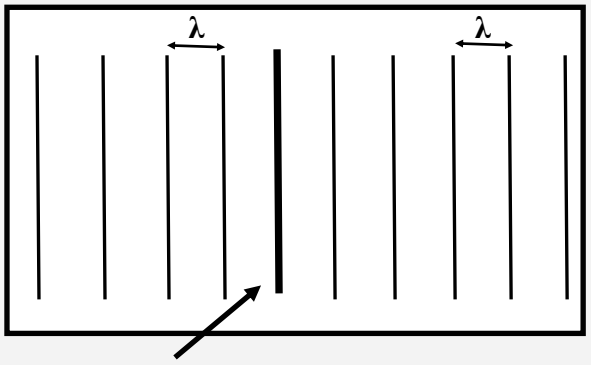
ஒலி முதல் ஒன்றுக்கும் அவதானிக்கும் இடையே சார்பியக்கம் உள்ள போது அலை ஒன்றினது அவதானிக்கப்படும் மீடிறன் வேறுபட்டுக் காணப்படும் இத்தோற்றப்பாடு தொப்ளர் விளைவு எனப்படும்.

அதாவது ஒலிக்கும் பொருள் ஒன்று குறித்த அதிர்வெண் உடைய ஒலியை எழுப்பும் போது ஒரு குறிப்பிட்ட தூரத்தில் ஓய்வில் இருக்கும் அவதானி ஒருவர் ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் அவ் அதிர்வெண்ணிற்குச் சமனான அலைகளைப் பெறுவார். ஆனால் ஒலிமுதலின் இயக்கத்தால் அல்லது அவதானியின் இயக்கத்தால் அல்லது இரண்டினதும் இயக்கத்தால் இவற்றிடையே ஒரு சார்பியக்கம் ஏற்படின் அவதானி ஒரு செக்கனுக்கு பெறும் அலைகளின் எண்ணிக்கை மாறும் அதாவது ஒலியின் தோற்ற அதிர்வெண் மாற்றமடையும்.

அவதானியும் முதலும் ஒன்றையொன்று அணுகும் போது அதிர்வெண் உயர்கின்றதாகவும், ஒன்றிலிருந்து ஒன்று விலகும் போது அதிர்வெண் குறைவடைகின்றதாகவும் தோன்றும்.

குற்றலைத் தாங்கியை உபயோகித்து தொப்ளரின் விளைவைக் காட்டல்.

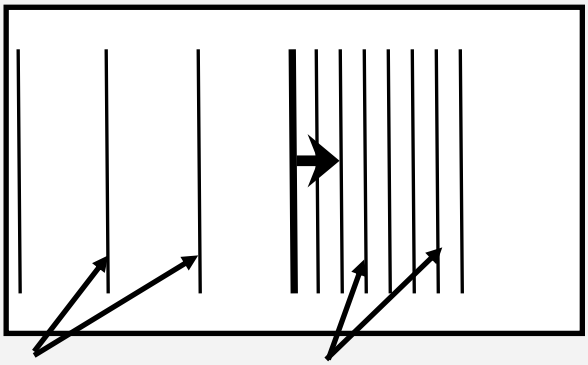
அதிரி ஓய்வில் உள்ள போது



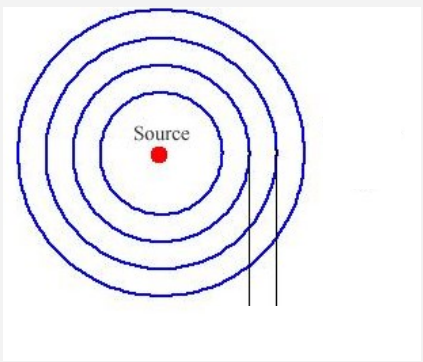
தளஅதிரி

அலைமுகங்கள் ஐதாகின்றன.

அதிரி மாறாவேகத்துடன் வலம் நோக்கி இயங்கும் போது

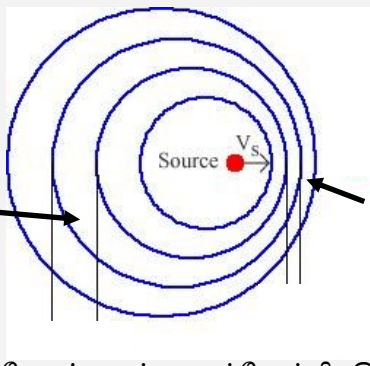


அலைமுகங்கள் ஒடுங்குகின்றன.



அதிரும் சுட்டி ஓய்வில் உள்ள போது

அலைமுகங்கள் ஐதாகின்றன



அலைமுகங்கள் ஒடுங்குகின்றன

சுட்டி மாறாவேகத்துடன் வலம்நோக்கி இயங்கும் போது

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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

மேலுள்ள அவதானங்களிலிருந்து அதிரியின் இயக்கத்திசை முகமாக அலைமுகங்கள் ஒடுங்குவதை அவதானிக்கலாம். (அதாவது அலைநீளம் குறைவடைகின்றது.)

இதேபோல் அதிரியின் இயக்கத்திசைக்கு எதிர்ப்பக்கமாக அலைமுகங்கள் ஐதாகுவதை அவதானிக்கலாம். (அதாவது அலைநீளம் கூடுகின்றது)

தொப்ளரின் விளைவுக்கு சில உதாரணங்கள்.

⇒ உயர்கதியுடன் இயங்கும் புகையிரதம் சீழ்க்கைக் குழலை (Horn) ஒலித்துக் கொண்டு மேடையில் நிற்கும் அவதானியை அணுகும் போது சீழ்க்கையின் சுருதி உயர்வதையும் , அவதானியை விலகிச் செல்லும் போது சுருதி குறைவடைவதையும் அவதானிக்கலாம்.

⇒ ஓர் ஒலிமுதல் கிடைவட்டத்தில் சுழலச்செய்யப்படும் போது , ஒலிமுதல் அவதானியை அணுகும் போது சுருதி உயர்வாக இருப்பதையும் அவதானியை விலகும் போது சுருதி தாழ்வாக இருப்பதையும் அவதானிக்கலாம்.

தொப்ளரின் விளைவின் பிரயோகங்கள்

⇒ ராடரின் பயன்பாட்டிற்கு

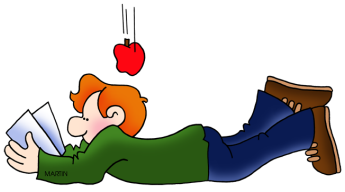
⇒ விமானங்களின் , கப்பல்களின் கதிகளை அறிவதற்கு.

⇒ குருதிக்கலங்களின் வேகத்தை அறிவதற்கு.

⇒ வானியல் பொருட்களின் கதிகளை அறிவதற்கு.

⇒ போக்குவரத்துக் காவலர்களின் ராடர் கருவியின் பயன்பாட்டிற்கு.

(வாகனங்கள் இயங்கும் வேகத்தைக் கணிக்க)



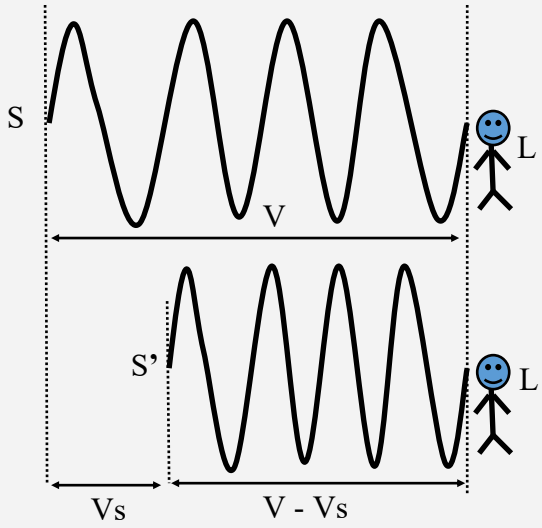
தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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

அதிர்வெண் மாற்றத்திற்குரிய கோவைகள்

1. அவதானி ஓய்வில் இருக்க ஒலிமுதல் அவதானியை நோக்கி இயங்குதல்.



ஒலிமுதலால் உண்டாக்கப்படும் அலையின் அதிர்வெண் f_s என்க.

வளியில் ஒலியின் வேகம் V.

ஒலிமுதல் செக்கனுக்கு f_s அலைகளைப் பிறப்பிக்கும் அத்தனை அலைகளும் ஒலிமுதல் நிலையாக இருப்பின் V என்னும் நீளத்தைப் பிடிக்கும்.

ஒலி செல்லும் திசை வழியே ஒலிமுதலானது Vs எனும் வேகத்துடன் இயங்கின் ஒலிமுதலானது ஒரு செக்கனுக்குப் பின் S' எனும் நிலைக்கு வரும், இந்நிலையில் உண்டாக்கப்பட்ட f_s அலைகளும் S'L எனும் தூரத்திற்குள் அடக்கப்படும்.

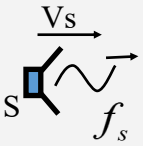
எனவே இந்நிலையில் ஏற்பட்ட புதிய அலைநீளம் λ' எனின்,

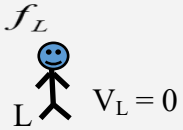
$$\lambda' = \frac{V - Vs}{f_s}$$

∴ ஒலியின் தோற்ற அதிர்வெண் $f_L = \frac{V}{\lambda'}$

$$= \frac{V}{(V - Vs)/f_s}$$

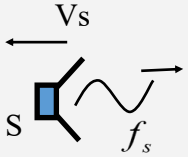
$$f_L = \frac{V}{V - Vs} . f_s$$

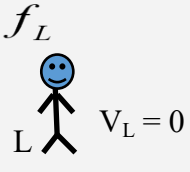




அலை செல்லும் திசைக்கு எதிர்த் திசையில் அவதானியில் இருந்து ஒலிமுதல் விலகி இயங்குமாயின்,

$$f_L = \frac{V}{V + Vs} . f_s$$





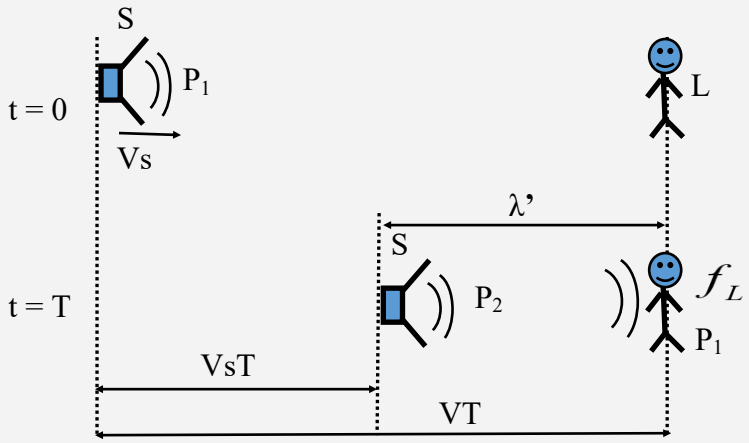
தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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

Note: ஒலிமுதலின் இயக்கத்தால் அலைநீளம் மட்டும் மாற்றமடையும் பிறப்பிக்கப்படும் அலைகளின் எண்ணிக்கை மாறாது.

வேறுமுறை:-



t=0 இல் ஒலிமுதல் S ஒலித்துடிப்பு P_1 இனை வெளிவிடுகின்றது என்க. ஒலியலையின் மீடிறன் fs எனின் $T = 1/f_s$ நேர ஆயிடையின் பின்னர் முதல் S இரண்டாம் ஒலித்துடிப்பு P_2 இனை வெளிவிடும்.

P_2 வெளிவிடப்படும் போது S ஆனது ஆரம்பநிலையில் இருந்து VsT தூரம் இயங்கி இருக்கும். இந்நேர ஆயிடையில் துடிப்பு P_1 ஆனது VT தூரம் இயங்கி இருக்கும்.

எனவே P_1, P_2 துடிப்புகளுக்கிடையிலான (இரு நெருக்கல்களுக்கு) தூரம் தோற்ற அலைநீளம் λ' ஆகும்.

$$\lambda' = VT - VsT$$

$$\lambda' = (V - Vs)T$$

ஆனால் $T = 1/f_s$

$$\lambda' = \frac{V - Vs}{f_s}$$

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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

அவதானி L சார்பாக ஒலித்துடிப்பின் வேகம் V ஆகும்.

எனவே P_1 ஆனது L இனை அண்மித்தபின் P_2 ஆனது L இனை அடைய எடுக்கும் நேரம் T' எனின்,

$$T' = \frac{\lambda'}{V}$$

$$\therefore \quad T' = \frac{(V - Vs)}{f_s V}$$

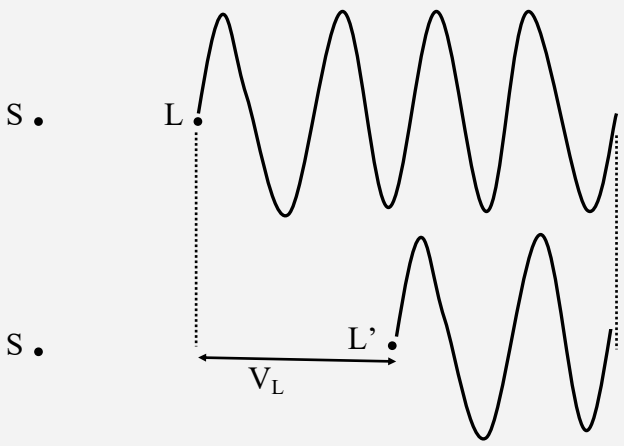
∴ அவதானி கேட்கும் தோற்ற மீடிறன் f_L எனின்.

$$f_L = \frac{1}{T'}$$

$$= \frac{1}{(V - Vs)/f_s V}$$

$$\boxed{f_L = \frac{V}{V - Vs} . f_s}$$

2. ஒலிமுதல் ஓய்வில் இருக்க அவதானி ஒலிமுதலை விலகி இயங்குதல்.



அவதானி ஓய்வில் இருப்பின் அவரை ஒவ்வொரு செக்கனுக்கும் கடந்து செல்லும் அலைகளின் எண்ணிக்கை f_s ஆகும்.

இந்நிலையில் அலையின் அலைநீளம் = $\frac{V}{f_s}$

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

ஆனால் அவதானி ஒலிமுதலை விலகி V_L எனும் வேகத்துடன் இயங்கின் அவர் ஒரு செக்கனுக்குப் பின் L' இல் இருப்பார் இந்நிலையில் அவதானியை கடந்து சென்ற அலைகளின் நீளம் $V- V_L$ ஆகும்.

∴ தோற்ற அதிர்வெண் $$f_L = \frac{V - V_L}{V/f_s}$$

$$f_L = \frac{(V - V_L)}{V}.f_s$$

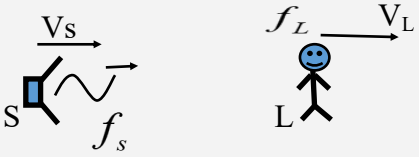
அவதானி ஒலிமுதலை நோக்கி இயங்கின் ஒரு செக்கனில் அவதானியைக் கடக்கும் அலைகளின் நீளம் $= V + V_L$

இந்நிலையில் தோற்ற அதிர்வெண் $$f_L = \frac{(V + V_L)}{V}.f_s$$

3. ஒலிமுதலும் அவதானியும் இயங்குதல்.

ஒலிமுதலும் அவதானியும் இயங்கும் பொழுது ஒலிமுதலின் இயக்கம் அலை நீளத்தில் மாற்றத்தையும் , அவதானியின் இயக்கம் அவர் பெறும் அலைகளின் எண்ணிக்கையிலும் மாற்றத்தை ஏற்படுத்தும்.

ஒலிமுதலும் அவதானியும் ஒரே திசையில் இயங்குவதாகக் கருதின்,



ஒலிமுதலின் இயக்கத்தால் ஏற்படும் குறைக்கப்பட்ட புதிய அலைநீளம் = $\frac{V - Vs}{f_s}$

அவதானியின் இயக்கத்தால் அவதானியைக் கடந்த அலைத்தொடரின் நீளம் $= V- V_L$

∴ தோற்ற அதிர்வெண் $$f_L = \frac{V - V_L}{(V - V_s)/f_s}$$

$$f_L = \frac{(V - V_L)}{V - V_S}.f_S$$

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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

பொதுவாக தோற்ற அதிர்வெண்ணுக்குரிய கோவையை பின்வருமாறு எழுதலாம்.

$$f_L = \frac{V \pm V_L}{V \pm V_S} . f_S$$

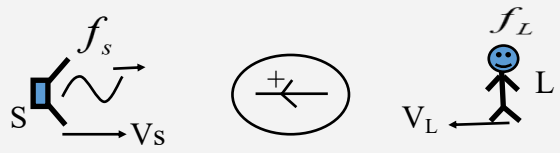
+ V_L - அவதானி ஒலிமுதலை நோக்கி இயங்குதல்.

- V_L - அவதானி ஒலிமுதலை விலகி இயங்குதல்

+ V_S - ஒலிமுதல் அவதானியை விலகி இயங்குதல்

-V_S - ஒலிமுதல் அவதானியை நோக்கி இயங்குதல்

தோற்ற அதிர்வெண்ணிற்குரிய பொதுவான கோவை (குறிவழக்கு முறை)



f_S - ஒலிமுதலின் அதிர்வெண்

f_L - அவதானி கேட்கும் தோற்ற அதிர்வெண்.

Vs - ஒலிமுதலின் வேகம்

V_L - அவதானியின் வேகம்

குறிவழக்கு : அவதானி ஒலிமுதலை நோக்கத்தக்க திசையில் ஓர் அம்புக்குறியினைக் குறித்து அதன் திசை நேர்த்திசையாகக் கொள்ளப்படும்.

இவ் அம்புக்குறியின் திசையுடன் Vs, V_L இன் திசைகள் ஒத்திருப்பின் அவற்றின் குறிகள் நேர்(+) ஆகவும் ஒவ்வாது இருப்பின் அவற்றின் குறிகள் மறை (-) ஆகவும் கொள்ளப்பட்டு பின்வரும் சமன்பாட்டில் இக்குறிவழக்கிற்கு அமைய அவற்றைப் பிரதியிட்டு f_L இனைக் காணலாம்.

பொதுச்சமன்பாடு

$$\frac{f_L}{V + V_L} = \frac{f_S}{V + V_S}$$

இங்கு V - வளியில் ஒலியின் வேகம்.

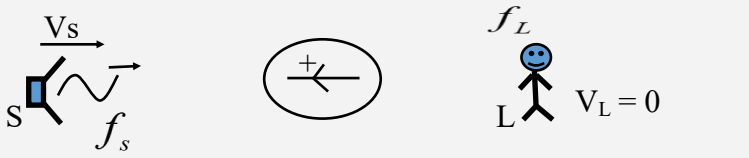
தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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

உதாரணம் 01

ஆவதானி ஓய்விலிருக்க ஒலிமுதல் அவதானியை நோக்கி இயங்குதல்.



$$\frac{f_L}{V + V_L} = \frac{f_S}{V + V_S}$$

இங்கு $V_L = 0$

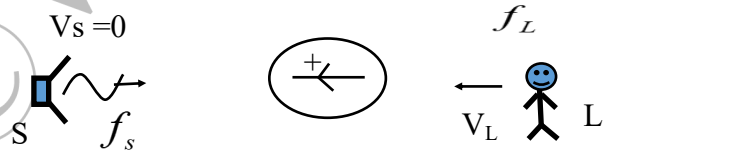
$V_S \longrightarrow -V_S$

$$\frac{f_L}{V + 0} = \frac{f_S}{V - V_S}$$

$$f_L = \frac{V}{V - V_S} . f_S$$

உதாரணம் 02

ஒலிமுதல் ஓய்விலிருக்க அவதானி ஒலிமுதலை நோக்கி இயங்குதல்.



$$\frac{f_L}{V + V_L} = \frac{f_S}{V + V_S}$$

இங்கு $V_S = 0$

$V_L \longrightarrow +V_L$

$$\frac{f_L}{V + V_L} = \frac{f_S}{V + 0}$$

$$f_L = \frac{(V + V_L)}{V} . f_S$$

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

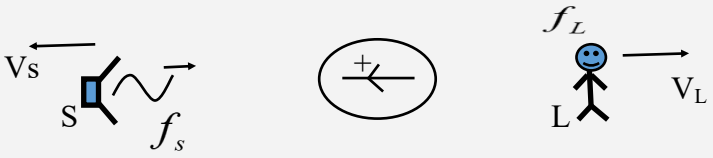
தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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

உதாரணம் 03

ஒலிமுதலும் அவதானியும் ஒன்றையொன்று விலகி இயங்குதல்.



$$\frac{f_L}{V+V_L}=\frac{f_S}{V+V_S}$$

இங்கு $V_L \longrightarrow -V_L$

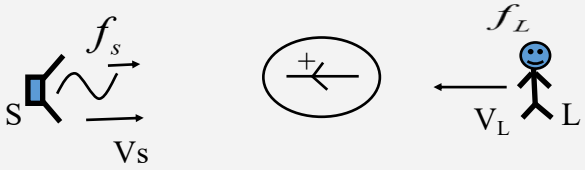
$V_S \longrightarrow +V_S$

$$\frac{f_L}{V-V_L}=\frac{f_S}{V+V_S}$$

$$f_L=\frac{(V-V_L)}{V+V_S}.f_S$$

உதாரணம் 04

ஒலிமுதலும் அவதானியும் ஒன்றையொன்று நோக்கி இயங்குதல்.



$$\frac{f_L}{V+V_L}=\frac{f_S}{V+V_S}$$

இங்கு $V_S \longrightarrow -Vs$

$V_L \longrightarrow +V_L$

$$\frac{f_L}{V+V_L}=\frac{f_S}{V-V_S}$$

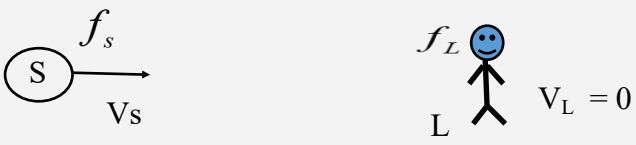
$$f_L=\frac{(V+V_L)}{(V-V_S)}.f_S$$

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

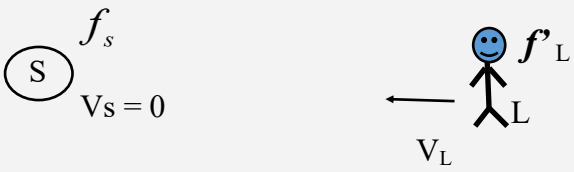
கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

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

Note:



$$f_L = \frac{V}{V - V_S}.f_S \qquad \text{——————} \quad (1)$$



$$f'_L = \frac{(V + V_L)}{V}.f_S \qquad \text{——————} \quad (2)$$

$f_L - f'_L$ இனைக் கருதுக.

$$f_L - f'_L = \frac{V}{V - V_S}.f_S - \frac{(V + V_L)}{V}.f_S$$

$V_S = V_L$ எனின்

$$f_L - f'_L = \frac{V}{V - V_S}.f_S - \frac{(V + V_S)}{V}.f_S$$

$$= \frac{f_S[V^2 - (V + V_S)(V - V_S)]}{V(V - V_S)}$$

$$f_L - f'_S = \frac{V_S^{\,2}}{(V - V_S)}.f_S > 0$$

எனவே $f_L > f'_L$ ஆகும்.

அதாவது அவதானி ஓய்வில் இருக்கும் பொழுது ஒலிமுதல் அணுகும் போது கேட்கும் சுரத்தின் அதிர்வெண் (f_L) ஒலிமுதல் ஓய்விலிருக்க அவதானி **அதேவேகத்துடன்** ஒலிமுதலை அணுகும் போது கேட்கும் சுரத்தின் அதிர்வெண்ணிலும் (f'_L) உயர்வாக இருக்கும்.

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

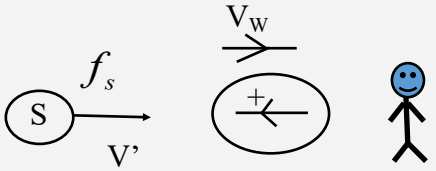
Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

ஊடகத்தின் இயக்கத்தினது விளைவு.

ஊடகம் இயங்குமாயின் உதாரணமாக காற்று V_W எனும் வேகத்துடன் வீசுமாயின் Vs, V_L என்பன வளிசார்பாகவே அளக்கப்படுவதால் இங்கு Vs, V_L என்பன வளி சார்பாக மாறுபடும். எனவே இங்கு Vs, V_L என்பவற்றை காற்று சார்பாக கருத வேண்டும்.

உதாரணம் 01

அவதானி ஓய்வில் இருக்க ஒலிமுதல் அவதானியை நோக்கி இயங்குகின்றது எனவும், ஒலிமுதலின் இயக்கத்திசையில் காற்று ஏறு வேகத்துடன் வீசுகின்றது எனவும் கொள்க.



W - Wind (காற்று)

E - Earth (பூமி)

M - Man (மனிதன்)

S - Source (முதல்)

$V_{W,E} = \overrightarrow{V_W}$

$V_{M,E} = 0$

$V_{M,W} = V_{M,E} + V_{E,W}$

$= 0 + \overleftarrow{V_W}$

$\therefore V_L = V_{M,W} = \overleftarrow{V_W}$

$V_{S,E} = \overrightarrow{V'}$

$V_{W,E} = \overrightarrow{V_W}$

$V_{S,W} = V_{S,E} + V_{E,W}$

$= \overrightarrow{V'} + \overleftarrow{V_W}$

$= (\overrightarrow{V' - V_W})$

$\therefore V_{S,W} = V_S = (V' - V_W)$

$f_L = \frac{V + V_L}{V + V_S} . f_S$ இல் பிரதியிட

$f_L = \frac{V + V_W}{V - (V' - V_W)} . f_S$

$f_L = \frac{V + V_W}{(V + V_W) - V'} . f_S$

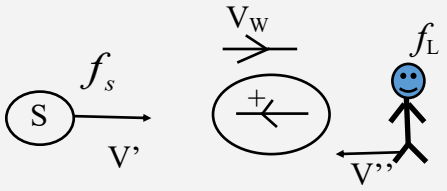
தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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

உதாரணம் 02

ஒலிமுதலும் அவதானியும் ஒன்றையொன்று நோக்கி இயங்குகின்றன எனவும் காற்று ஒலிமுதலின் இயக்கத் திசையில் வீசுகின்றது எனவும் கொள்க.



W - Wind (காற்று)

E - Earth (பூமி)

M - Man (மனிதன்)

S - Source (முதல்)

$V_{W,E} = \overrightarrow{V_W}$

$V_{M,E} = \overleftarrow{V''}$

$V_{M,W} = V_{M,E} + V_{E,W}$

$= \overleftarrow{V''} + \overleftarrow{V_W} = \overleftarrow{(V''+V_W)}$

$\therefore \quad V_L = V_{M,W} = \overleftarrow{(V''+V_W)}$

$V_{S,E} = \overrightarrow{V'}$

$V_{W,E} = \overrightarrow{V_W}$

$V_{S,W} = V_{S,E} + V_{E,W}$

$= \overrightarrow{V'} + \overleftarrow{V_W}$

$= \overrightarrow{(V' - V_W)}$

$\therefore \quad V_{S,W} = V_S = (V' - V_W)$

$f_L = \frac{V + V_L}{V + V_S} . f_S$ இல் பிரதியிட

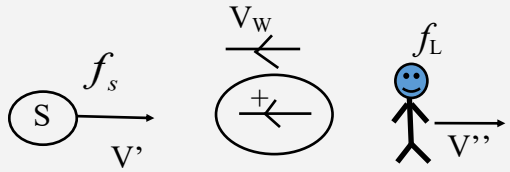
$$f_L = \frac{V + (V''+V_W)}{V - (V'-V_W)} . f_S$$

$$f_L = \frac{(V + V_W) + V''}{(V + V_W) - V'} . f_S$$

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

உதாரணம் 03

ஒலிமுதலும் அவதானியும் ஒரே திசையில் இயங்குகின்றன எனவும் காற்று ஒலிமுதலின் இயக்கத்திசைக்கு எதிராக வீசுகின்றது எனவும் கொள்க.



W - Wind (காற்று)

E - Earth (பூமி)

M - Man (மனிதன்)

S - Source (முதல்)

$V_{W,E} = V_W$ ←

$V_{M,E} = V''$ →

$V_{M,W} = V_{M,E} + V_{E,W}$

$= V'' + V_W = (V''+V_W)$

$\therefore V_L = V_{M,W} = (V''+V_W)$ →

$V_{S,E} = V'$ →

$V_{W,E} = V_W$ ←

$V_S = V_{S,W} = V_{S,E} + V_{E,W}$

$= V' + V_W$

$= (V' - V_W)$ →

$\therefore V_{S,W} = V_S = (V' - V_W)$ →

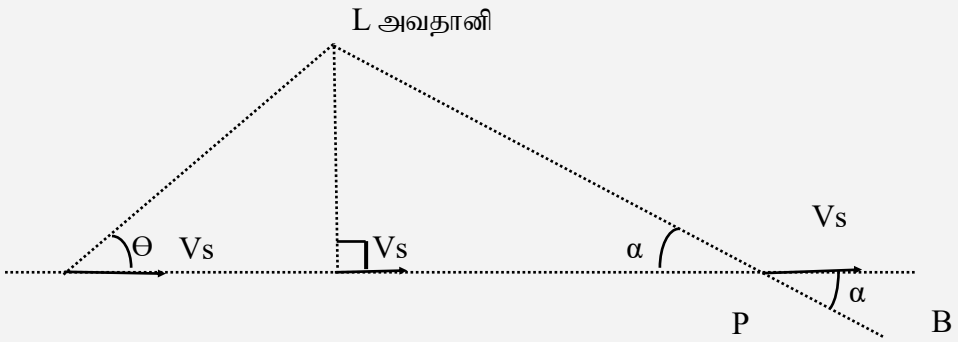
$f_L = \frac{V - V_L}{V - V_S} . f_S$ இல் பிரதியிட

$$f_L = \frac{V - (V''+V_W)}{V - (V'+V_W)} . f_S$$

$$f_L = \frac{(V - V_W) - V''}{(V - V_W) - V'} . f_S$$

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

ஒலிமுதலையும் அவதானியையும் இணைக்கும் கோட்டிற்கு சாய்வாக ஒலிமுதல் இயங்குதல்



ஒலிமுதல் AB எனும் பாதை வழியே Vs எனும் வேகத்துடன் இயங்குவதாகக் கொள்க.

ஒலிமுதலானது S எனும் நிலையில் உள்ள போது SL வழியேயான வேகத்தின் கூறு $Vs\cos\Theta$ ஆகும்.

∴ இந்நிலையில் அவதானி கேட்கும் தோற்றமீடிறன் f_L எனின்

$$f_L = \frac{V}{V - V_S\cos\theta}.f_s$$

அதாவது இங்கு ஒலிமுதல் அவதானியை நோக்கி SL வழியே இயங்குவதாகக் கருதலாம்.

ஒலிமுதல் N என்னும் நிலையை அடையும் போது $\Theta = 90^0$

இந்நிலையில் தோற்ற அதிர்வெண் f'_L எனின்

$$f_L' = \frac{V}{V - V\cos 90^0}.f_s$$

$$f_L' = f_S$$

இந்நிலையில் அவதானி ஒலிமுதலின் இயல்பான அதிர்வெண்ணை கேட்பார்.

ஒலிமுதல் P என்னும் நிலைக்கு வரும் போது ஒலிமுதலின் வேகம் LP வழியே $Vs\cos\alpha$ ஆகும். இந்நிலையில் ஒலிமுதல் LP வழியே அவதானியை விலகிச் செல்வதாகக் கருதலாம்.

இந்நிலையில் தோற்ற அதிர்வெண் f_L'' எனின்

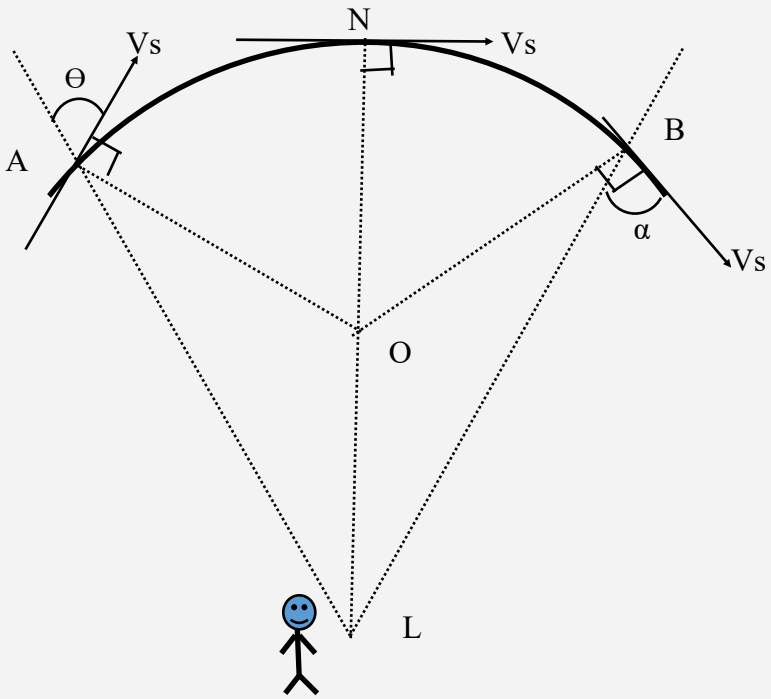
$$f_L'' = \frac{V}{V + V_S\cos\alpha}.f_S$$

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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

வட்டம் ஒன்றின் வில் வழியே ஒலிமுதல் இயங்குதல்.



O வை மையமாகக் கொண்ட வட்டத்தின் வில் வழியே படத்தில் காட்டிவாறு ஒலிமுதல் Vs எனும் வேகத்துடன் A யில் இருந்து B வரை இயங்குவதாகக் கருதுக.

அவதானி O இற்கு அப்பால் L இல் உள்ளார் என்க.

ஒலிமுதல் A யில் உள்ளபோது LA வழியேயான வேகத்தின் கூறு Vs cosΘ. இந்நிலையில் ஒலிமுதல் Vs cosΘ வேகத்துடன் LA வழியே அவதானியை விலகி இயங்குவதாகக் கருதலாம்.

இந்நிலையில் அவதானி கேட்கும் தோற்ற மீடிறன் fL எனின்

$$f_L = \frac{V}{V + V_S \cos\theta} . f_S$$

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

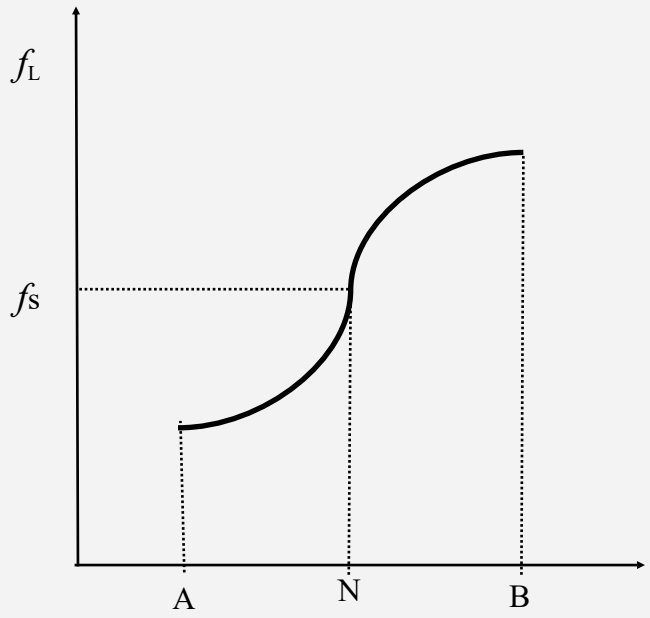
ஒலிமுதல் N இல் உள்ள போது LN வழியேயான வேகத்தின் கூறு Vs $\cos 90^0 = 0$ ஆகும். இந்நிலையில் அவதானி கேட்கும் தோற்றமீடிறன் f_L' எனின்,

$$f_L' = \frac{V}{V + V_S \cos 90^0} . f_S = f_S$$

ஒலிமுதல் B இல் உள்ள போது BL வழியேயான வேகத்தின் கூறு Vs cosα. இந்நிலையில் ஒலிமுதல் Vs cosα வேகத்துடன் BL வழியே அவதானியை நோக்கி இயங்குவதாகக் கருதலாம்.

இந்நிலையில் அவதானி கேட்கும் தோற்றமீடிறன் f_L'' எனின்,

$$f_L'' = \frac{V}{V - V_S \cos \alpha} . f_S$$



தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

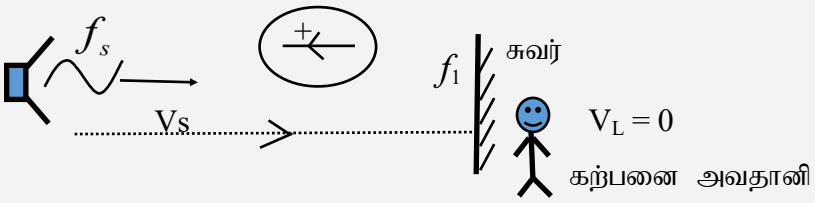
கணினி வடிவமைப்பு :- திரு.வே.நமணன் ஆசிரியர் - தகவல் தொடர்பாடல் தொழில்நுட்பம் (கிளி/இராமநாதபுரம் மேற்கு அ.த.க.பா)

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

எதிரொலியின் போது உணரப்படும் தோற்ற அதிர்வெண்

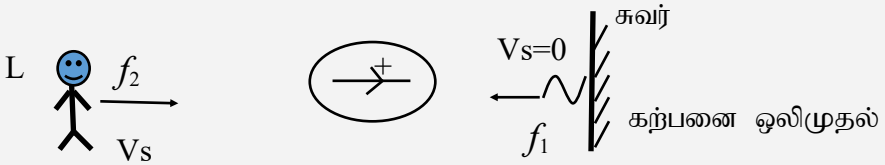
அவதானி ஒருவர் fs மீடிறனை உடைய அலைகளைப் பிறப்பிக்கும் ஒலிமுதல் ஒன்றைத் தாங்கிய வண்ணம் Vs வேகத்துடன் ஒரு நிலையான நிலைக்குத்து சுவரை நோக்கி நடக்கின்றார் எனக் கொள்க.

அலையானது சுவரை அடையும் போது உணரப்படும் அதிர்வெண் f_1 எனின், இந்நிலையில் சுவர் ஒரு நிலையான அவதானி போல் செயற்படும் எனக் கருதி f_1 கணிக்கப்படும்.



$$f_1 = \frac{V}{V - V_S} f_S$$

இவ் அதிர்வெண் f_1 இனை உடைய அலையே சுவரில் பட்டுத் தெறிப்படைந்து இயங்கும் அவதானியைச் சென்றடையும். எனவே இந்நிலையில் சுவரை f_1 மீடிறனை உடைய அலைகளை பிறப்பிக்கும் நிலையான ஒலிமுதலாக கருதலாம்.



இந்நிலையில் அவதானி கேட்கும் தோற்ற மீடிறன் f_2 எனின்,

$$\frac{f_L}{V + V_L} = \frac{f_S}{V + V_S}$$ இல் குறிவழக்கின்படி பிரதியிட

$$\frac{f_2}{V + V_S} = \frac{f_1}{V + 0}$$

$$f_2 = \frac{(V + V_S)}{V} . f_1$$

$$= \frac{(V + V_S)}{V} . \frac{V}{(V - V_S)} . f_S$$

$$= \frac{(V + V_S)}{(V - V_S)} . f_S$$

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

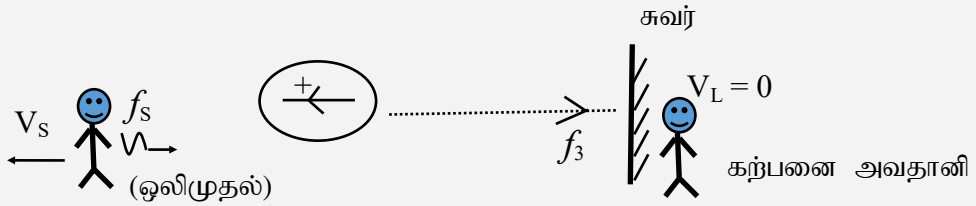
Copyright © www.e-thaksalawa.moe.gov.lk

அவதானி ஒலிமுதலின் இயல்பான அதிர்வெண்ணையும் தெறி ஒலியின் அதிர்வெண்ணையும் ஒன்றாகக் கேட்பார் ஆயின் கேட்கப்படும் அடிப்புக்கள் = f_2 - fs ஆகும்.

அடிப்பு மீடிறன் $f_2 - f_S = \frac{(V+V_S)}{(V-V_S)}.f_S - f_S$

$$= \frac{2V_S}{(V-V_S)}.f_S$$

அவதானி சுவரை விலகி இயங்கினால் கேட்கப்படும் எதிரொலியின மீடிறன்



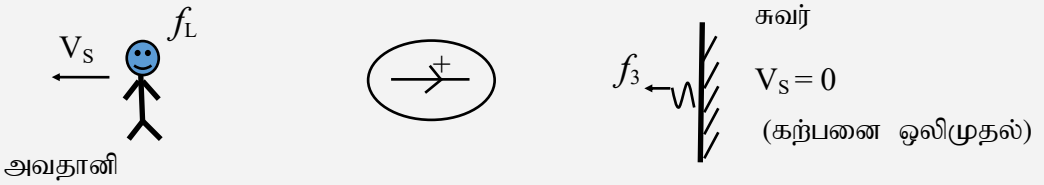
இந்நிலையில் சுவரை அடையும் ஒலியின் தோற்ற மீடிறன் f_3 எனின்,

$$\frac{f_L}{V+V_L} = \frac{f_S}{V+V_S}$$ இல்

$$\frac{f_3}{V+0} = \frac{f_S}{V+V_S}$$

$$f_3 = \frac{V}{V+V_S}.f_S$$

பின்னர் அவதானியை வந்தடையும் தெறி அலையின் மீடிறன் f_4 எனின்,



தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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

$$\frac{f_L}{V+V_L} = \frac{f_S}{V+V_S} \quad \text{இல்}$$

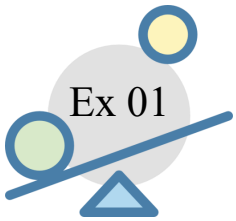
$$\frac{f_4}{V-V_S} = \frac{f_3}{V+0}$$

$$f_4 = \frac{(V-V_S)}{V}.f_3 = \frac{(V-V_S)}{V}.\frac{V}{(V+V_S)}.f_S = \frac{(V-V_S)}{(V+V_S)}.f_S$$

இந்நிலையில் கேட்கப்படும் அடிப்புக்கள்

$$f_S - f_4 = f_S - \frac{(V-V_S)}{(V+V_S)}.f_S$$

$$= \frac{2V_S}{(V+V_S)}.f_S$$



அதிர்வெண் f_0 உம் அலைநீளம் λ_0 உம் உடைய ஒலி அலையானது கிடையாக வலது பக்கமாக இயங்குகின்றது. இவ் அலையானது இதன் இயக்கத்திசைக்கு செங்குத்தாகவுள்ள பெரிய நிலைக்குத்து தளமேற்பரப்பில் பட்டுத் தெறிப்படைகின்றது. தளமேற்பரப்பானது அலையின் இயக்கத்திசைக்கு எதிராக V வேகத்துடன் இயங்குகின்றது. வளியில் ஒலியின் வேகம் C ஆகும்.

1. ஒரு குறித்த நேரம் t யில் எத்தனை அலைகள் தளமேற்பரப்பை அடிக்கும்?

அலையின் நீளம் $\lambda_0 = c/f_0$

தளமேற்பரப்பு சார்பாக அலையின் வேகம் = C+V

∴ தோற்ற மீடிறன் $f = \frac{(C+V)}{c/f_0} = \frac{(C+V)}{C}.f_0$

∴ நேரம் t யில் தளமேற்பரப்பை அடிக்கும் அலைகளின் எண்ணிக்கை = ft

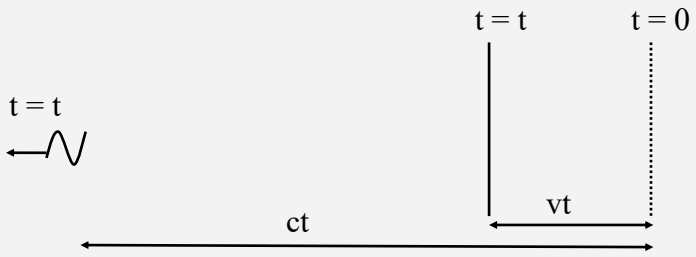
$$= \frac{(C+V)}{C} f_0.t = \frac{t(C+V)}{\lambda_0}$$

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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

2. இந்நேர முடிவில் அலை மேற்பரப்பின் இடது பக்கமாக எவ்வளவு தூரம் நகர்ந்திருக்கும்?



t = t யில் தெறித்த அலைக்கும் மேற்பரப்பிற்குமான இடைத்தூரம்

= ct - vt

= (c-v) t

3. தெறித்த அலையின் அலைநீளத்தை λ_0, c, v சார்பில் தருக.

$$\lambda = \frac{(C-V)t}{ft} = \frac{(C-V)t}{t(C+V)/\lambda_0}$$

$$\lambda = \frac{\lambda_0 (C-V)}{(C+V)}$$

4. தெறி அலையின் அதிர்வெண்ணை f_0, c, v சார்பில் தருக.

$$f = c/\lambda = \frac{c}{\lambda_0}\left(\frac{C+V}{C-V}\right)$$

$$f = f_0 \frac{(C+V)}{(C-V)}$$

5. ஆரம்ப அலையின் அதிர்வெண்ணையும் (f_0) தெறி அலையின் அதிர்வெண்ணையும் ஒன்றாக அவதானிப்பின் செக்கனுக்கு எத்தனை அடிப்புக்கள் கேட்கும்.

$$f_{beat} = f_L - f_0$$

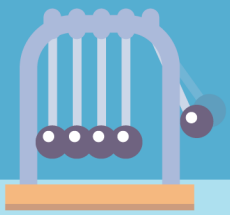
$$= f_0 \frac{(C+V)}{(C-V)} \cdot f_0$$

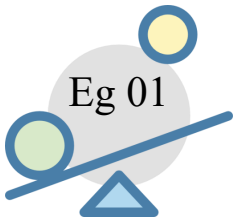
$$= \frac{2Vf_0}{(C-V)}$$

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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





ஒலிமுதல் ஒன்று 640 Hz மீடிறனுடைய ஒலியைப் பிறப்பித்த வண்ணம் 36 kmh^{-1} வேகத்துடன் ஓய்விலுள்ள அவதானியை நோக்கி இயங்குகின்றது எனின் அவதானியால் உணரப்படும் ஒலியின் மீடிறன் என்ன?

வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 ms^{-1} விடை: 660 Hz

.....

.....

.....

.....

.....

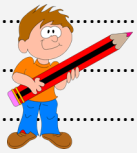
.....

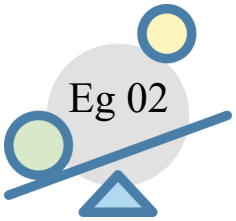
.....

.....

.....

.....





புகையிரதம் ஒன்று 700Hz மீடிறனுடைய ஒலியைப் பிறப்பித்த வண்ணம் 72 kmh^{-1} கதியுடன் ஓய்விலுள்ள ஓர் அவதானியை விலகி இயங்குகின்றது எனின் அவதானியால் கேட்கப்படும் ஒலியின் மீடிறன்?

வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 ms^{-1} விடை: 660 Hz

.....

.....

.....

.....

.....

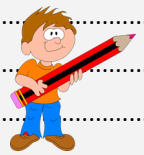
.....

.....

.....

.....

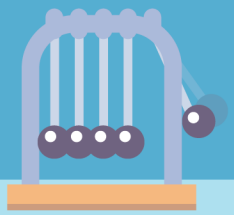
.....



தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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



Eg 03

ஓர் ஒலிமுதல் 960Hz மீடிறனுடைய ஒலி அலைகளைப் பிறப்பிக்கின்றது. இதனை நோக்கி ஒருவன் $20ms^{-1}$ வேகத்துடன் அணுகுகின்றான் எனின் அவனால் உணரப்படும் ஒலியின் மீடிறன்:

வளியில் ஒலியின் வேகம் 320 ms^{-1} விடை: 1020 Hz

.....

.....

.....

.....

.....

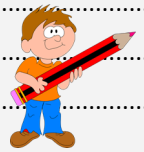
.....

.....

.....

.....

.....



Eg 04

ஒலிமுதல் ஒன்று 680Hz மீடிறனுடைய அலைகளைப் பிறப்பிக்கின்றது. ஒருவன் $40ms^{-1}$ வேகத்துடன் ஒலிமுதலில் இருந்து விலகி இயங்குகின்றான் எனின் அவனால் உணரப்படும் ஒலியின் மீடிறன்?

வளியில் ஒலியின் வேகம் 340 ms^{-1} விடை: 600 Hz

.....

.....

.....

.....

.....

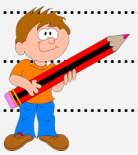
.....

.....

.....

.....

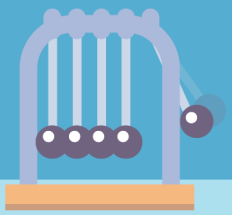
.....

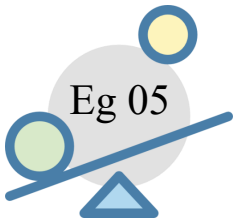


தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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





ஒலிமுதல் ஒன்று 680Hz மீடிறனுடைய ஒலி அலைகளைப் பிறப்பித்த வண்ணம் $10ms^{-1}$ வேகத்துடன் இயங்குகின்றது. ஆவதானி ஒருவன் ஒலிமுதலில் இருந்து விலகி எதிராக $15ms^{-1}$ வேகத்துடன் இயங்குகின்றான் எனின் அவனால் உணரப்படும் ஒலியின் தோற்றமீடிறன் என்ன?

வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 ms^{-1} விடை: 630 Hz

.....

.....

.....

.....

.....

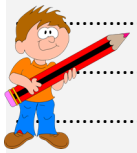
.....

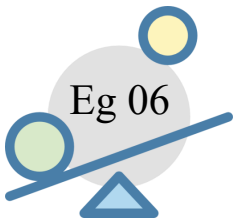
.....

.....

.....

.....





ஒலிமுதல் ஒன்றும் அவதானி ஒருவனும் ஒன்றையொன்று நோக்கி முறையே $36kmh^{-1}$, $18kmh^{-1}$ வேகங்களுடன் இயங்குகின்றன. ஒலிமுதலின் மீடிறன் 660Hz எனின் அவனால் கேட்கப்படும் அலையின் மீடிறன் என்ன?

வளியில் ஒலியின் வேகம் 340 ms^{-1} விடை: 690 Hz

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

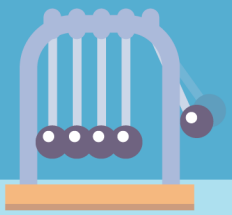
.....



தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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



Eg 07

ஒலிமுதல் ஒன்று 700Hz மீடிறனுடைய அலைகளைப் பிறப்பித்த வண்ணம் $30ms^{-1}$ வேகத்துடன் இயங்குகின்றது. அவதானி ஒருவன் அதற்குப் பின்னால் $10ms^{-1}$ வேகத்துடன் அதனை நோக்கி இயங்குகின்றான் எனின் அவனால் கேட்கப்படும் ஒலியின் மீடிறன்?

வளியில் ஒலியின் வேகம் 320 ms^{-1} விடை: 660 Hz

.....

.....

.....

.....

.....

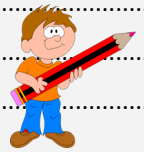
.....

.....

.....

.....

.....



Eg 08

ஒலிமுதல் ஒன்று 320Hz மீடிறனுடைய அலைகளைப் பிறப்பித்த வண்ணம் $10ms^{-1}$ வேகத்துடன் இயங்குகின்றது. அவதானி ஒருவன் அதற்கு முன்னால் $20ms^{-1}$ வேகத்துடன் அதனிலிருந்து விலகி அதே திசையில் இயங்குகின்றான் எனின் அவனால் உணரப்படும் ஒலியின் மீடிறன்?

வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 ms^{-1} விடை: 310 Hz

.....

.....

.....

.....

.....

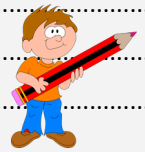
.....

.....

.....

.....

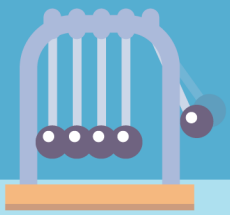
.....

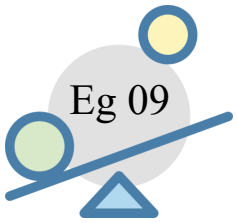


தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் இந்துக் கல்லூரி, யாழ்ப்பாணம்)

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

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





ஓய்விலுள்ள ஓர் அவதானியை நோக்கி ஒரு கார் மாறா வேகத்துடன் சீழ்க்கையை (Horn) ஒலித்த வண்ணம் இயங்குகின்றது. கார் அவதானியை அணுகும் போது அவர் கேட்கும் ஒலியின் அதிர்வெண்ணிற்கும், கார் அவதானியை விலகும் போது அவர் கேட்கும் ஒலியின் அதிர்வெண்ணிற்கும் இடையிலான விகிதம் 1.05 எனின் காரின் வேகத்தைக் காண்க?

வளியில் ஒலியின் வேகம் 328 ms^{-1} விடை: 8 ms^{-1}

.....

.....

.....

.....

.....

.....

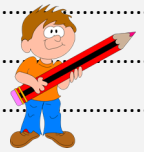
.....

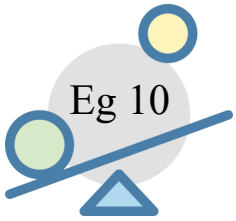
.....

.....

.....

.....





320Hz மீடிறனில் சீழ்க்கையை ஒலித்த வண்ணம் நிலைக்குத்தான பெரிய சுவர் ஒன்றை நோக்கிய வண்ணம் வாகனம் ஒன்று 36kmh^{-1} கதியில் இயங்குகின்றது.

வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 ms^{-1}

1. இச்சுவருக்கு அண்மையில் நிற்கும் அவதானி ஒருவரால் கேட்கப்படும் சீழ்க்கையின் மீடிறன் என்ன?

.....

.....

.....

.....

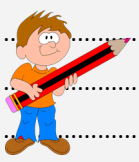
.....

.....

.....

.....

.....



தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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

2. இச்சுவரில் தெறித்து வரும் சீழ்க்கையின் ஒலியினை வாகனத்திலுள்ள அவதானி ஒருவர் கேட்பார் ஆயின் கேட்கப்படும் ஒலியின் மீடிறன் யாது?

.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

3. வாகனத்திலுள்ள அவதானி நேரடி ஒலியையும் தெறித்த ஒலியையும் ஒருமிக்கக் கேட்பார் ஆயின் செக்கனுக்கு எத்தனை அடிப்புக்களைக் கேட்பார்?

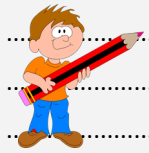
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

4. இப்போது வாகனம் ஆனது சுவரில் இருந்து விலகி $70ms^{-1}$ கதியில் இயங்குமாயின் இந்நிலையில் வாகனத்தில் உள்ள அவதானியால் கேட்கப்படும் தெறித்த அலையின் மீடிறன் என்ன?

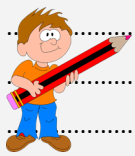
.....

.....

.....

.....

.....



.....

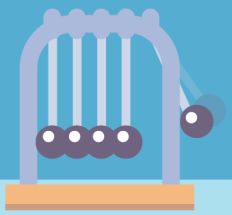
.....

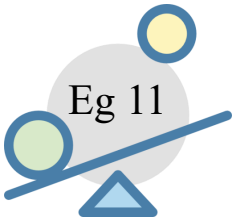
.....

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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





படத்தில் காட்டியுள்ளது போல் சுவர் ஒன்றை நோக்கி A,B என்னும் இரு கார்கள் ஒரே திசையில் $30ms^{-1}$, $20ms^{-1}$ வேகங்களுடன் இயங்குகின்றன. கார் A யானது 900Hz மீடிறனுடைய சீழ்க்கையை ஒலித்தவண்ணம் செல்கின்றது.

வளியில் ஒலியின் வேகம் 330 ms^{-1}

1. கார் A யில் உள்ள மனிதனுக்கு கேட்கும் இரு ஒலிகளினதும் அதிர்வெண்களைக் காண்க.

.....

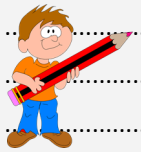
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

2. கார் B யிலுள்ள மனிதன் ஒருவனுக்கு கேட்கும் இரு ஒலிகளினதும் அதிர்வெண்களைக் காண்க.

.....

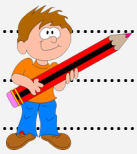
.....

.....

.....

.....

.....



.....

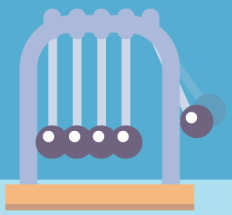
.....

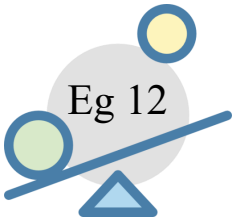
Copyright

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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





கார் ஒன்றுக்குப் பின்னால் $40ms^{-1}$ வேகத்துடன் 100Hz அதிர்வெண்ணை உடைய ஒலியை எழுப்பிவாறு அம்புலன்ஸ் ஒன்று செல்கின்றது. காரின் வேகம் $25ms^{-1}$ ஆகும். வளியில் ஒலியின் வேகம் $320ms^{-1}$ எனின் கார்ச்சாரதிக்கு கேட்கும் தோற்ற அதிர்வெண் யாது?

.....

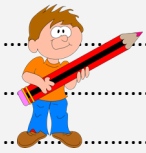
.....

.....

.....

.....

.....



.....

.....

.....

வாகனங்களின் இயக்கத்திசையில் காற்று $30ms^{-1}$ கதியுடன் வீசுகின்றது எனக் கருதுக.

1. புவி சார்பாக ஒலியின் கதி யாது?

.....

.....

.....



.....

.....

2. இந்நிலமையின் கீழ் கார்ச் சாரதிக்கு கேட்கும் தோற்றமீடிறன் யாது?

.....

.....

.....

.....

.....

.....



.....

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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

3. ஒலி அலைகள் காரின் பின்பகுதியில் பட்டுத் தெறித்து வரும் எதிரொலியை அம்புலன்ஸில் உள்ள சாரதி கேட்கிறார் எனின் அவர் கேட்கும் அடிப்புக்களின் எண்ணிக்கை யாது?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

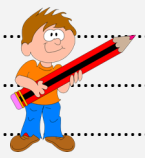
.....

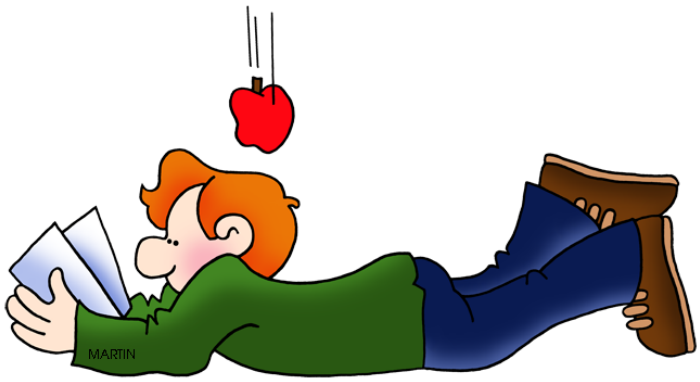
.....

.....

.....

.....





Copyright

தொகுப்பு :- திரு.T.செந்தில்குமரன் ஆசிரியர் - பௌதிகவியல் (யா/கொக்குவில் 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