SHORT NOTE

3

Physics

දෝලන සහ තරංග

Waves & Oscillations

කෙටි සටහන්

මොරටුව විශ්ව විද්‍යාලයීය ලියෝ සමාජය

සරල අනුවර්තී චලිතය – Simple Harmonic Motion

ආවර්තී චලිතය

- සමාන කාලාන්තර වලදී නැවත නැවත සිදුවන චලිත

සරල අනුවර්තී චලිතය

සරල අනුවර්තී චලිතයේ ලාක්ෂණික සමීකරණය තෘප්ත කරමින් ආවර්තීය චලිතයේ යෙදෙන වස්තුවක චලිතය

මූලික භෞතික රාශි

1. විස්තාපනය(y)

   කේන්ද්‍රයේ සිට වස්තුව ගමන් කරන දුර

2. විස්තාරය(A)

   කේන්ද්‍රයේ සිට යම් දිශාවකට පවතින උපරිම විස්තාපනය

3. ආවර්ත කාලය(T)

   සරල අනුවර්තී චලිතයේ එක් වටයක් සම්පූර්ණ කිරීමට ගතවන කාලයයි.

   $$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

4. සංඛ්‍යාතය(f)

   සරල අනුවර්තී චලිතයේ යෙදෙන වස්තුවක් ඒකක කාලයකදී සම්පූර්ණ කරන වක්‍ර සංඛ්‍යාව

   $$\omega = 2\pi f$$ $$f = 1/T$$

කලාව/කලා කෝණය$(\emptyset)$

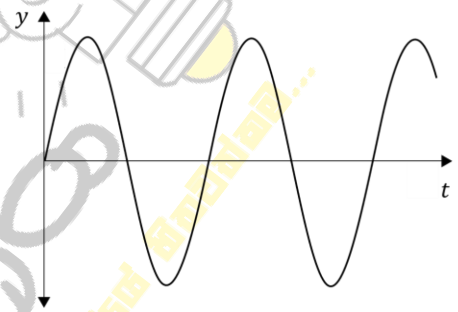
සරල අනුවර්තී චලිතයේ යෙදෙන වස්තුවක් යම් කාලාන්තරයකදී සම්පූර්ණ කර ඇති වක්‍ර ගණන

කාලයකදී වක්‍ර ගණන$= \frac{2\pi}{T} \cdot t = \omega t = 2\pi f t$

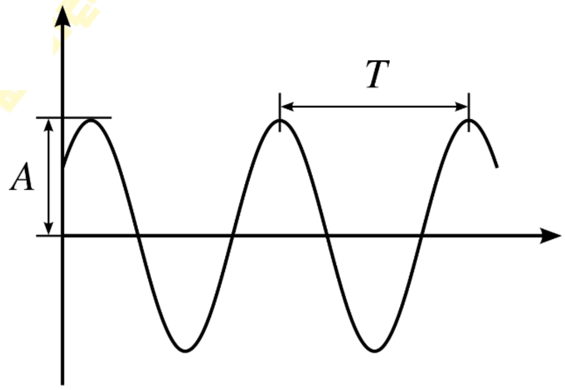
චලිතය ආරම්භ කරන්නේ α නම් කාලාරම්භ කෝණයක් සහිතව නම්,

$$\phi = \frac{2\pi}{T} \cdot t + \alpha$$

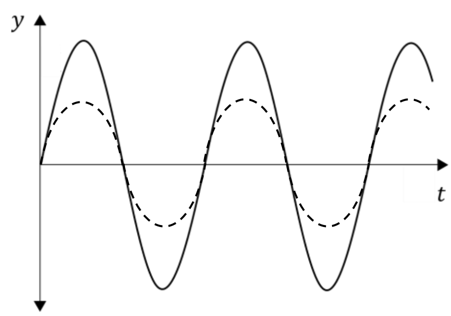
කේන්ද්‍රයෙන් ඇරඹූ විට $(y-t)$ වක්‍රය



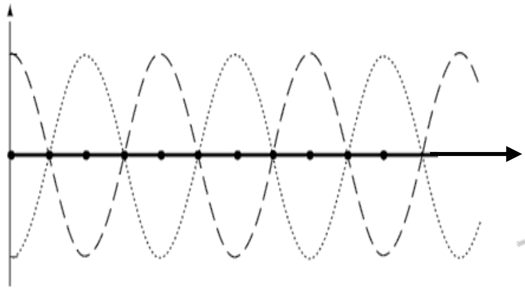
කේන්ද්‍රයෙන් නොඇරඹූ විට $(y-t)$ වක්‍රය



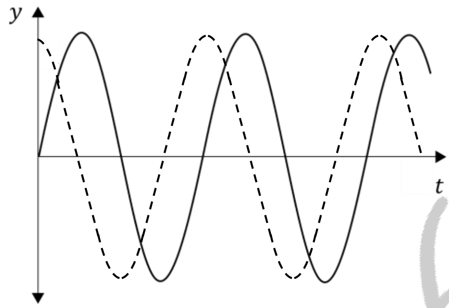
කලාව සමාන අංශු දෙකක $(y-t)$ වක්‍රය



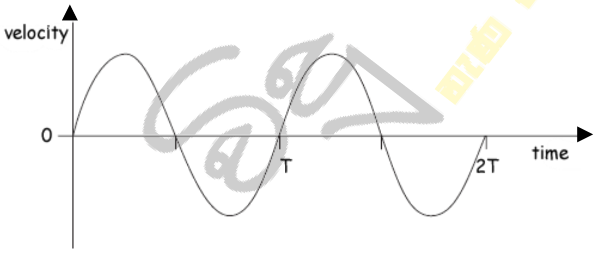
$\pi\ rad$ කලා වෙනසක් ඇති අංශු දෙකක $(y-t)$ වක්‍රය



$\frac{\pi}{2}\ rad$ කලා වෙනසක් ඇති අංශු දෙකක$(y-t)$ වක්‍රය



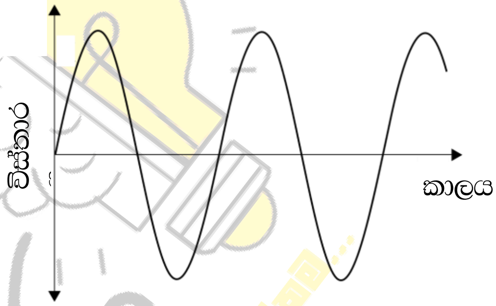
කේන්ද්‍රයෙන් ඇරඹූ විට ප්‍රවේග - කාල වක්‍රය



නිදහස් දෝලන/කම්පන

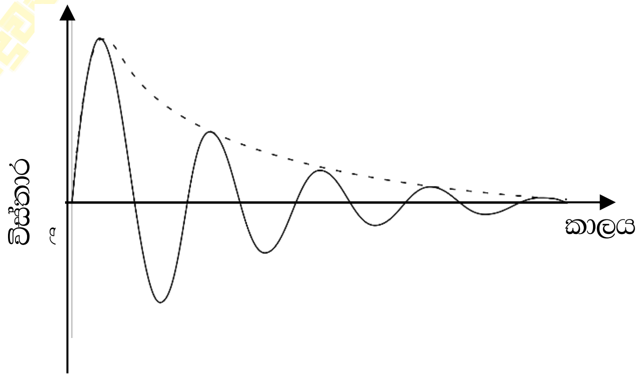
බාහිර බලපෑමක් නොමැතිව දෝලනය වන්නා වූ වස්තුවක දෝලනය

උදා: රික්තයක් තුළ දෝලනය වන සරල අවලම්භයක්



පරිමන්දිත දෝලන/කම්පන

ප්‍රායෝගිකව සිදුවන ඕනෑම දෝලනයක් මෙම වර්ගයට අයත් වේ. (වස්තුවේ ශක්තිය හානි වේ.)



තරංග වල චලිතය හා ගුණ – The Motion and Properties of Waves

තරංග

- ➢ යාන්ත්‍රික තරංග
- ➢ විද්‍යුත් චුම්භක තරංග

- ➢ තීර්යක් තරංග
- ➢ අන්වායාම තරංග

- ➢ ප්‍රගමන තරංග
- ➢ ස්ථාවර තරංග

යාන්ත්‍රික තරංග

- ✶ දෝලන මගින් ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යක උපදින කැළඹීමකින් යාන්ත්‍රික තරංග සමන්විත වේ.
- ✶ ප්‍රචාරණය සඳහා ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යක් තිබීම අත්‍යාවශ්‍ය වේ.

විද්‍යුත් චුම්භක තරංග

- ✶ කාලය සමග වෙනස් වන චුම්භක හා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හේතුවෙන් ඇති වේ.
- ✶ විද්‍යුත් හා චුම්භක ක්ෂේත්‍ර දෙක එකිනෙකට ලම්භක වේ.
- ✶ ප්‍රචාරණය සඳහා ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යක් තිබීම අත්‍යාවශ්‍ය නැත.

තීර්යක් තරංග

තරංගය ගමන් ගන්නා දිශාවට ලම්භකව අංශු චලනය වේ.

උදා: ජල තරංග, විද්‍යුත් චුම්භක තරංග

අන්වායාම තරංග

තරංගය ගමන් ගන්නා දිශාවට සමාන්තරව අංශු චලනය වේ.

උදා: ශබ්ද තරංග

තීර්යක් තරංග

- ශීර්ෂ, නිම්න පවතී.
- ධ්‍රැවණය කළ හැක.

අන්වායාම තරංග

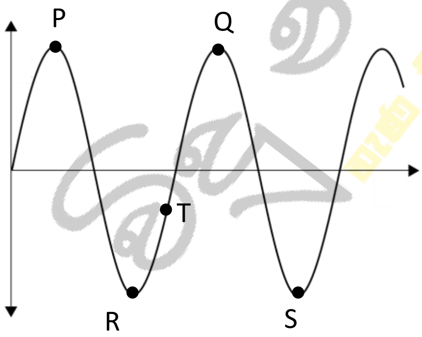
- සම්පීඩන, විරලන පවතී.
- ධ්‍රැවණය කළ නොහැක.

ප්‍රගමන තරංග	ස්ථාවර තරංග
• තරංග ආකෘතිය ගමන් කරයි.	• තරංග ආකෘතිය ගමන් නොකරයි.
• ශක්තිය ප්‍රචාරණය කරයි.	• ශක්තිය ප්‍රචාරණය නොකරයි.
• අංශු සියල්ලේම කම්පන, විස්තාර එකමයි.	• යාබද අංශු වල කම්පන, විස්තාර අසමාන වේ.
• යාබද අංශු වල කලාවල් අසමානයි.	• එකම පුඩුවේ සෑම අංශුවකම කලාවල් සමාන වේ.
• යාබද පුඩු දෙකක අංශු $\pi\, rad$ වලින් කලාව වෙනස් වේ.	• යාබද පුඩු දෙකක අංශු $\pi\, rad$ වලින් කලාව වෙනස් වේ.

තරංගයක් සඳහා,

ශක්තිය (හෝ තීව්‍රතාවය) විස්තාරය^2

සම කලාස්ථ ලක්ෂය හා විෂම කලාස්ථ ලක්ෂය

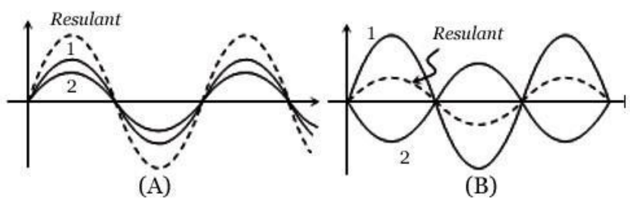


සම කලාස්ථ $\Rightarrow (P, Q)$ සහ (R, S)

විෂම කලාස්ථ $\Rightarrow (P, R)$ සහ (S, T)

තරංග අධිස්ථාපන මූලධර්මය

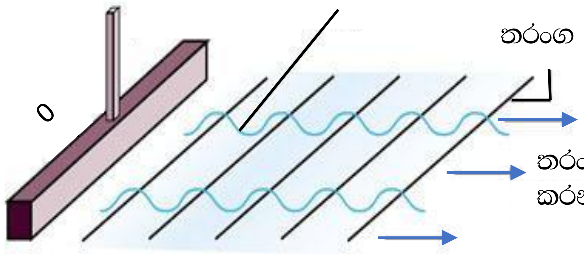
මාධ්‍යයක් තුළින් තරංග දෙකක් ගමන් කිරීමේදී ඕනෑම ලක්ෂ්‍යකදී සම්ප්‍රයුක්ත විස්තාපනය, තරංග දෙක මගින් එම ස්ථානයේදී වෙන වෙනම ඇති කරන විස්තාපන වල වීජීය එකතුවට සමාන වේ.

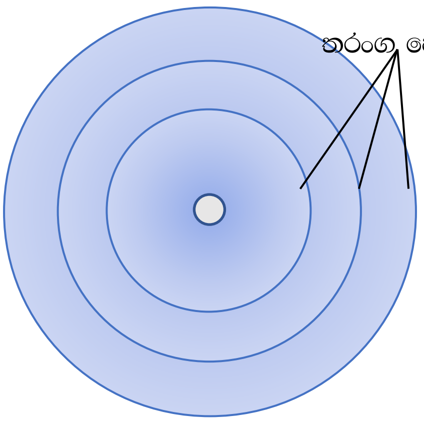


ස්ථාවර තරංග, නුගැසුම්, නිරෝධනය වැනි සංසිද්ධිවල පදනම තරංග අධිස්ථාපනයයි.

තරංග පෙරමුණු

මාධ්‍යක් තුළින් තරංග ප්‍රචාරණය වන විට යම් අවස්ථාවක එකම කලාවේ චලනය වන මාධ්‍ය අංශු යා කිරීමෙන් ලැබෙන ජ්‍යාමිතික රූප සටහන තරංග පෙරමුණකි.



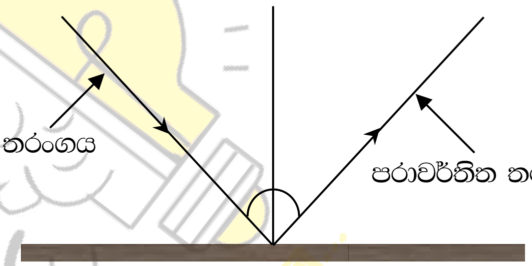


තරංග පෙරමුණු තරංග වල ගමන් දිශාවට ලම්භක වේ.

තරංග වල ගුණ
- පරාවර්තනය
- වර්තනය
- විවර්තනය
- නිරෝධනය

පරාවර්තනය

යම් මාධ්‍යක් තුළින් ගමන් කරන තරංගයක් මාධ්‍යය දෙක වෙන් කරන පෘෂ්ටයේ ගැටී නැවත මුල් මාධ්‍යයට පැමිණීමයි.



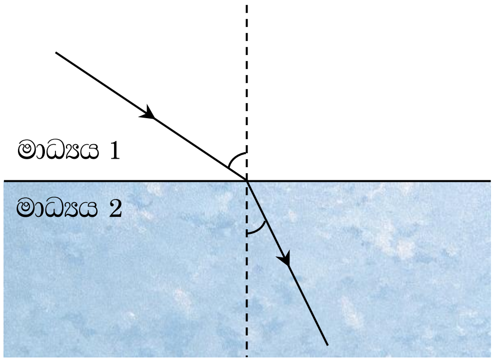
පරාවර්තනයේදී ⇒
- තරංගයේ වේගය
- තරංගයේ සංඛ්‍යාතය
- තරංගයේ තරංග ආයාමය

වෙනස් නොවේ.

දෘඪ පරාවර්තනය	මෘදු පරාවර්තනය
• පරාවර්තන පෘෂ්ටයේදී අංශු වලට කම්පනය වීමට නිදහසක් නැත.	• පරාවර්තන පෘෂ්ටයේදී අංශු වලට කම්පනය වීමට නිදහසක් ඇත.
• අපවර්තනයක් සිදුවේ.	• අපවර්තනයක් සිදුනොවේ.
• $\pi\, rad$ කලා වෙනසක් පවතී.	• $\pi\, rad$ කලා වෙනසක් නොපවතී.

වර්තනය

එක් මාධ්‍යක සිට තවත් මාධ්‍යයකට ලම්බ නොවන ආනතියකින් පතනය වන තරංගයක් අනෙක් මාධ්‍යයට පිවිසීමේදී ගමන් දිශාව වෙනස් කර ගැනීමයි.



වර්තනයේදී ⇒

තරංගයේ ප්‍රවේගය වෙනස් වේ.

තරංගයේ සංඛ්‍යාතය වෙනස් නොවේ.

තරංගයේ තරංග ආයාමය වෙනස් වේ.

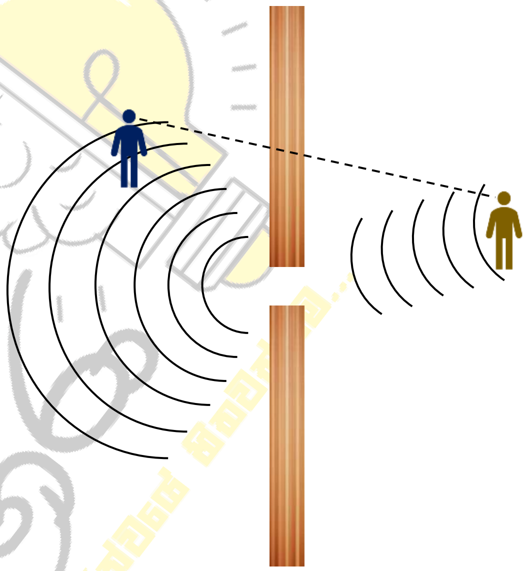
$\sin i / \sin r$ = නියතයකි. = ${}^1n_2$

${}^1n_2$ ⇒ 1මාධ්‍යයට සාපේක්ෂව 2 මාධ්‍යයේ වර්තනාංකය

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{f\lambda_1}{f\lambda_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = {}^1n_2$$

විවර්තනය

බාධකයක් හමුවේදී නැවී ගමන් කිරීමට සහ සිදුරක් තුළින් ගමන් කිරීමේදී පාර්ශවිකව පැතිරී යාමට ඇති හැකියාවයි.

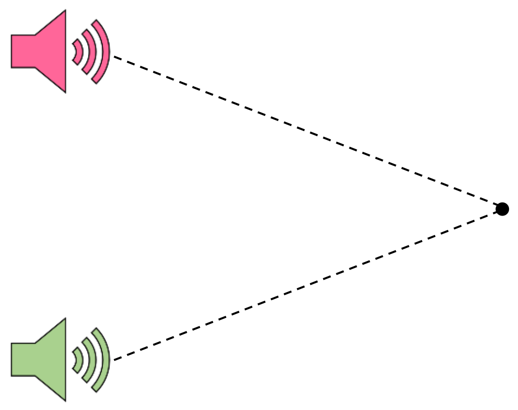


සිදුරක් තුළින් සිදුවන වර්තනය පැහැදිලිව හඳුනා ගැනීමට නම් සිදුරේ පළල තරංග ආයාමයට වඩා කුඩා විය යුතු වේ.

නිරෝධනය

සමාන සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් සමජාතීය තරංග දෙකක් එකම මාධ්‍යයක් තුළින් සම්ප්‍රේෂණය වීමේදී මාධ්‍යය අංශු තරංග දෙක මගින් අධිස්ථාපනයට ලක්වීමේ ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් එම සංඛ්‍යාතයම ඇති සම්ප්‍රයුක්ත තරංගයක් ගොඩනැගීම නිරෝධනයයි.

නිර්මාණකාරී නිරෝධනය	විනාශකාරී නිරෝධනය
• තරංග දෙක සම කලාවේ අධිස්ථාපනය වේ. • තරංගයේ විස්තාරය මුල් විස්තාර දෙකේ එකතුවට සමාන වේ.	• තරංග දෙක ප්‍රතිවිරුද්ධ කලාවේ අධිස්ථාපනය වේ. • තරංගයේ විස්ථාරය මුල් තරංග දෙකේ අන්තරයට සමාන වේ.



නිර්මාණකාරී නිරෝධනයක් වීමට,

$$|AP - BP| = n\lambda \quad (n = 0,1,2, \dots.)$$

නාශක නිරෝධනයක් වීමට,

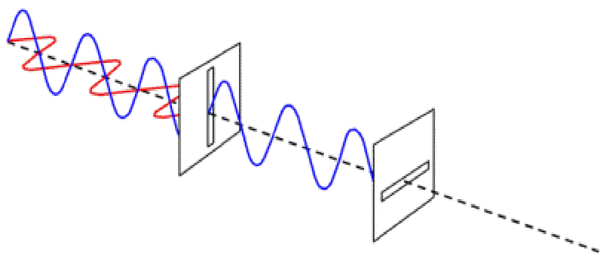
$$|AP - BP| = \frac{(2n+1)\lambda}{2} \quad (n = 0,1,2, \dots.)$$

- නිරෝධනය හා විවර්තනය තරංග සඳහා පමණක් පොදු ගුණාංග වේ.

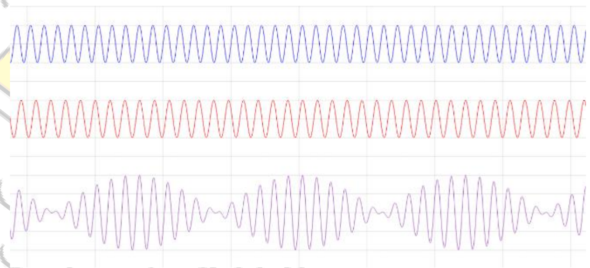
ධ්‍රැවණය

- ✶ ධ්‍රැවණය තීර්යක් තරංග වලට පමණක් ආවේණික වේ.
- ✶ එක් කම්පන තලයකට පමණක් සීමා වී ඇත්නම් එය ධ්‍රැවිත වේ.
- ✶ තරංගය ගමන් කරන රේඛාවේ කිහිපයක කම්පන ඇති කරයි නම් එය අධ්‍රැවිත යැයි කියනු ලැබේ.

ධ්‍රැවණය පහත පරිදි වේ



ආවර්තීයව අඩු වැඩි වන තනි ස්වරයක් ඇසේ. මෙම තනි ස්වරයේ සිදුවන විස්තාරයේ ඉහළ පහළ යාම නුගැසුම් වේ.



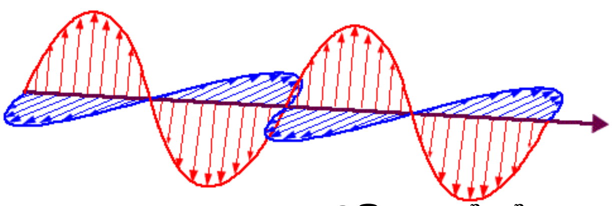
නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය f_b,

$$f_b = |f_1 - f_2|$$

විද්‍යුත් චුම්භක තරංග

කාලය සමග වෙනස් වන චුම්භක හා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හේතු කොටගෙන ඇතිවන විද්‍යුත් චුම්භක කැළඹීම් අවකාශයේ ගමන් කිරීමෙන් විද්‍යුත් චුම්භක තරංග ඇති වේ.

මෙහි චුම්භක හා විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය එකිනෙකට මෙන්ම තරංගය ගමන් කරන දිශාවට ලම්බ වේ.



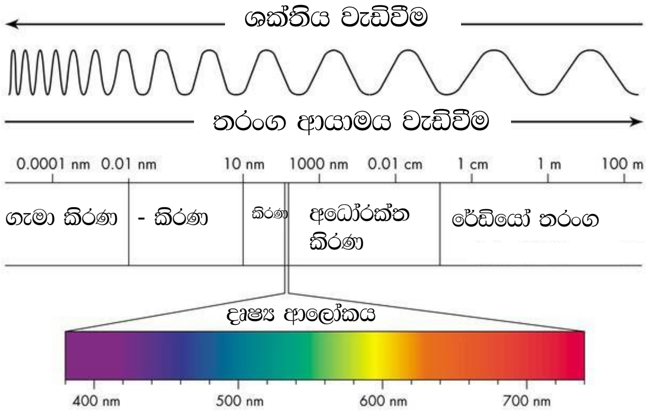
- චුම්භක ක්ෂේත්‍රය
- විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය

විද්‍යුත් චුම්භක තරංගයක ප්‍රවේගය v,

$$v = \frac{1}{\sqrt{\varepsilon\mu}}$$

මගින් දෙනු ලැබේ.

විද්‍යුත් චුම්භක වර්ණාවලිය



විද්‍යුත් චුම්භක තරංග	යාන්ත්‍රික තරංග
• ප්‍රචාරණයට පදාර්ථමය මාධ්‍යයක් අවශ්‍ය නොවේ. • විද්‍යුත් චුම්භක ක්ෂේත්‍රවල කැළඹීමෙන් ඇති වෙයි. • තීර්යක් තරංග	• ප්‍රචාරණයට පදාර්ථමය මාධ්‍යයක් අත්‍යාවශ්‍ය වේ. • යාන්ත්‍රික කැළඹීම් වලින් සමන්විත වෙයි. • තීර්යක්/අන්වායාම තරංග

ලේසර්

ලේසර් ආලෝකයේ ගුණ

1. ඒකවර්ණ වීම.
2. සමවාරී වීම.
3. දිශාගත කළ හැකි වීම.
4. තියුණු ලෙස නාභිගත කළ හැකි වීම.

තරංග වේගය සහ ස්ථාවර තරංග රටා – Wave Speed and Standing Wave Patterns

ඇදි තන්තුවක තීර්යක් තරංග වල වේගය v,

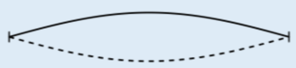
$$v = \sqrt{\frac{T}{m}}$$

$T \Rightarrow$ තන්තුවේ ආතතිය

$m \Rightarrow$ රේඛීය ඝනත්වය

✶ කම්බියක්, අප්‍රත්‍යස්ත තන්තුවක් දිගේ තීර්යක් තරංගයක වේගය එහි සලකන දිග මත රඳා නොපවතී.

ස්ථාවර තරංග රටා

නම	හැඩය	ප්‍රසංවාදයේ නම
මූලික ස්වරය(f_0)		f_0- පළමු ප්‍රසංවාදය
පළමු උපරිතානය (f_1)		$2f_0$- දෙවන ප්‍රසංවාදය
දෙවන උපරිතානය (f_2)		$3f_0$- තෙවන ප්‍රසංවාදය

✶ n වන උපරිතානයේ පුඩු $(n+1)$ ඇත.

✶ එය $(n+1)$ වන ප්‍රසංවාදයයි.

✶ $f_n = (n+1)f_0$

✶ $f_n = \frac{mqvq\,.Kk}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}}$

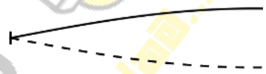
මාධ්‍යයක් තුළ අන්වායාම තරංගවල වේගය v,

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

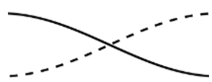
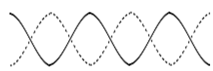
$E \Rightarrow$ මාධ්‍යයේ යංමාපාංකය
$\rho \Rightarrow$ මාධ්‍යයේ ඝනත්වය

දණ්ඩක ඇතිවන අන්වායාම ස්ථාවර තරංග රටා

කෙළවරක් කලම්ප කළ දඬු

නම	හැඩය	ප්‍රසංවාදයේ නම
මූලික ස්වරය(f_0)		$f_0 = \frac{1}{4l}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$
පළමු උපරිතානය (f_1)		$f_1 = \frac{3}{4l}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$
දෙවන උපරිතානය (f_2)		$f_2 = \frac{5}{4l}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$

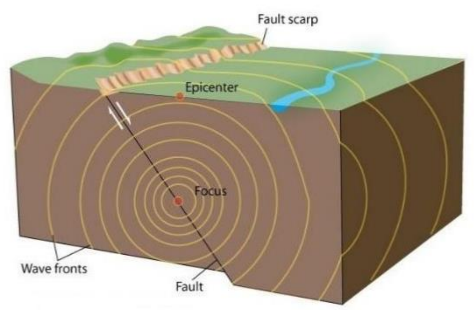
මැදින් කලම්ප කළ දඬු

නම	හැඩය	$f = \frac{v}{\lambda}$
මූලික ස්වරය(f_0)		$f_0 = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$
පළමු උපරිතානය(f_1)		$f_1 = \frac{3}{2l}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$
දෙවන උපරිතානය(f_2)		$f_2 = \frac{5}{2l}\sqrt{\frac{E}{\rho}}$

භූ කම්පන තරංග

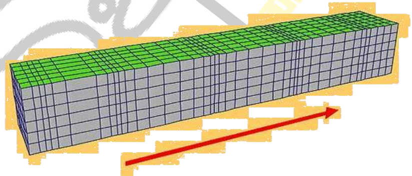
නාභිය සහ අපිකේන්ද්‍රය

නාභිය - භූ කම්පනය හටගන්නා ස්ථානය
අපිකේන්ද්‍රය - නාභියට කෙළින්ම ඉහළින් පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත ඇති ලක්ෂය

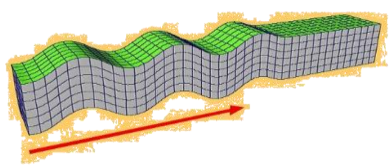


භූ කම්පන තරංග
- පෘථිවි අභ්‍යන්තර/දේහ තරංග
  - *P* තරංග
  - *S* තරංග
- පෘෂ්ඨික/මතුපිට තරංග
  - ලෝව් තරංග
  - රේලි තරංග

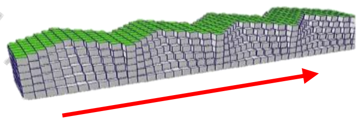
P තරංග



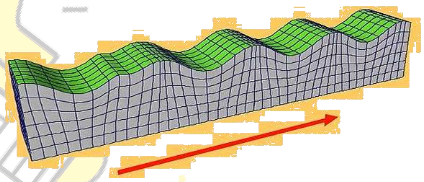
S තරංග



ලෝව් තරංග



රේලි තරංග



***P* තරංග**

- ✶ අන්වායාම තරංග වේ.
- ✶ වේගවත්ම භූ කම්පන තරංගයයි.
- ✶ ඝන පාෂාන සහ පෘථිවියේ ද්‍රව ස්ථර තුළින්ද ගමන් කරයි.

***S* තරංග**

- ✶ ඝන පාෂාන තුළින් පමණක් ගමන් කරයි.
- ✶ තීර්යක් තරංග වේ.

ලෝව් තරංග

- ✶ පෘෂ්ඨික තරංග අතරින් වේගවත්ම තරංගයයි.
- ✶ ලෝව් තරංග මගින් පොළොව පැත්තෙන් පැත්තට ගමන් කරයි.

රේලි තරංග

- ✶ මේවා මගින් පෘථිවි පෘෂ්ඨය මත රැලි ඇති කිරීමකට භාජනය කරයි.

තරංග වල වේගය වැඩිවේ.

←

P තරංග S තරංග ලෝව් තරංග රේලි තරංග

වායු මාධ්‍යයක් තුළ ධ්වනි තරංග වල ප්‍රවේගය

වායුවක් තුළ ධ්වනි ප්‍රවේගය v,

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

P = වායුවේ පීඩනය
ρ = වායුවේ ඝනත්වය
γ = වායුවේ ප්‍රධාන විශිෂ්ට තාප ධාරිතා අතර අනුපාතය

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$$

පරිපූර්ණ වායු සමීකරණය භාවිතයෙන්,

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}}$$

බව පෙන්විය හැක.

$v \, \alpha \, \sqrt{T}$,

දෙනලද වායුවක හෝ වායු මිශ්‍රණයක හෝ ධ්වනි ප්‍රවේගය එහි නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයේ වර්ගමූලයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

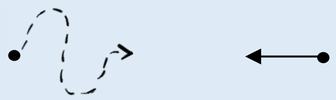
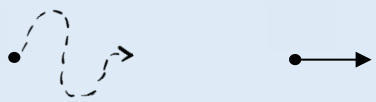
ධ්වනි තරංග – Sound Waves

ඩොප්ලර් ආචරණය

- ධ්වනි ප්‍රභවයක් හා නිරීක්ෂකයෙක් අතරේ සාපේක්ෂ චලිතයක් පවතින විට නිරීක්ෂකයා ශ්‍රවණය කරන සංඛ්‍යාතය හෙවත් දෘෂ්‍ය සංඛ්‍යාතය ප්‍රභවයෙන් නිකුත් කරන සත්‍ය සංඛ්‍යාතයට වඩා වෙනස් වීමේ සංසිද්ධිය ඩොප්ලර් ආචරණයයි.

- ධ්වනි ප්‍රවේගය වෙනස් වීම කෙරෙහි බලපාන්නේ නිරීක්ෂකයාගේ චලිතයයි. ප්‍රභවයේ චලිතය බලපාන්නේ නැත.

- තරංග ආයාමය වෙනස් වීම කෙරෙහි බලපාන්නේ ප්‍රභවයේ චලිතයයි. නිරීක්ෂකයාගේ චලිතය බලපාන්නේ නැත.

චලිත අවස්ථාව	දෘෂ්‍ය සංඛ්‍යාතය (f')
අචල ප්‍රභවය දෙසට නිරීක්ෂකයාගේ චලිතය 	$f' = \left(\frac{v+u_0}{v}\right) f_0$
අචල ප්‍රභවයෙන් ඉවතට නිරීක්ෂකයාගේ චලිතය 	$f' = \left(\frac{v-u_0}{v}\right) f_0$
අචල නිරීක්ෂකයා දෙසට ප්‍රභවයේ චලිතය	$f' = \left(\frac{v}{v-u_s}\right) f_0$
අචල නිරීක්ෂකයාගෙන් ඉවතට ප්‍රභවයේ චලිතය	$f' = \left(\frac{v}{v+u_s}\right) f_0$

S - *Source* -ප්‍රභවය
O - *Observe* -නිරීක්ෂකයා

- නිරීක්ෂකයා හා ප්‍රභවය එකිනෙකට ළංවන විට සංඛ්‍යාතය වැඩි වී ද ඈත් වන විට අඩු වී ද ඇසේ.

$$f' = \left(\frac{\text{නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ධ්වනියේ ප්‍රවේගය}}{\text{ප්‍රභවයට සාපේක්ෂව ධ්වනියේ ප්‍රවේගය}}\right) f_0$$

ඩොප්ලර් ආචරණයේ යෙදීම්

- වාහන වල වේගය මැනීම සඳහා රථ වාහන පොලීසිය යොදාගන්නා රේඩාර් උපකරණය
- වෛද්‍ය විද්‍යාවේදී අතිධ්වනි තරංග යොදා ගනිමින් රුධිර සෛල වල වේගය මැනීම.
- මව්කුස සිටින දරුවෙකුගේ හෘද ස්පන්දන වේගය නිර්ණය කිරීම.
- සූක්ෂම තරංග භාවිතයෙන් අභස් යානා සහ චන්ද්‍රිකා වල වේගය මැනීම..