අ.පො.ස. (උසස් පෙළ)

භෞතික විද්‍යාව

12 ශ්‍රේණිය

සම්පත් පොත

3 ඒකකය - දෝලන හා තරංග

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

භෞතික විද්‍යාව
සම්පත් පොත
12 ශ්‍රේණිය
03 ඒකකය- දෝලන හා තරංග

පළමු මුද්‍රණය - 2020

ISBN 978 - 955 - 654 -883 - 9

විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
විද්‍යා හා තාක්ෂණ පීඨය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ප්‍රකාශනය: මුද්‍රණාලය
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම

මුද්‍රණය: සිසාරා ප්‍රින්ට්වේ ප්‍රයිවට් ලිමිටඩ්
නො. 110, පාගොඩ පාර,
පිටකෝට්ටේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්ගේ පණිවිඩය

සාමාන්‍ය අධ්‍යාපනයේ ගුණාත්මකභාවය වර්ධනය කිරීම සඳහා ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් වරින් වර අවස්ථානුකූලව විවිධ පියවර ගනු ලැබේ. අදාළ විෂය සඳහා සම්පත් පොත් සකස් කිරීම එවන් එක් පියවරකි.

12 සහ 13 ශ්‍රේණිවල විෂය නිර්දේශය සහ ගුරු අත්පොත් මගින් යෝජිත ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීම් ක්‍රියාවලිය සාර්ථකව ක්‍රියාත්මක කිරීම සඳහා සහාය කර ගනු පිණිස මේ අතිරේක කියවීම් පොත ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය විසින් සකස් කර ඇත.

මේ ග්‍රන්ථය මඟින් විෂය නිර්දේශයට අදාළ විෂය කරුණු සැපයීම ඔස්සේ විෂය සන්ධාරය ඉගෙනීමට සිසුන්ට ද පහසුකම් සැපයෙනු ඇත.

මෙය සම්පාදනය කිරීමට සම්බන්ධ වූ ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ කාර්ය මණ්ඩලයට හා බාහිර විෂය විශේෂඥයන්ට මාගේ කෘතඥතාව පළ කරමි.

ආචාර්ය ටී.ඒ.ආර්.ජේ. ගුණසේකර
අධ්‍යක්ෂ ජනරාල්
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මහරගම.

අධ්‍යක්ෂවරයාගේ පණිවිඩය

2017 වර්ෂයේ සිට ශ්‍රී ලංකාවේ සාමාන්‍ය අධ්‍යාපන පද්ධතියේ අ.පො.ස (උසස් පෙළ) සඳහා තාර්කීකරණයට ලක් කළ නව විෂයමාලාවක් ක්‍රියාත්මක වේ. ඉන් අදහස් වන්නේ මෙතෙක් පැවැති විෂයමාලාව යාවත්කාලීන කිරීමකි.

මෙම කාර්යයේ දී අ.පො.ස (උසස් පෙළ) රසායන විද්‍යාව, භෞතික විද්‍යාව හා ජීව විද්‍යාව යන විෂයවල විෂය සන්ධාරයේත්, විෂය ආකෘතියේත්, විෂයමාලා ද්‍රව්‍යවලත් යම් යම් සංශෝධන සිදු කළ අතර ඊට සමගාමීව ඉගෙනුම්-ඉගැන්වීමේ ක්‍රමවේදයේත්, ඇගයීම් හා තක්සේරුකරණයේත් යම් යම් වෙනස්වීම් අපේක්ෂා කරන ලදි. විෂයමාලවේ අඩංගු විෂය කරුණුවල ප්‍රමාණය විශාල වශයෙන් අඩු කරන ලද අතර, ඉගෙනුම් ඉගැන්වීමේ අනුක්‍රමයේ යම් යම් වෙනස්වීම් ද සිදු කරන ලදි. පැවති විෂයමාලා ද්‍රව්‍යයක් වූ ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහය වෙනුවට ගුරු අත්පොතක් හඳුන්වා දෙන ලදි.

පෙර පැවති ගුරු මාර්ගෝපදේශ සංග්‍රහයේ ඉගෙනුමට අපේක්ෂිත විෂය කරුණු පෙළගස්වා තිබුණු අතර, අලුතෙන් හඳුන්වා දුන් ගුරු අත්පොතෙහි විෂය කරුණු කිසිවක් ඇතුළත් කර නැත. ගුරු අත්පොත මඟින් ගුරුභවතුන්ට සිය ඉගෙනුම් අවස්ථා සැලසුම් කිරීම හා ඇගයීම යන ක්‍රියාවලි සඳහා පමණක් අත්වැල සපයා ඇත.

ගුරු අත්පොතෙහි ඉගෙනුම් ඵල මඟින් විෂය සීමා හඳුන්වා දී තිබුණ ද සමස්තයක් ලෙස විෂය කරුණුවල සීමා හඳුනා ගැනීමට ගුරු අත්පොත පමණක් ප්‍රමාණවත් නොවීමට ඉඩ ඇත. එබැවින් විෂය සන්ධාරය සරලව විස්තර කෙරෙන පරිශීලන ග්‍රන්ථයක අවශ්‍යතාව මතු විය. මේ ග්‍රන්ථය ඔබ අතට පත් වන්නේ අවශ්‍යතාව සපුරාලීමට ගත් උත්සාහයක ප්‍රතිඵලයක් ලෙස ය.

උසස් පෙළ විද්‍යා විෂය සඳහා ඉංග්‍රීසි භාෂාවෙන් සම්පාදිත අන්තර්ජාතික වශයෙන් පිළිගත් ග්‍රන්ථ පරිශීලනය කිරීම පසුගිය විෂයමාලා ක්‍රියාත්මක කිරීමේ දී අත්‍යවශ්‍ය විය. එහෙත් විවිධ පෙළපොත් භාවිත කිරීමේ දී පරස්පර විෂය කරුණු සඳහන් වීමත්, දේශීය විෂයමාලාවේ සීමා අබිබවා ගිය විෂය කරුණු ඒවායේ ඇතුළත් වීමත් නිසා ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට එම ග්‍රන්ථ පරිහරණය පහසු වූයේ නැත.

එබැවින් මේ ග්‍රන්ථය මඟින් දේශීය විෂයමාලාවේ සීමාවලට යටත්ව සිය මවුභාෂාවෙන් අදාළ විෂය සන්ධාරය පරිහරණය කිරීමට සිසුන්ට අවස්ථාව සලසා ඇත. එමෙන් ම විවිධ ග්‍රන්ථ, අතිරේක පන්ති වැනි මූලාශ්‍රයවලින් අවශ්‍ය තොරතුරු සොයා ගැනීම වෙනුවට, විෂයමාලාව මඟින් අපේක්ෂිත තොරතුරු ගුරුභවතුන්ට හා සිසුන්ට නිවැරදිව ලබා ගැනීමට වේ. ග්‍රන්ථය උපකාර වනු ඇත.

විෂය සම්බන්ධ විශේෂඥ ගුරුභවතුන් හා විශ්වවිද්‍යාල ආචාර්යවරුන් විසින් සම්පාදිත මේ ග්‍රන්ථය ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනයේ විෂයමලා කමිටුවෙන් ද අධ්‍යයන මණ්ඩලයෙන් ද පාලක සභාවෙන් ද අනුමැතිය ලබා ඔබ අතට පත් වන බැවින් ඉහළ ප්‍රමිතියෙන් යුතු බව නිර්දේශ කළ හැකි ය.

ආචාර්ය ඒ.ඩී. අසෝක ද සිල්වා
අධ්‍යක්ෂ
විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව
ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අනුශාසකත්වය

ආචාර්ය ටී. ඒ. ආර්. ජේ. ගුණසේකර

අධ්‍යක්ෂ ජනරාල් - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

මෙහෙයවීම

ආචාර්ය ඒ. ඩී. අසෝක ද සිල්වා

අධ්‍යක්ෂ, විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ආර්. එස්. ජේ. පී. උඩුපෝරුව

හිටපු අධ්‍යක්ෂ - විද්‍යා දෙපාර්තමේන්තුව

ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

අභ්‍යන්තර සංස්කාරක මණ්ඩලය:

පී. මලවිපතිරණ - ජ්‍යෙෂ්ඨ කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ආචාර්ය එම්. එල්. එස්. පියතිස්ස - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

ආර්. ඒ. අමරසිංහ මෙණෙවිය - සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

එම්. ආර්. පී. අයි. ජේ. හේරත් මිය - හිටපු සහකාර කථිකාචාර්ය, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

බාහිර සංස්කාරක මණ්ඩලය

ආචාර්ය අයි. කේ. පෙරේරා - භෞතික විද්‍යාව පිළිබඳ හිටපු ජ්‍යෙෂ්ඨ මහාචාර්ය, සබරගමුව විශ්වවිද්‍යාලය

මහාචාර්ය එස්. ආර්. ඩී. රෝසා - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

මහාචාර්ය එල්. ආර්. ඒ. කේ. බණ්ඩාර - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලය

ආචාර්ය පී. ඩබ්. එස්. කේ. බණ්ඩාරනායක - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, පේරාදෙණිය විශ්වවිද්‍යාලය

ආචාර්ය එම්. කේ. ජයනන්ද - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

මහාචාර්ය ජේ. සී. එන්. රාජේන්ද්‍ර - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, විවෘත විශ්වවිද්‍යාලය

මහාචාර්ය ඩී. ඩී. එන්. බී. දයා - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, කොළඹ විශ්වවිද්‍යාලය

ආචාර්ය ජේ. ඒ. පී. බෝධික - භෞතික විද්‍යා අධ්‍යයනාංශය, රුහුණු විශ්වවිද්‍යාලය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ලේඛක මණ්ඩලය:

ඩී. එස්. විතානච්චි	-	හිටපු ප්‍රධාන ව්‍යාපෘති නිලධාරි, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
බී. ඒ. තිලකරත්න	-	හිටපු ශ්‍රී ලංකා අධ්‍යාපන පරිපාලන සේවය හිටපු ව්‍යාපෘති නිලධාරි, ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
එච්. එස්. කේ. විජයතිලක	-	හිටපු ශ්‍රී ලංකා අධ්‍යාපන පරිපාලන සේවය

භාෂා සංස්කරණය : ජයත් පියදසුන්
ප්‍රධාන උපකර්තෘ - සිළුමිණ, ලේක්හවුස්

කවරය හා පරිගණක සැකසුම : ආර්. ආර්. කේ. පතිරණ මිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

විවිධ සහාය : ඩබ්. පී. පී. වීරවර්ධන මිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
මංගල වැලිපිටිය - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය
රංජිත් දයාවංශ - ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පටුන **පිටු**

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පළමු වන පරිච්ඡේදය

දෝලන

හැඳින්වීම

ඔන්චිල්ලාවක ඔබ මොබ පැද්දීම ඔබ අත්විඳ ඇති සිද්ධියකි. යම් මධ්‍ය ලක්ෂ්‍යයක් වටා සිදු වන මේ පැද්දීම දෝලනයක් යැයි හඳුන්වමු. මේ පරිච්ඡේදයේ දී අප බලාපොරොත්තු වන්නේ එවැනි චලිතයක් සවිස්තරව සාකච්ඡා කිරීමකි. එක් කෙළවරකින් කලම්ප කරන ලද කියත් පටියක, එසේ නැත් නම් සරසුල් දූත්තක දෙපසට සිදු වන පැද්දීම අප බොහෝ විට නිරීක්ෂණය කර ඇත. සම්පූර්ණ වස්තුව ම පැද්දීමකට ලක් වන බැවින් මේවා කම්පන යනුවෙන් හැඳින්වේ. මෙහි දී මුළු වස්තුව ම එක ම සංඛ්‍යාතයකින් එහෙත් වස්තුවේ එක් එක් කොටස් විවිධ විස්තාරවලින් යුතුව කම්පනවලට භාජනය වේ.

ආවර්තක චලිත

සමාන කාල අන්තරවලින් පසු නැවත නැවතත් එම චලිතය ම සිදු කරන චලිත ආවර්තක චලිත වේ.

උදා. : සූර්යා වටා සියලු ග්‍රහලෝකවල චලිත

දෝලිත චලිත

යම් අචල ලක්ෂ්‍යයක් වටා නැවත නැවතත් සිදු වන ඔබ මොබ චලිත දෝලිත චලිත වේ.

උදා. : තොටිල්ල, ඔංචිල්ලාව

සරල අනුවර්ති චලිතය

සරල රේඛීය මාර්ගයක දෝලනය වන වස්තුවක ත්වරණය සෑම විට ම එහි පථයේ පිහිටි අචල ලක්ෂ්‍යයක් වෙත යොමුව, එය ඉහත ලක්ෂ්‍යයේ සිට ඇති දුරට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ නම් වස්තුවේ චලිතය සරල අනුවර්ති වේ.

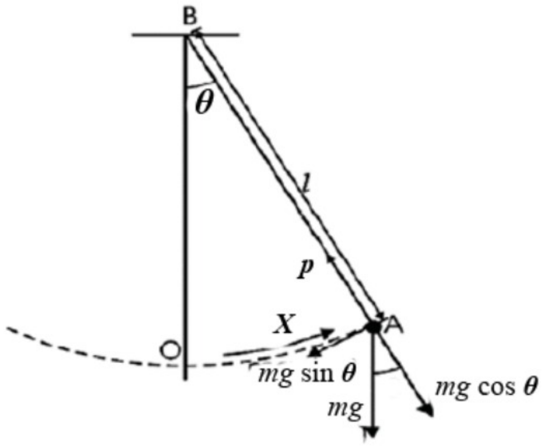
සරල අනුවර්ති චලිතයේ ලාක්ෂණික

1. චලිතය ආවර්ති වේ.
2. වස්තුවේ ත්වරණය විස්ථාපනයට සමානුපාතික වේ.
3. ත්වරණය සමතුලිතතා පිහිටුම වෙත යොමු වේ.

සරල අනුවර්ති චලිතය පිළිබඳ සෛද්ධාන්තික අධ්‍යයනයකට පෙර එය ගුණාත්මකව විමසා බැලීම සුදුසු වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සැහැල්ලු අවිතන්‍ය තන්තුවකින් එල්ලන ලද බට්ටකුගෙන් සමන්විත අවලම්බයක කුඩා දෝලන සලකමු. තන්තුවේ නිදහස් කෙළවර B නමැති අචල ලක්ෂ්‍යයකට සම්බන්ධ කර ඇත. බට්ටා මඳක් පැත්තකට ඇද මුදා හළ විට එය වෘත්ත චාපයක් ඔස්සේ සිරස් තලයක ඔබ-මොබ දෝලනය වේ. බට්ටාගේ සිදු වන මේ දෝලන චලිතය නිරීක්ෂණය කරමු. බට්ටා A නමැති එක්තරා ලක්ෂ්‍යයක පිහිටන විට චාපය OA = x හා OBA කෝණය θ ලෙස ගනිමු. බට්ටා මත ක්‍රියා කරන බල තන්තුවේ ආතතිය P හා බර mg රූපයේ පෙන්වා ඇත.



1.1 රූපය - සරල අවලම්බයක චලිතය

A හිදී අඳින ලද ස්පර්ශකය ඔස්සේ බට්ටාගේ බරේ සංරචකය $mg \sin \theta$ වේ. මෙය O දෙසට ක්‍රියා කරන අසංතුලිත ප්‍රතිපාදන බලයයි.

බට්ටාගේ චලිත සමීකරණය $mg \sin \theta = ma$ ලෙස ලිවිය හැක ය.

මෙහි a යනු A හිදී ඇඳි ස්පර්ශකය ඔස්සේ බට්ටාගේ ත්වරණයයි. ($\theta < 10^0$) $\sin\theta \cong \theta(rad)$ නිසා ඉහත සමීකරණය මෙසේ ලිවිය හැකි ය.

$$-mg\theta = ma$$
$$-mg\frac{x}{l} = ma$$
$$a = -\frac{g}{l}x$$
$$a = -\omega^2 x$$
$$\omega^2 = \frac{g}{l}$$

කුඩා විස්තාර සඳහා සරල අනුවර්ති චලිතයේ හැසිරීම මෙමඟින් නිරූපණය වේ.

බට්ටාගේ දෝලන ආවර්ත කාලය T නම්,

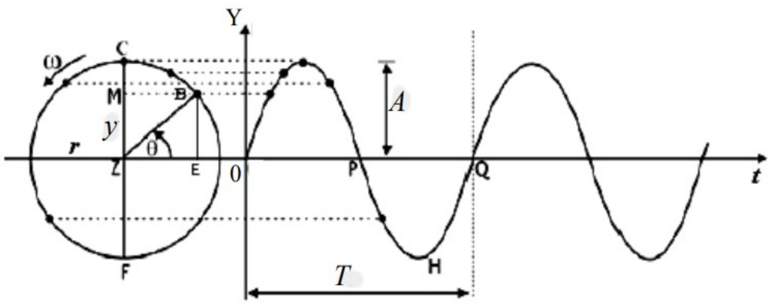
$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

බට්ටාගේ එක් පිහිටීමක් සැලකූ විට T අගය නියතයක් වේ. එබැවින් මෙහි T රඳා පවතිනුයේ බට්ටා අවලම්බනය කර ඇති තන්තුවේ දිග මත පමණි. දෝලනය වන බට්ටාගේ විස්තාරය වාතයේ ඇති ප්‍රතිරෝධය හේතුවෙන් ක්‍රමයෙන් අඩු වීමකට ලක් වේ. මේ සම්බන්ධතාව පළමුව සත්‍යාපනය කරන ලද්දේ ගැලීලියෝ විසිනි. මෙහි දී ඔහු ඔහුගේ නාඩි වැටීමේ වේගය කාලය මැනීම සඳහා භාවිත කර ඇත.

සරල අනුවර්ති චලිතයට සම්බන්ධ සමීකරණ

අරය r හා කේන්ද්‍රය Z වූ වෘත්තයක් ඔස්සේ ω ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයකින් චලනය වන වස්තුවක් සලකමු. CZF යනු අචල විෂ්කම්භයකි. චලනය වන වස්තුවේ සිට මේ විෂ්කම්භයට B හිදී අඳින ලද අභිලම්බයේ මූලය M, Z සිට C ට චලනය වී, නැවත Z ට පැමිණ F වෙත ගොස් Z වෙත නැවත පැමිණේ. ඒ කාලය තුළ වස්තුව O සිට වෘත්තය ඔස්සේ එක් වරක් වාමාවර්තව චලනය වේ. මේ අවස්ථාවේ දී CZF විෂ්කම්භයට අඳින අභිලම්බයේ මූලය M, CZF ඔස්සේ සිදු කරන ඔබ මොබ චලිතය සරල අනුවර්තී චලිතයක් ලෙස හැඳින්විය හැකි ය.

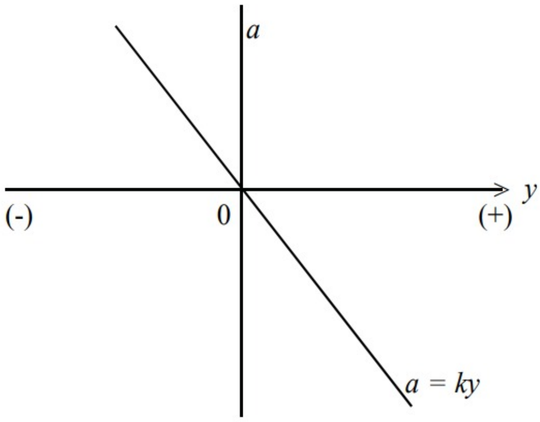


1.2 රූපය- සරල අනුවර්තී වක්‍ර

වෘත්තයක පථය ඔස්සේ චලනය වන වස්තුවේ පිහිටීම B හි දී CZ ඇඳි අභිලම්බයේ පාදය M, CF රේඛාව ඔස්සේ දෝලිත චලිතයක් සිදු කරයි. මේ දෝලිත චලිතය සරල අනුවර්ති චලිතයකි. වස්තුව වෘත්තයක වෙනුවට ඉලිප්සයක හෝ වෙනත් එවැනි හැඩයක් ඇති පථයක ගමන් කරයි නම්, චලිතය දෝලිත වුවත් සරල අනුවර්තීය නොවන්නේ ය. වස්තුව B පිහිටීමේ ඇති විට වස්තුවේ ත්වරණය $\omega^2 r$, BZ අරය ඔස්සේ ක්‍රියා කරයි. එවිට M ගේ ත්වරණය Z දෙසට $\omega^2 r \sin\theta$ වේ. මෙහි EZB කෝණය θ ලෙස ගෙන ඇත. $r\sin\theta = MZ = y$ ලෙස ලිවීමෙන් M ගේ ත්වරණය Z දෙසට $\omega^2 y$ වේ. මෙහි ω^2 නියතයක් නිසා

Z දෙසට M ගේ ත්වරණය $\propto$ Z සිට M ඇති දුර. $(a \propto y)$

මේ ත්වරණය Z දෙසට යොමුව ඇති නිසා ගණිතමය වශයෙන් ප්‍රකාශ කළ විට Z දෙසට ත්වරණය $= -\omega^2 y$, ත්වරණය a හා විස්ථාපනය y අතර ප්‍රස්තාරයට සෘණ අනුක්‍රමණයක් ඇත.



1.3 රූපය - y එදිරියෙන් a ගේ ප්‍රස්තාරය

කාලාවර්තය

අභිලම්බයේ පාදය C සිට F දක්වා චලිතය වී නැවත C වෙත පැමිණීමට ගත වන කාලය කාලාවර්තය (T) නම් වේ. මේ කාලාන්තරය තුළ වෘත්තය වටා යන වස්තුව පූර්ණ වටයක් සිදු කරයි. සිදු කළ කෝණික විස්ථාපනය 2π හා කෝණික ප්‍රවේගය ω නම්,

දෝලන කාලාවර්තය $\boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$ ලිවිය හැකි ය.

CZ හෝ ZF යනු අභිලම්බයේ පාදයට ඇති උපරිම දුර, චලිත විස්තාරය නම් වේ. මේ අවස්ථාව සඳහා එය වෘත්තයේ අරය වන $ZC = r = A$ ට සමාන වේ. අභිලම්බයේ පාදය M ට Z සිට ඇති දුර කාලය සමග කෙසේ වෙනස් වන්නේ දැයි විමසා බලමු. ඉහත සඳහන් කළ වස්තුව O ලක්ෂ්‍යයෙන් ආරම්භ වී ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයෙන් චලනය වේ. මීට අනුරූපව M හි චලිතය එනම් Y ඛණ්ඩාංකයේ අගය කාලය සමග සිදු වන වෙනස් වීම 1.2 රූපයේ ප්‍රස්තාරිකව නිරූපණය කර ඇත. මෙවැනි වක්‍රයකින්ද සරල අනුවර්ති චලිතයක් නිරූපණය කරයි. t කාලයකට පසු M ලක්ෂ්‍යයේ පිහිටීමට අනුරූප Y ඛණ්ඩාංකය

$$y = ZB \sin\theta$$

$$ZB = A \text{ සහ } \theta = \omega t$$

$$y = A \sin \omega t$$

මෙය ඉහත වක්‍රයේ සමීකරණය වන අතර එය සයිනාකාර හැඩයක් පෙන්නුම් කරයි. මේ චලිතයේ උපරිම විස්ථාපනය හෙවත් විස්තාරය A වේ. වස්තුව තත්පරයක් තුළ දී f වාරයක් වෘත්තය වටේ චලිත වන විට M ලක්ෂ්‍යය f වාරයක් CF දිගේ කම්පන ඇති කරයි. එනම් f මේ කම්පනයේ සංඛ්‍යාතය හෙවත් තත්පර එකක දී සිදු කරන කම්පන සංඛ්‍යාව වේ.

$T = \frac{1}{f}$ ලෙස ද ලිවිය හැකි ය.

කෝණික ප්‍රවේගය ω, කෝණික සංඛ්‍යාතය ලෙස ද හඳුන්වන අතර, $\omega = 2\pi f$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සරල අනුවර්ති චලිතයක යෙදෙන වස්තුවක ප්‍රවේගය

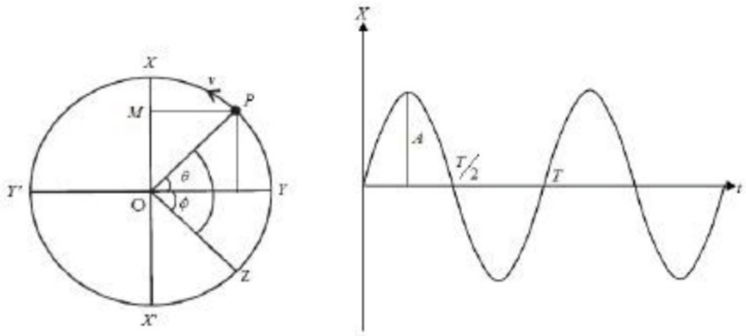
1.2 රූපයේ පෙන්වා ඇති ω ඒකාකාර කෝණික ප්‍රවේගයෙන් වෘත්ත චලිතයක යෙදෙන වස්තුවේ B නැමැති එක්තරා පිහිටුමක දී ප්‍රවේගය වන $r\omega$ වන අතර, එය Bට ඇදි ස්පර්ශකයේ දිශාවට යොමු වේ. මේ අවස්ථාවේ දී M ගේ ප්‍රවේගය FC ඔස්සේ ක්‍රියා කරයි. 1.2 රූපය බලන්න.

$v = A\omega\cos\theta$ හා $y = A\sin\theta$ ත්‍රිකෝණමිතිය භාවිතයෙන් $(\sin\theta)^2 + (\cos\theta)^2 = 1$

$$\left(\frac{y}{A}\right)^2 + \left(\frac{v}{A\omega}\right)^2 = 1$$

$$v^2 = \omega^2\left(A^2 - y^2\right)$$

$$v = \pm\omega\sqrt{A^2 - y^2}$$



1.4 රූපය - t ට ඉදිරියෙන් M ගේ x- ඛණ්ඩාංකයේ අගය දක්වෙන ප්‍රස්තාරය

සරල අනුවර්ති චලිතයක යෙදෙන වස්තුවක ඕනෑ ම මොහොතක දී ප්‍රවේගයේ අගය මේ සමීකරණයෙන් දක්වේ.

$y = 0$ වූ විට Mට උපරිම ප්‍රවේගයක් ලැබේ.

$y = \pm A$ වූ විට Mගේ ත්වරණය උපරිම වේ.

වස්තුවක Y ලක්ෂ්‍යයෙන් ආරම්භ නොවී 1.4 රූපයේ දක්වෙන පරිදි Z නම් වෙනත් ලක්ෂ්‍යයකින් පටන් ගන්නේ යැයි සැලකූ විට කාලය මැනීම ආරම්භ වන්නේ වස්තුව Z ලක්ෂ්‍යයෙන් ගමන් අරඹන මොහොතේ දී ය.

t කාලයක් තුළ දී වස්තුව සිදු කළ කෝණික විස්ථාපනය $= \omega t$

එනම් $Y\hat{O}P = Z\hat{O}P - Z\hat{O}Y = \omega t - \phi$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1.4 රූපයට අනුව t කාලයකට පසුව P හි ඛණ්ඩාංක $x = A\sin(\omega t-\phi)$ සහ $y = A\cos(\omega t-\phi)$ ලෙස දැක්විය හැකි ය. $(\omega t-\phi)$ කෝණය කම්පනයේ **කලාව** ලෙසත් $-\phi$ **කලා කෝණය (කාලාරම්භය)** ලෙසත් හැඳින්වේ.

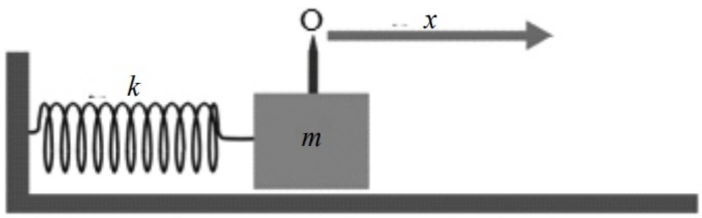
ඉහත සමීකරණ දෙක මඟින් කලා කෝණය ϕ ප්‍රමාණයකින් පසුපසට වී දෝලන ආරම්භ වූ අවස්ථාවක් නිරූපණය කරයි. එසේ ම කාලාරම්භය ϕ කෝණයකින් ඉදිරියෙන් දෝලන පටන් ගත් අවස්ථාවක $x = A\sin(\omega t+\phi)$ සහ $y = A\cos(\omega t+\phi)$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

කලාව

සරල අනුවර්ති චලිතයේ යෙදෙන වස්තුවක ඕනෑ ම මොහොතක පවත්නා පිහිටීම හා චලිත දිශාව පෙන්නුම් කරන අවස්ථාව කලාව ලෙස හැඳින්විය හැකි ය.

දෝලන පද්ධති - දුන්නක් හා ස්කන්ධයක් සහිත පද්ධතියක තිරස් චලිතය සඳහා සමීකරණය

ඝර්ෂණයක් නැති ව සරල රේඛාවක් දිගේ චලනය වන වස්තුවක් සලකා බලමු. 1.5 රූපයේ දක්වෙන පරිදි දුන්නක එක් කෙළවරක ස්කන්ධයක් සම්බන්ධ කර, අනෙක් කෙළවර අචල ලක්ෂ්‍යයකට සම්බන්ධ කර, සුමට තිරස් මේසයක් මත තබා ඇත.



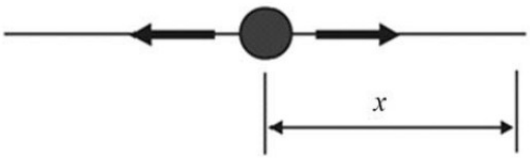
1.5 රූපය

මූල ලක්ෂ්‍යයේ දී එනම් $x = 0$ වන අවස්ථාවේ එහි පිහිටුම සමතුලිතතා පිහිටුම වෙයි. මෙහිදී දුන්න සම්පීඩනයකට හෝ ඇදීමකට හෝ භාජනය වී නැත. මේ වස්තුව x ධන දිශාවට විස්ථාපනය කළ විට දුන්නේ දිග වැඩි වීමක් සිදු වන අතර, වස්තුව මත සමතුලිතතා පිහිටුම දෙසට බලයක් ක්‍රියාත්මක වෙයි. වස්තුව වම් පැත්තට (x ඍණ දිශාවට) විස්ථාපනය කළ විට දුන්න සම්පීඩනයකට භාජනය වන අතර, වස්තුව මත සමතුලිතතා පිහිටුම දෙසට බලයක් ක්‍රියාත්මක වෙයි.

වස්තුව මත ක්‍රියා කරන අසංතුලිත බලය සෑම විට ම එය විස්ථාපනය වන දිශාවට විරුද්ධ වේ. දුන්න හුක් නියමය පිළිපදින්නේ නම් වස්තුව මත ඉහත බලය $F = -kx$ ලෙස ලිවිය හැකි ය. k යනු දුන්නේ දුනු නියතය වේ. වස්තුව දකුණු දෙසට x දුරක් විස්ථාපනය කර මුදාහැරිය විට දුන්න මඟින් ඇති කරන ප්‍රතිපාදන බලය නිසා ඒ බලයේ දිශාවට වස්තුව ත්වරණය වෙයි.

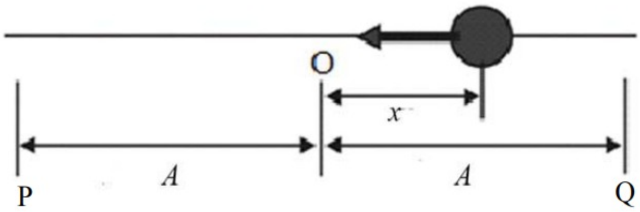
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ ත්වරණය නියත නොවන අතර, සමතුලිතතා පිහිටුම වෙත ළඟා වන විට ප්‍රතිපාදන බලය ක්‍රමයෙන් හීන වී යයි. සමතුලිතතා පිහිටුමේ දී බලය ශුන්‍ය වේ. එහෙත් වස්තුව අයත් කර ගෙන තිබූ චාලක ශක්තිය (ප්‍රවේගය) නිසා සමතුලිතතා පිහිටුමෙන් ඔබ්බට චලනය වීම ආරම්භ කරයි



1.6 රූපය

සමතුලිතතා පිහිටුම පසු කර යනවාත් සමඟ ම ප්‍රතිපාදන බලය නැවතත් දකුණු දෙසට යොමු වෙයි. වස්තුවේ චලිතය සමතුලිතතා පිහිටුම දෙපස $\pm A$ පරාසයකට සීමා වේ. ඝර්ෂණය හේතුවෙන් ශක්ති හානියක් සිදු නොවන්නේ නම් වස්තුවේ චලිතය ඒ ආකාරයෙන් ම පවත්වා ගනී. සියලු ආකාරයේ ඝර්ෂණ බල නැති ව සිදු වන මෙවැනි චලිත සරල අනුවර්ති චලිත ලෙස හැඳින්විය හැකි ය.



1.7 රූපය

පූර්ණ කම්පනයක් (පූර්ණ චක්‍රයක්) යනු Oගෙන් ආරම්භ වී P වෙත ගොස් නැවත O හරහා Q වෙත ළඟා වී නැවත O කරා පැමිණීමයි. විස්තාරය A යනු සමතුලිතතා පිහිටුමේ සිට ඇති කෙරෙන විස්ථාපනයේ උපරිම අගය වශයෙන් ගත හැකි ය.

ඉහත වස්තුවේ කම්පනය සැලකූ විට එක්තරා අවස්ථාවක O සිට එහි විස්ථාපනය x ගෙන් දක්වූ විට m ස්කන්ධය මත ක්‍රියාත්මක වන ප්‍රත්‍යාස්ථ ප්‍රතිපාදන බලය $-kx$ වන අතර, නිව්ටන් දෙවන නියමය මඟින්

$$F = -kx$$

$$ma = -kx$$

$a = \dfrac{-kx}{m}$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

$$a = \frac{-k}{m}x$$

$a = -\omega^2 x$ ලෙස ලිවිය හැකි ය.

$\omega^2 = \dfrac{k}{m}$ (මෙහි k යනු ධන නියතයකි)

x ට තිබිය හැකි උපරිම ධන අගය A වන විට ත්වරණයේ උපරිම අගයේ විශාලත්වය $\dfrac{kA}{m}$ වන අතර වස්තුව සමතුලිතතා පිහිටුම පසු කරන විට එනම් $x = 0$ වන විට ත්වරණය ශුන්‍ය වේ. ප්‍රත්‍යාස්ථ ප්‍රතිපාදන බල මඟින් කරන කාර්යය (විභව ශක්තිය) U වලින් දැක්විය හැකි ය.

$U=\frac{1}{2}kx^2$ එසේ ම චාලක ශක්තිය $K=\frac{1}{2}mv^2$ ශක්ති සංස්ථිතිය අනුව

මුළු ශක්තිය $E=K+U=$ නියතයකි.

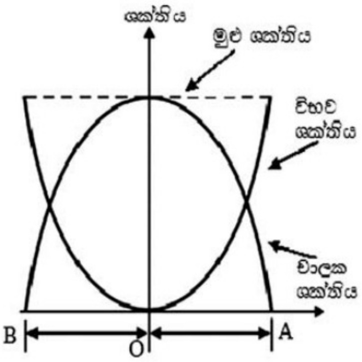
$$=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kx^2$$

මුළු ශක්තිය විස්තාරය ආශ්‍රයෙන් ප්‍රකාශ කළ විට එය $\frac{1}{2}kA^2$ වශයෙන් ලිවිය හැකි ය.

$$\therefore E=\frac{1}{2}mv^2+\frac{1}{2}kx^2=\frac{1}{2}kA^2$$

$$\therefore v=\pm\sqrt{\frac{k}{m}\left(A^2-x^2\right)}$$

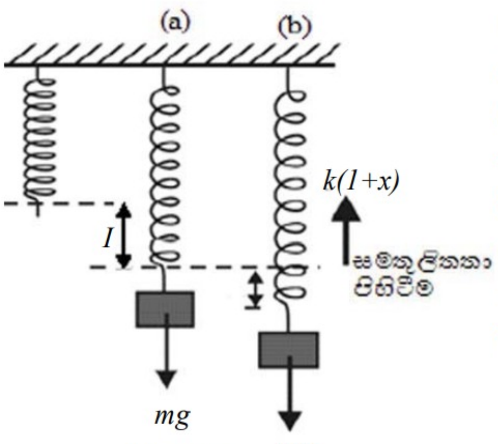
$$v=\pm\omega\sqrt{\left(A^2-x^2\right)}\text{, මෙහි } \omega=\sqrt{\frac{k}{m}}$$



1.8 රූපය - ශක්ති වක්‍ර

වස්තුවේ ඕනෑම පිහිටීමක දී ප්‍රවේගය මේ සම්බන්ධතාව මඟින් දැක්වේ. සරල අනුවර්ති චලිතයක විශේෂ ලක්ෂණයක් වන්නේ සංඛ්‍යාතය චලිත විස්තාරය මත රඳා නොපැවතීමයි. සරල අනුවර්ති චලිතයක යෙදෙන වස්තුවක චාලක ශක්තියේ හා විභව ශක්තියේ විචලනය 1.8 රූපයේ ඇති ප්‍රස්තාරය මඟින් නිරූපණය වේ.

දුන්නකින් එල්ලා ඇති ස්කන්ධයක දෝලන කාලාවර්තය



1.9 රූපය

1.9 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි දුන්නේ ඉහළ කෙළවර අචල ආධාරකයකට සම්බන්ධ කර පහළ කෙළවරට ස්කන්ධයක් ගැටගසා ඇත. ස්කන්ධය මඟින් ඇති කෙරෙන බලය නිසා දුන්න l ප්‍රමාණයකින් දික් වේ. දුනු නියතය k නම් හුක් නියමය පරිදි $mg=kl$ මේ ස්කන්ධය සමතුලිත පිහිටුමේ සිට x දුරක් පහතට ඇදී විට දුන්නේ ඇති වන ආතතිය ඉහළට $k\left(x+l\right)$ වෙයි.

ස්කන්ධය මත ඉහළට ක්‍රියා කරන අසංතුලිත ප්‍රතිපාදන බලය

$$F = k(l + x) - mg$$
$$F = kl + kx - kl = kx \qquad (mg = kl)$$

එම බලය නිසා එය ඉහළ පහළ දෝලනය වෙයි.

දුන්නෙහි විතතිය x වන විට දී m ස්කන්ධයට a ත්වරණයක් ඇතැයි සිතමු. එවිට නිව්ටන්ගේ දෙවන නියමය අනුව

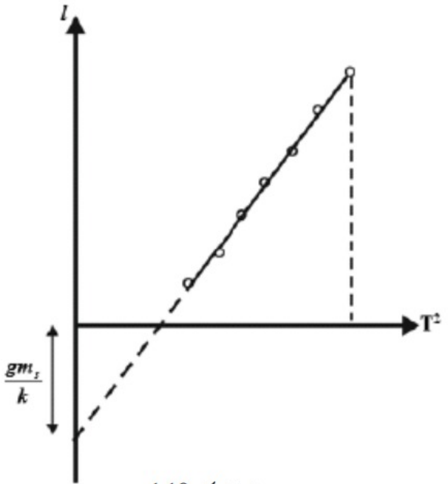
$$-kx = ma$$
$$a = -\frac{k}{m}x = -\omega^2 x$$

m ස්කන්ධය සරල අනුවර්ති චලිතයක යෙදෙන බව මේ සමීකරණයෙන් දැක්වේ.

ස්කන්ධයේ ආවර්ත කාලය $T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

සමීකරණයේ දෙපැත්ත ම වර්ග කිරීමෙන් $T^2 = \frac{4\pi^2 m}{k}$

මේ සමීකරණයෙන් අපේක්ෂිත පරිදි T^2 එදිරියෙන් l ගේ ප්‍රස්තාරය සරල රේඛාවක් වුවත් එය මූල ලක්ෂ්‍යය හරහා නොයයි. එයට හේතුව වන්නේ දුන්නේ ස්කන්ධයයි. දුන්නේ ක්‍රියාකාරි ස්කන්ධය m_s ලෙස ගත් විට,



1.10 රූපය

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(m + m_s)}{k}}$$

නමුත්, $mg = kl$

$$\therefore T^2 = \frac{4\pi^2}{k}\left(\frac{kl}{g} + m_s\right)$$

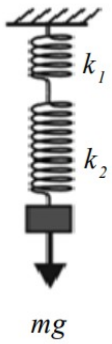
$$l = \frac{g}{4\pi^2}T^2 - \frac{gm_s}{k}$$

T^2 එදිරියෙන් l ප්‍රස්තාර ගත කළ විට ලැබෙන සරල රේඛාවේ අනුක්‍රමණය $\frac{g}{4\pi^2}$ වන අතර l අක්ෂය මත අන්තඃඛණ්ඩය $\frac{gm_s}{k}$ වෙයි. දුන්නේ ක්‍රියාකාරි ස්කන්ධය එහි සත්‍ය ස්කන්ධයෙන් $\frac{1}{3}$ ක් පමණ වන බව සෛද්ධාන්තිකව පෙන්වා දී ඇත. මෙවැනි අවස්ථාවක ආවර්ත කාලය රඳා පවතින්නේ m හා k මත පමණි. m හා k නියත බැවින් මේ පද්ධතිය සඳ මතට ගෙන ගිය ද ආවර්ත කාලයේ වෙනසක් සිදු නොවේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

සාමාන්තරව යෙදූ දුනු දෙකකින් යුත් පද්ධතියකින් එල්ලා ඇති ස්කන්ධයක දෝලන කාලාවර්තය

S_1 හා S_2 යන දුනුවල දුනු නියතයන් පිළිවෙළින් k_1 හා k_2 වශයෙන් සලකමු. S_1 දුන්නේ විතතිය x_1 හා S_2 දුන්නේ විතතිය x_2 නිසා පද්ධතියේ මුළු විතතිය $x = x_1+x_1$ වේ.



1.11 රූපය

$$mg = k_1x_1$$
$$mg = k_2x_2$$

සංයුක්තයේ දුනු නියතය k නම්

$$\frac{mg}{k} = \frac{mg}{k_1}+\frac{mg}{k_2} \qquad \frac{1}{k} = \frac{1}{k_1}+\frac{1}{k_2}$$

පද්ධතියේ දෝලන කාලාවර්තය

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$ සමීකරණය භාවිතයෙන් ගණනය කළ හැකි යි.

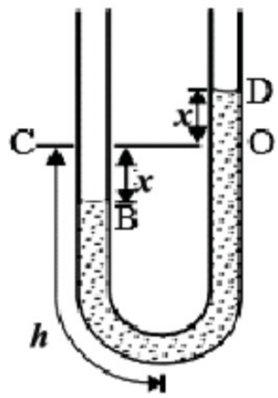
දුනු දෙක සර්වසම නම් $k_1 = k_2 = k$ වේ.

එවිට පද්ධතියේ දෝලන කාලාවර්තය

$T = 2\pi\sqrt{\frac{2m}{k}}$ මෙහි k යනු එක් දුන්නක දුනු නියතය වෙයි.

U නළයක තුළ වූ ද්‍රව ස්කන්ධයක සිදු වන දෝලන

ද්‍රව කඳක් ඇතුළත් U නළයක් සිරස්ව සවි කර ඇති ආකාරය 1.12 රූපයේ දැක්වේ. එක් බාහුවක කට පහළට සුළං පහරක් යොමු කිරීමෙන් ද්‍රව මට්ටම් ස්වකීය ආරම්භක පිහිටුම් වන O හා C ලක්ෂ්‍යයන් වටා දෝලනය වීමට පටන් ගනී. අවසානයේ දී එම මට්ටම් නිශ්චලතාවට පත් වේ. එක්තරා අවස්ථාවක දී වම් පැත්තේ බාහුවේ ද්‍රව මට්ටම D පිහිටීම ලබා ගන්නේ යයි සිතමු. නිශ්චලතා පිහිටුම් වන O ලක්ෂ්‍යයේ සිට D ට ඇති උස x වෙයි. එසේ ම දකුණු පැත්තේ බාහුවේ ද්‍රව මට්ටම ආරම්භක පිහිටුම වන C සිට x දුරක් පහළින් වූ B ලක්ෂ්‍යය වෙත ළඟා වෙයි.



1.12 රූපය

සම්පූර්ණ ද්‍රවය මත ඇති වන අමතර පීඩනය = $2x\rho g$ (මෙහි ρ යනු ද්‍රවයේ ඝනත්වයයි.)

ද්‍රවය මත බලය = *පීඩනය* $\times$ *නළයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය* = $2x\rho gA$

නළයේ හරස්කඩ වර්ගඵලය 'A' ඒකාකාර යයි උපකල්පනය කර ඇත.

නළය තුළ වූ ද්‍රවයේ ස්කන්ධය $= 2hA\rho$

$2h$ යනු නළය තුළ වූ ද්‍රව කඳේ මුළු දිග වේ. ද්‍රව ස්කන්ධයේ O හෝ C දෙසට ත්වරණය a ලෙස ගත් විට, $F = ma$ යෙදීමෙන්

$$-2x\rho gA = 2hA\rho a$$

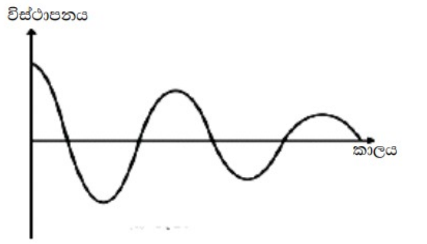
$$a = -\frac{g}{h}.x = -\omega^2 x, \quad \left(\omega^2 = \frac{g}{h}\right)$$

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi\sqrt{\frac{h}{g}}$$

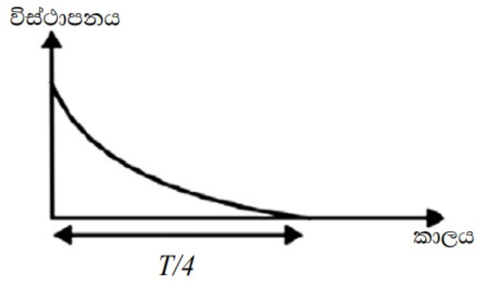
මෙහිදී සිදු වන කම්පන අධික පරිමන්දනයට භාජනය වේ.

පරිමන්දිත කම්පන

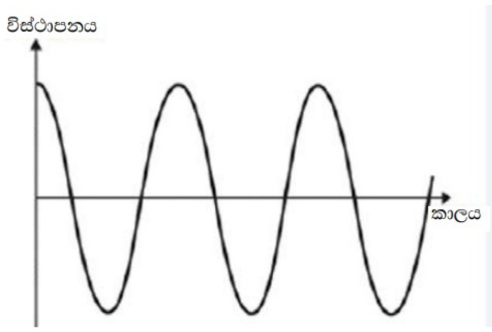
වාතයේ ප්‍රතිරෝධය නිසා සරල අවලම්බයක දෝලනවල විස්තාරය ක්‍රමයෙන් අඩු වී ශූන්‍ය වේ. මෙවැනි චලිත පූර්ණ සරල අනුවර්ති චලිත නොවන අතර, වාත ප්‍රතිරෝධය නිසා පරිමන්දනය වේ. පරිමන්දනයට භාජනය නොවන දෝලන නිදහස් දෝලන ලෙස හැඳින්වේ.



1.13 (a) රූපය - පරිමන්දිත කම්පන

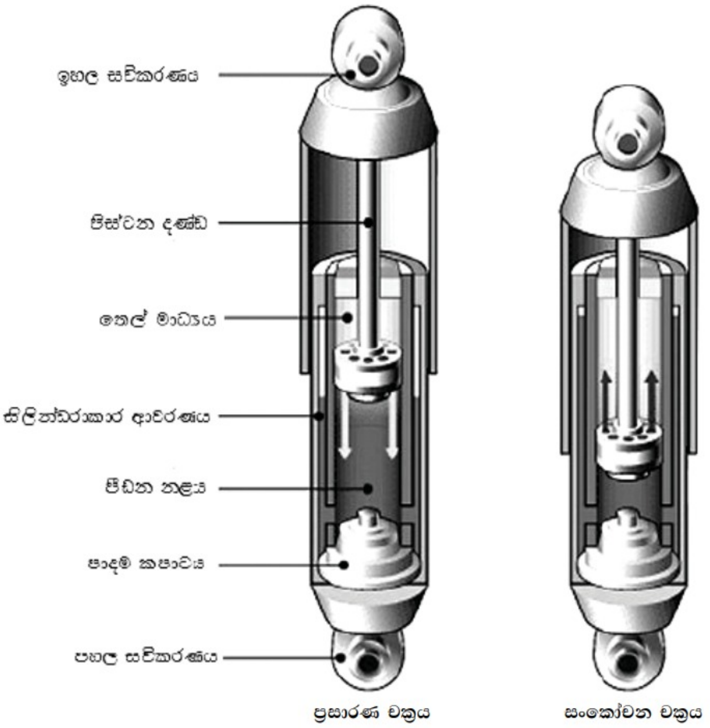


1.13 (b) රූපය - අවධි ලෙස පරිමන්දිත කම්පන



1.13 (c) රූපය - නිදහස් කම්පන

සරල අවලම්බයක බට්ටා ජල භාජනයක ගිල්වා දෝලනය කළ විට විස්තාරය ඉතා ඉක්මනින් අඩු වන බව නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. යම් පද්ධතියක සිදු වන විස්ථාපනය ශූන්‍යයට ළඟා වීමට ගත වන කාලය අවම නම් එම පද්ධතිය අවධි ලෙස පරිමන්දිත (Critically damped) පද්ධතියක් ලෙස හැඳින්වේ. මේ සංසිද්ධිය මෝටර් රථවල කම්පන වාරක (Shock absorbers) සඳහා භාවිත කර ඇති අතර මෙමඟින් අනවශ්‍ය කම්පන වළක්වාගත හැකි ය. මෝටර් රථවල පිස්ටනයේ එක් පැත්තක සිට අනෙක් පැත්තට සංක්‍රමණ නළය තුළින් ද්‍රවය ගලා යන විට ඇති වන දුස්ස්‍රාවී බල මඟින් අවලම්බිතවල (Suspenion) ඉහළ පහළ චලිතයට ප්‍රතිරෝධකයක් ඇති වේ. කම්පන ඇති නොවී මෝටර් රථය මුල් තත්ත්වයට පත් කරවීම එමඟින් සිදු වේ. නිදහස් කම්පන සඳහා ආවර්ත කාලය T නම් මෙවැනි කම්පන සඳහා විස්ථාපනය ශූන්‍ය වීමට ගත වන අවම කාලය $T/4$ පමණ වේ.

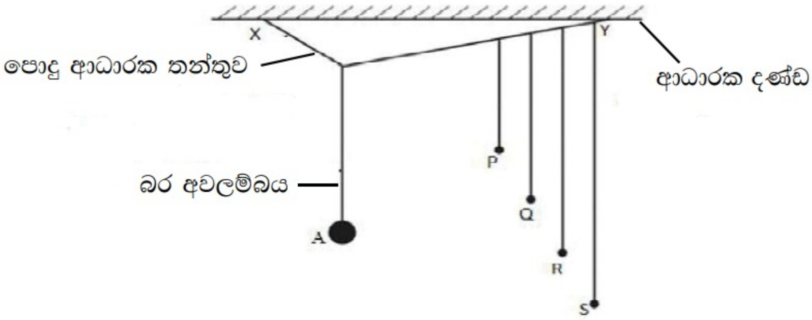


1.14 රූපය - මෝටර් රථවල කම්පන වාරකයේ ක්‍රියාව

කෘත කම්පන

යම් පද්ධතියක ඇති වන කම්පන බාහිර ආවර්ත බල හේතුවෙන් සිදු වන්නේ නම් එම කම්පන කෘත කම්පන ලෙස හැඳින්වේ. කෘත කම්පන ආදර්ශනය කිරීම සඳහා බාර්ටන් අවලම්බ යොදා ගත හැකි ය. මෙහි A නමැති අවලම්බය බරින් වැඩි ය. P, Q, R හා S අනෙකුත් අවලම්බ සැහැල්ලු ඒවා ය. A අවලම්බය කඩදාසියේ තලයට ලම්බකව එහි ස්වාභාවික සංඛ්‍යාතයෙන් දෝලනය වීමට සලස්වනු ලැබේ. එහි කම්පන ආධාරක තන්තුව වන X,Y හරහා අනෙකුත් අවලම්බවලට සංක්‍රමණය වීමෙන් ඒවා ද දෝලනය වීමට ආරම්භ වෙයි. මේ අවලම්බ කෘත දෝලන (Forced Oscillation) ඇති කරන්නේ යයි කියනු ලැබේ. මේ ක්‍රියාකාරකමේ නිරීක්ෂණ පහත ආකාරයට ඉදිරිපත් කළ

හැකි ය. සියලු අවලම්බ A අවලම්බයේ ස්වාභාවික සංඛ්‍යාතයෙන් කම්පනය වේ. R නැමැති අවලම්බයේ දිග සිට A ගේ දිගට සමාන බැවින් එහි විස්තාරය P, Q හා S අවලම්බවල විස්තාරයන්ට වඩා වැඩි ය. R, A සමඟ අනුනාද වන බව කිව හැකි ය. R ගේ චලිතය A ගේ ආවර්ත කාලයෙන් හතරෙන් එකක් පසුව සිදු වේ. P හා Q යන කෙටි අවලම්බ A සමග ආසන්න වශයෙන් සමකලාස්ථ වේ. S අවලම්බයේ චලිතය A ගේ ආවර්ත කාලයෙන් අර්ධයකින් පසුව සිදු වේ.



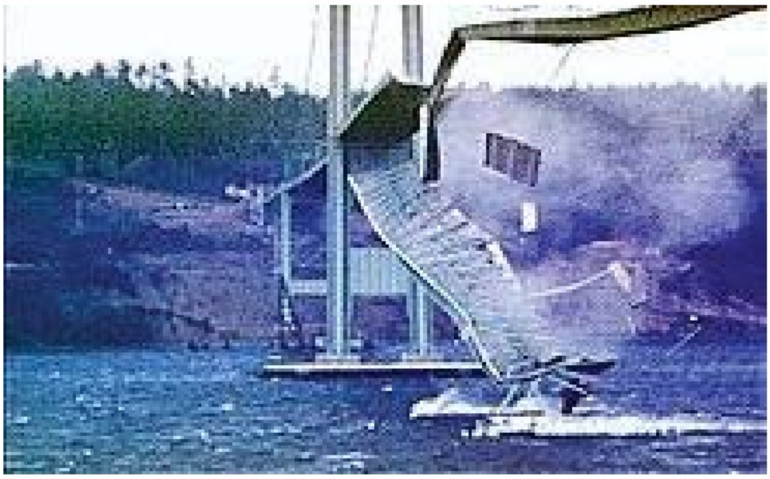
1.15 රූපය - බාර්ටන් අවලම්බ භාවිතයෙන් කෘත කම්පන අන්වේෂණය කිරීම

අනුනාද කම්පන

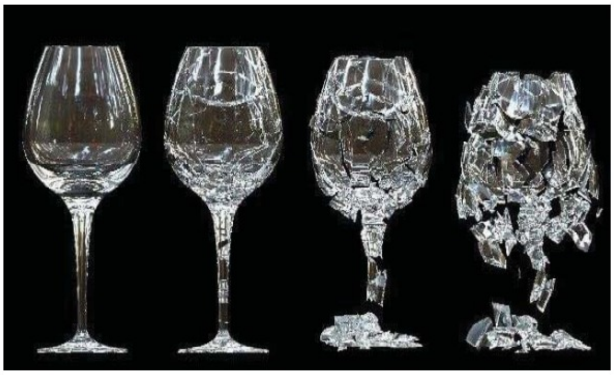
බාහිරින් ක්‍රියා කරන ආවර්ත බලයක සංඛ්‍යාතය චලිත වන පද්ධතියේ ස්වාභාවික සංඛ්‍යාතයට සමාන වූ විට අනුනාදය ඇති වේ. අනුනාද වන පද්ධතිය බාහිරින් උපරිම වශයෙන් ශක්තිය ලබා ගැනීම මේ අවස්ථාවේ දී සිදු වේ. භට පිරිසක් පාලමක් උඩින් ගමන් කරන විට එම පාලමේ ස්වාභාවික සංඛ්‍යාතයට සමාන වන අයුරින් සියලු පිරිස එකවර පාද තැබුවොත් විස්තාරය වැඩි වී පාලම බිඳ වැටීමට ඉඩ ඇත. මේ ආකාරයෙන් ගමන් නොකිරීම නිසා 1850 දී ප්‍රංස පාබල සේනාවක දෙසීයයකට අධික භට පිරිසක් ජීවිතක්ෂයට පත් වූහ. 1940 දී ඇමරිකාවේ (Tacoma Narrows) එල්ලෙන පාලම ආවර්තීය ලෙස හැමූ චණ්ඩ මාරුතයක් නිසා විනාශයට පත් වීම තවත් සිදු වීමකි. පතින පෝරුවක් මත සිටින කිමිදුම් කරුවෙක් ඔහුගේ පාදයෙන් පෝරුව කම්පනය කොට එහි ස්වාභාවික සංඛ්‍යාතයට අනුරූපව කම්පනය වන අවස්ථාවේ දී උපරිම විස්තාරයක් ඇති කර ගෙන පෝරුවෙන් ඉවත් වේ.

ඔපෙරා ගායිකාවන් තම හඬෙහි සංඛ්‍යාතය උස් පහත් කිරීම මගින් වයින් වීදුරු අනුනාද වීමට සලස්වා බිඳීමකට ලක් කර ඇති බවට වාර්තා ඇත. රේඩියෝ පරිපථ සුසර කිරීම සඳහා විද්‍යුත් චුම්බක අනුනාදය භාවිත වේ. භෞතික විද්‍යාවේ අනෙකුත් ක්ෂේත්‍රවල දී ද අනුනාද සංසිද්ධිය වැදගත් කාර්යභාරයක් සිදු කරයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



1.16(a) රූපය -Tacoma පාලමේ බිඳී යෑම



1.16(b) රූපය - වයින් වීදුරුවල බිඳී යෑම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

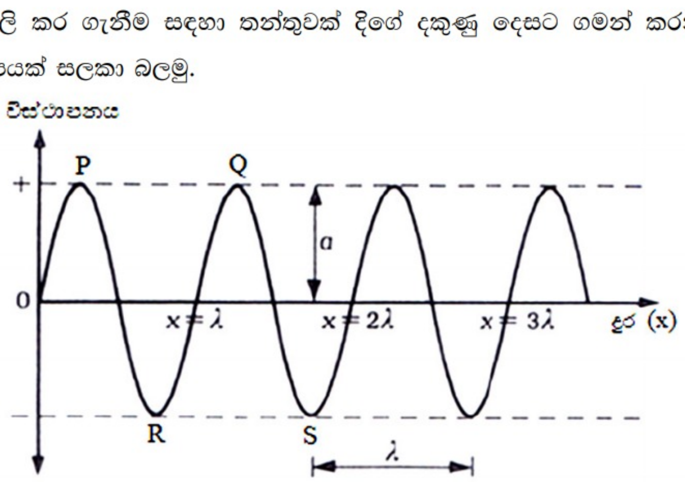
දෙ වන පරිච්ඡේදය

තරංග චලිතය

හැඳින්වීම

විශාල පරාසයක පවත්නා සංසිද්ධි පැහැදිලි කිරීම හා ඒවා සම්බන්ධයෙන් ප්‍රායෝගික ක්‍රියාකාරකම් සඳහා තරංග පිළිබඳ සංකල්ප බෙහෙවින් ප්‍රයෝජනවත් වේ. එක් ලක්ෂ්‍යයක සිට වෙනත් ලක්ෂ්‍යයකට ඒවා අතර ඇති පදාර්ථය චලනය වීමකින් තොරව ශක්තිය සංක්‍රාමණය වීම තරංග චලිතය ලෙස සැලකේ.

යාන්ත්‍රික හෝ විද්‍යුත් චුම්බක වශයෙන් තරංග වර්ග දෙකකට බෙදිය හැකි ය. යාන්ත්‍රික තරංග (උදා:- ජල තරංග, ධ්වනි තරංග හා ඇදි ඇති තන්තුවක ඇති වන තරංග ආදිය) ප්‍රචාරණය වීම සඳහා ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍ය අවශ්‍ය වේ. කම්පනය වන ප්‍රභවයක් නිසා එවැනි මාධ්‍යයක සිදු වන කැලඹීම් මාධ්‍යයේ ඇති අංශු දෙපසට කම්පනය වීම මඟින් යාන්ත්‍රික තරංග ඇති වේ. විද්‍යුත් චුම්බක තරංග (ආලෝක තරංග, රේඩියෝ තරංග, X- කිරණ ආදිය) රික්තයක් තුළින් ගමන් කරන අතර පදාර්ථය පැවතීම නිසා එක්තරා ප්‍රමාණයකට ඒවා ඉදිරියට යෑම වළක්වයි. නිදහස් අවකාශ තුළ (රික්තයක) මේ තරංග සියල්ලට ඇත්තේ එක ම ප්‍රවේගයකි. නිශ්චල ජලාශයකට ගල් කැටයක් වැනි වස්තුවක් දැමූ විට ඇති වන කැලඹීම නිරීක්ෂණය කළ විට ජලාශයේ මතුපිට ජලය ගලා යන ආකාරයෙන් දිස් වේ. ජලය මත පාවන කුඩා ලී කැබැල්ලක් වැනි වස්තුවක් හරහා තරංගයක් ගමන් කරන විට ඒ වස්තුව ඉහළ පහළ යන බවත්, තරංගය ගමන් කරන දිශාවට එම වස්තුව ගමන් නොකරන බවත් පෙනේ. ජලය මතු පිට එවැනි කුඩා වස්තු කීපයක් ඇති විට ඒ සියල්ලක්ම උස් පහත් වේ. මුලින් ඇති වස්තුව පළමුව ඉහළ යන බවත් දක්නට ලැබේ. මේ සිදුවීම යම් පිළිවෙළකට අනුව සිදු වේ. තරංග ගමන් කරන මාර්ගයේ පවතින ජල අංශු ද මේ ආකාරයට චලනය වන බව පැහැදිලි වේ. මේ අංශුවල කැලඹීම සරල අනුවර්තීය චලිතයකි. මාධ්‍යයේ අංශුවල කම්පන ක්ෂණික ඡායාරූප (Snapshot) මඟින් තරංග ආකෘතියක් ලෙස දිස් වේ. මෙය තවදුරටත් පැහැදිලි කර ගැනීම සඳහා තන්තුවක් දිගේ දකුණු දෙසට ගමන් කරන තරංගවල ක්ෂණික ඡායාරූපයක් සලකා බලමු.



2.1 රූපය - තන්තුවක් දිගේ ගමන් කරන තරංගවල ක්ෂණික ඡායාරූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ තරංගයේ P හා Q ලක්ෂ්‍යයන් ශීර්ෂයන් ලෙසත් R හා S ලක්ෂ්‍යයන් නිම්නයන් ලෙසත් සැලකේ. තරංග ආකෘතිය සයිනාකාර වන අතර, යාබද අංශුවල කම්පන කලාව ක්‍රමානුකූලව වෙනස් වේ. මෙයට හේතුව වන්නේ ඒවා කාලය සමඟ වෙනස් අවස්ථාවන්හිදී කම්පන ආරම්භ කිරීම ය. වස්තුවේ එක් එක් අංශුවල විස්ථාපනය $y = A\sin\omega t$ ආකාරයට නිරූපණය කළ හැකි ය. A යන්නෙන් දැක්වෙන්නේ තරංගයේ විස්තාරයයි.

$$y = A\sin 2\pi ft = A\sin 2\pi\frac{v}{\lambda}t$$

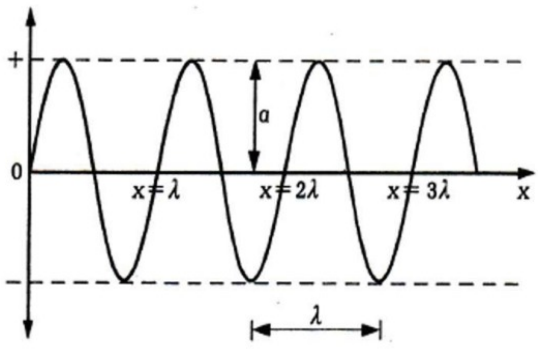
O නමැති අචල ලක්ෂ්‍යයේ (මූල ලක්ෂ්‍යය) සිට තරංග ඔස්සේ මනිනු ලබන දුර x ඛණ්ඩාංකයෙන් නිරූපණය වෙයි.

$$y = A\sin\frac{2\pi x}{\lambda} = A\sin kx, \text{ මෙහි } k = \frac{2\pi}{\lambda}$$

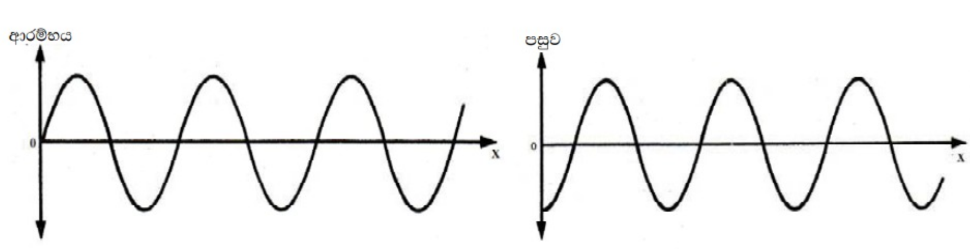
k යන රාශිය තරංග අංකය (wave number) වශයෙන් හැඳින්වේ. මෙහිදී තරංගය $+x$ දිශාවට ඔස්සේ v වේගයෙන් ගමන් කරයි. මෙම සමීකරණයෙන් O මූල ලක්ෂ්‍යයේ සිට x දුරකදී සහ t කාලයක දී, අනුරූප y විස්ථාපනය. ලබා දෙයි

ප්‍රගමන තරංග

2.2 (a) රූපයෙන් දැක්වෙන ක්ෂණික ඡායාරූපය මගින් තරංග ගමන් කරන දිශාව පෙන්නුම් නොකෙරේ. 2.2 (b) රූපයෙන් පෙන්වා ඇති ආකාරයට විටින් විට (successive) ලබා ගත් ක්ෂණික ඡායාරූප මගින් තරංගය ගමන් ගන්නා දිශාව නිශ්චය කර ගත හැකි ය.

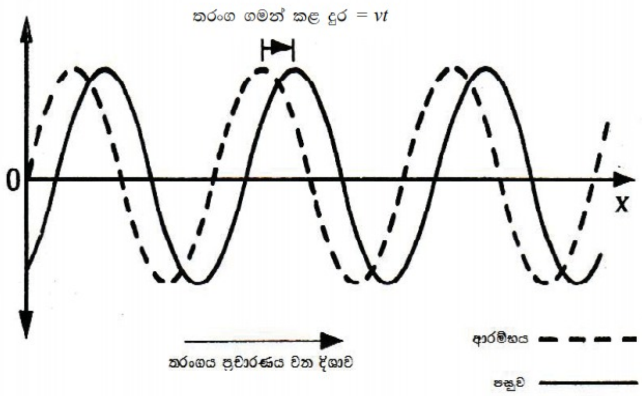


2.2 (a) රූපය ප්‍රගමන තරංගයක ක්ෂණික ඡායාරූපය



2.2 (b) රූපය ප්‍රගමන තරංගයක අනුයාත ක්ෂණික ඡායාරූප

මාධ්‍යයක් තුළින් ශක්තිය ප්‍රචාරණය කරන ඕනෑ ම තරංගයකට ප්‍රගමන තරංගයක් යයි කියනු ලැබේ. ඉහත ක්ෂණික ඡායාරූප දෙක අධිස්ථාපනය කළ විට දෙවන ක්ෂණික ඡායාරූපය පළමුවන ඡායාරූපයෙන් දකුණු පැත්තේ පිහිටන ආකාරය 2.3 රූපයේ දැක්වේ. තරංගයේ වේගය v හා ක්ෂණික ඡායාරූප අතර කාලය t නම් එක් එක් තරංග ශීර්ෂය එම කාලය තුළ x ධන දිශාවට vt දුරක් ගමන් කර ඇත.



2.3 රූපය ප්‍රගමන තරංගයක අනුයාත ක්ෂණික ඡායාරූපය

කඩඉරි මඟින් පෙන්වා ඇති ආරම්භක තරංගයේ විස්ථාපනය සඳහා සමීකරණය,

$y = A\sin\dfrac{2\pi x}{\lambda}$ වේ.

t කාලයකට පසු තරංගයේ x ධන දිශාවට විස්ථාපනය ඉහත ප්‍රස්තාරයෙන් දැක්වේ. එම විස්ථාපනය ලබා ගැනීම සඳහා x ගෙන් vt දුරක් අඩු කළ යුතු ය. එවිට විස්ථාපනය සඳහා සමීකරණය

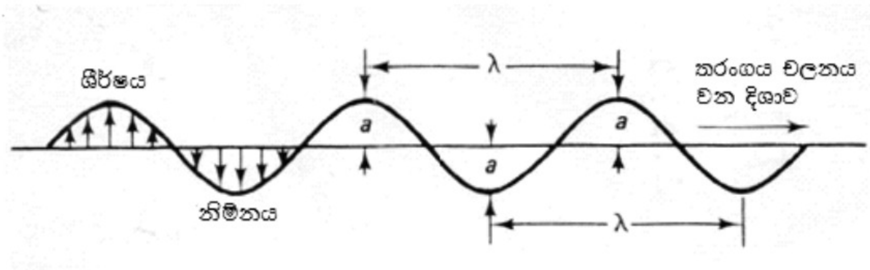
$y = A\sin\dfrac{2\pi}{\lambda}(x - vt)$ වේ.

A විස්තාරය සහිතව තරංග ආයාමය λ වූ x ධන දිශාවට v වේගයෙන් ගමන් කරන තරංග සඳහා පොදු සමීකරණය මෙය වෙයි. O සිට x දුරින් වූ ලක්ෂ්‍යයක t කාලයකට පසු විස්ථාපනය ඉහත සමීකරණයෙන් ලැබේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තීර්යක් තරංග

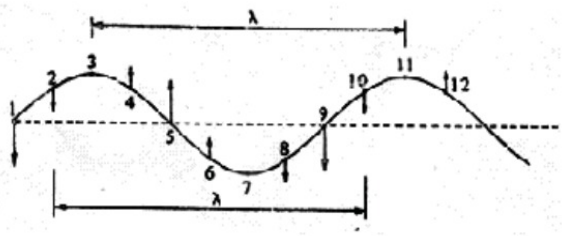
නිශ්චල ජලය සහිත පොකුණක ජල පෘෂ්ඨය මත සුළඟින් හෝ ගල් කැටයක් දැමීමෙන් හෝ තරංග ඇති වීම සුලභ සංසිද්ධියකි. ගල් කැටය ජලය තුළට ඇතුළු වන අවස්ථාවේ දී එම ලක්ෂ්‍යයේ සිට වෘත්තාකාර රැළිති පැතිරී යයි. වෘත්තාකාර තරංග චලනයේ ප්‍රගමනයට ඉහත සඳහන් කරන ලද රැළිති නිදසුනක් වෙයි. රූපයේ ඊ හිස්වලින් දැක්වෙන ආකාරයට ජල පෘෂ්ඨය සිරස් අතට විස්ථාපනයක් සිදු කරයි. එහෙත් ශීර්ෂ හා නිම්න එම දිශාවට ලම්බ දිශාවක් ඔස්සේ තිරස් අතට ගමන් කරයි. මේවා තීර්යක් තරංග නම් වේ.



2.4 (a) රූපය - ජල තරංගයක අංශුවල විස්ථාපනය

තීර්යක් ජල තරංගවල විස්තාරය හා තරංග ආයාමය රූපයේ දැක්වේ. මේ සිරස් ඊ හිස්වලින් දැක්වෙන්නේ තීරයක් ජල තරංගයේ අංශුවල විස්ථාපනයයි.

එක් කෙළවරක් අචලව රඳවා ඇති තන්තුවක අනෙක් කෙළවර 2.4 (b) රූපයේ පෙන්වා ඇති ආකාරයට තන්තුවේ දිගට ලම්බකව ඉහළට-පහළට චලනය කරවීමෙන් තන්තුව දිගේ තරංගයක් ගමන් කරවීමට සැලැස්විය හැකි ය. චලනය කරවන කෙළවරේ තන්තුවේ ඇති අංශු යාබද අංශු මත ඇදීමක් සිදු කරන බැවින් ඒවා ද දෝලනය වීමට පටන් ගනී.



2.4 (b) රූපය

මේ ක්‍රියාවලිය තන්තුව පුරා සිදු වේ. ඕනෑම අංශුවක ඉහළට හා පහළට දෝලනය සිදු වන්නේ එම අංශුවට ඉතා ආසන්නව වම් පසින් පිහිටි අංශුවේ දෝලනයට මඳක් පසුව ය. මේ සමස්ත ක්‍රියාවලියේ ප්‍රතිඵලය වන්නේ ශීර්ෂ හා නිම්න ශ්‍රේණියක් තන්තුව ඔස්සේ ඉදිරියට ගමන් ගන්නා ආකාරයක් දර්ශනය වීමයි. ඊ හිස්වලින් දැක්වෙන්නේ අංශුවල ප්‍රවේගයන්ගේ දිශාවයි.

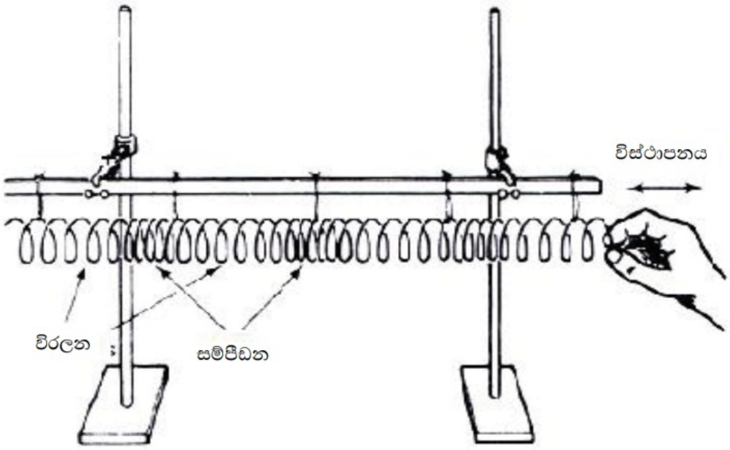
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

අන්වායාම තරංග

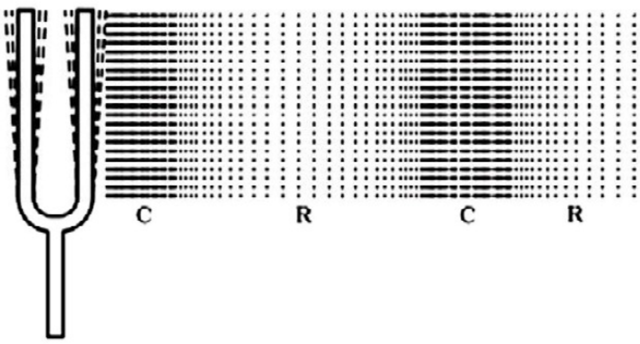
මේ තරංග චලිතයේ දී තරංගය ගමන් ගන්නා දිශාවට ම මාධ්‍යයේ ඇති අංශු කැලඹීමට ලක් වන බව පෙනේ. ධ්වනි තරංග හා සම්පීඩන තරංග මේවාට උදාහරණ ලෙස දැක්විය හැකි ය. දිග ඔස්සේ විවිධ ස්ථානවලින් රඳවා ඇති ස්ලින්කියක් 2.5 රූපයේ දැක්වේ.

ස්ලින්කියේ එක් කෙළවරක් එහි දිග ඔස්සේ ඉදිරියටත් පිටුපසටත් සියුම් ලෙස විස්ථාපනය කළ විට එය ඔස්සේ සම්පීඩනයක් හා පසුව විරලනයක් ගමන් ගන්නා ආකාරය දිස් වේ.



2.5 රූපය - ස්ලින්කියක සම්පීඩන තරංග

3.2.6 රූපයේ දැක්වෙන්නේ කම්පනය වන සරසුලකින් ධ්වනි තරංගයක් පැතිරී යන ආකාරයයි. සරසුලේ දැත්ත දකුණු දෙසට චලනය වීමේ දී එය පිටත අංශු සම්පීඩනයට භාජනය කරයි. මේ කැලඹීම අංශුවෙන් අංශුවට වාතය තුළ සම්ප්‍රේෂණය වෙයි. එහි ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් සම්පීඩන ස්පන්දය ඉවතට චලනය වෙයි. එමෙන් ම දැත්ත ආපසු චලනය වීමේ දී වාතය තුළ විරලන ස්පන්දයක් ඇති වෙයි.

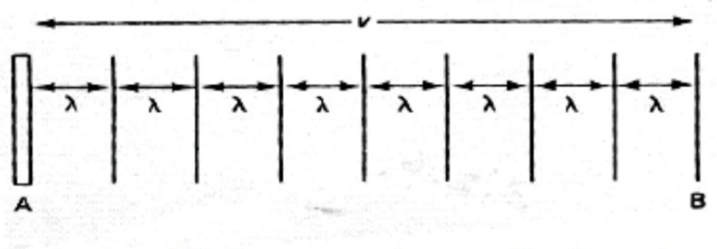


2.6 රූපය කම්පනය වන සරසුලකින් හට ගන්නා ධ්වනි තරංග

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

C වලින් සම්පීඩනයක් ද R වලින් විරලනයක් ද දැක්වෙයි. කෙටි ඊ හිසින් දැක්වෙන්නේ අංශුවල ප්‍රවේගය වන අතර, සම්පීඩනයක මධ්‍යයේ ඇති අංශුවක් එහි නිශ්චලතා පිහිටුම හරහා තරංගයේ දිශාවටත් විරලනයක මධ්‍යයේ ඇති අංශුවක් එහි නිශ්චලතා පිහිටුම හරහා තරංගයට විරුද්ධ දිශාවටත් චලනය වෙයි. තීර්යක් තරංගයක මෙන් එක ම කලාවේ ඇති අනුයාත අංශු දෙකක් අතර දුර තරංග ආයාමය ලෙස හැඳින්වේ.

තරංග වේගය, තරංග ආයාමය හා සංඛ්‍යාතය අතර සම්බන්ධතාව හා තරංග සමීකරණය



2.7 රූපය AB අවකාශය තුළ තරංග ගොනු වී ඇති ආකාරය

තරංග ආයාමය λ හා තරංග වේගය v අතර කුමන ආකාරයේ සම්බන්ධතාවක් පවතී දැයි විමසා බලමු. A නමැති සෘජු තරංග ප්‍රභවයකින් තත්පරයක දී තරංග අටක් නිකුත් කරන්නේ යයි සිතමු. එවිට එහි සංඛ්‍යාතය 8 Hz කි. ඒවායේ ප්‍රවේගය දකුණු දෙසට $v\,\mathrm{m\,s^{-1}}$ වෙයි. වෙනත් ආකාරයකට සඳහන් කළොත් තත්පර 1කට පසුව පළමු තරංගය B ලක්ෂ්‍යය වෙත ළඟා වෙයි. එවිට AB දුර මීටර v ලෙස ලිවිය හැකි ය. මේ තරංග අට ම AB දුර තුළ අඩංගු වෙයි. එවිට තරංග ආයාමය $\frac{v}{8}\,\mathrm{m}$ වන අතර සංඛ්‍යාතය 16 Hz වුව හොත් තරංග ආයාම දහසයම AB තුළ අඩංගු වෙයි. පොදුවේ ගත් විට තරංගවල සංඛ්‍යාතය f නම්, $\lambda = \frac{v}{f}$ හෝ $v = f\lambda$ වශයෙන් ලිවිය හැකි ය. මෙයට තරංග සමීකරණය යයි කියනු ලැබේ. මෙය සියලු වර්ගයේ තරංග සඳහා භාවිත කෙරේ.

තරංග වේගය

තරංග වේගය ගණනය කිරීම සඳහා තරංග ආයාමය හා ඒවායේ සංඛ්‍යාතය දැන ගත යුතු ය. උදාහරණයක් වශයෙන් වාතය තුළ සම්ප්‍රේෂණ සංඛ්‍යාතය 200 kHz වූ ගුවන්විදුලි තරංගයක තරංග ආයාමය 1500 m නම් තරංගයේ වේගය, $v = f\lambda$ භාවිතයෙන් පහත පරිදි සෙවිය හැකි ය.

$v = 200 \times 10^3 \times 1500 = 3 \times 10^8\ \mathrm{m\,s^{-1}}$

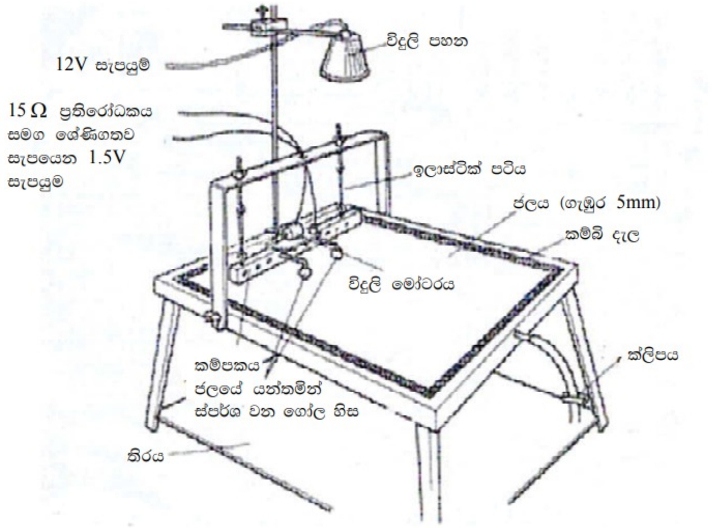
වාතය තුළ ධ්වනි තරංගවල වේගය මේ අගයට වඩා බෙහෙවින් අඩු ය. විදුලි කෙටීමක දී එම ආලෝකය දර්ශනය වීම හා ශබ්දය ඇසීම අතර යම් කාල අන්තරයක් ඇත.

3 වන පරිච්ඡේදය

තරංගවල ගුණ

රැළිති ටැංකිය භාවිතයෙන් තරංගවල ගුණ ආදර්ශනය කිරීම

පොදුවේ සියලු තරංගවලට පහත දැක්වෙන ගුණාංග හතරක් ඇත. ඒවා නම් පරාවර්තනය, වර්තනය, විවර්තනය හා නිරෝධනයයි. මේවා ප්‍රදර්ශනය කිරීම සඳහා රැළිති ටැංකිය භාවිත කළ හැකි ය.



3.1 රූපය ජල තරංගවල ප්‍රචාරණය රැළිති ටැංකිය මඟින් ආදර්ශනය කිරීම

ජල තරංගවල චලිතය අධ්‍යයනය කිරීම සඳහා රැළිති ටැංකියේ රැළි ඇති වන ආකාරය නිරීක්ෂණය කළ යුතු ය. මෙය නිර්මාණය කර ඇත්තේ පාරදෘශ්‍ය පතුලක් සහිත සෘජුකෝණාස්‍රාකාර නොගැඹුරු ටැංකියකින් ය. ටැංකියට පහළින් සුදු තිරයක් ද ඉහළින් කුඩා විදුලි බල්බයක් ද යොදා ඇත.

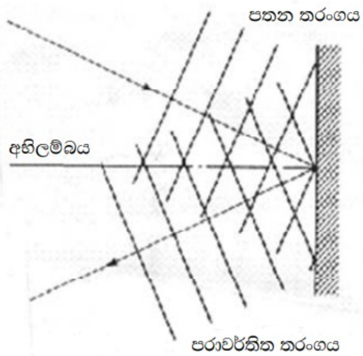
ටැංකියට ජලය එක් කිරීමට පෙර එය ස්ප්‍රීතු ලෙවලයක් (Spirit Level) භාවිතයෙන් මට්ටම් කළ යුතු ය. ටැංකියට 0.5 cm පමණ ගැඹුරක් සිටින සේ ජලය එක් කළ යුතු ය. ඉහත ආකාරයට මට්ටම් කිරීම නිසා ටැංකිය තුළ ඒකාකාර ගැඹුරක් පවත්වා ගත හැකි ය. සමාන්තර සෘජු තරංග නිපදවා ගැනීමට තිරස් ලෝහ පතුරක් ද වෘත්තාකර තරංග නිපදවා ගැනීම සඳහා කෙළවරකට කුඩා ගෝලයක් සවි කළ සිරස් දණ්ඩක් ද භාවිත කළ යුතු ය. අවශ්‍යතාව අනුව ඒවා ජල පෘෂ්ඨය සමග ස්පර්ශ වන සේ යොදා ගැනීමෙන් රැළිති නිපදවා ගත හැකි වේ. කම්පනය වන පද්ධතිය (කුඩා විදුලි මෝටරය) ටැංකියේ දාරවල සවි කර ඇති ආධාරක රබර් පටි මඟින් එල්ලා ඇත. මෝටරයේ අක්ෂ දණ්ඩට සම්බන්ධ කර ඇති කුඩා දණ්ඩක විකේන්ද්‍රික චලනය කම්පන ඇති කිරීමට හේතු වේ. මෝටරය ඇතුළත් පරිපථයේ ඇති විචල්‍ය ප්‍රතිරෝධය සීරුමාරු කිරීමෙන් මෝටරයේ භ්‍රමණ වේගය පාලනය කළ හැකි ය. එමගින් ජල පෘෂ්ඨයේ ඇති වන තරංගවල සංඛ්‍යාතය ද වෙනස් කළ හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

දාරවල දී සිදු වන පරාවර්තනවලින් සිදු විය හැකි සංකීර්ණතා වළක්වා ගැනීම සඳහා දාර අසල කම්බි දැල් ස්තරයක් සකස් කර ඇත. මේ දැල මඟින් රැළිතිවල ශක්තිය අවශෝෂණය කර ගනී. තරංගවල ශීර්ෂ උත්තල කාච ලෙසත්, නිම්න අවතල කාච ලෙසත් ක්‍රියා කරමින් සුදු තිරය මත පිළිවෙළින් ප්‍රභාවත් හා අඳුරු වාටි සහිත රටාවක් දිස් වේ.

තරංග පරාවර්තනය ආදර්ශනය කිරීම

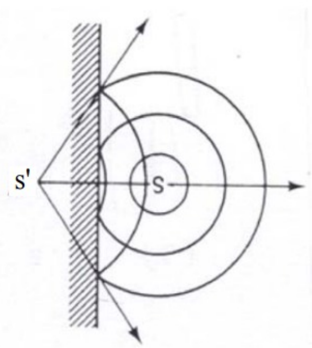
සෘජු තරංග පරාවර්තනය



3.2 (a) රූපය - තල තරංග පරාවර්තන රටා

සෘජු බාධකයකින් තල තරංග පරාවර්තනය වන ආකාරය රූපයේ දැක්වේ. පරාවර්තනයෙන් පසුවත් පෙරත් තරංග එක ම මාධ්‍යය තුළ ගමන් කිරීම නිසා තරංග ආයාමයත් තරංග ප්‍රවේගයක් නොවෙනස් ව පවතී. පරාවර්තනයෙන් පෙරත් පසුවත් ඒවායේ චලිත දිශා බාධකයට අඳින ලද අභිලම්බය සමඟ සමාන කෝණ ඇති කරයි.

වෘත්තාකාර තරංග පරාවර්තනය



3.2 (b) රූපය වෘත්තාකාර තරංග පරාවර්තන රටා

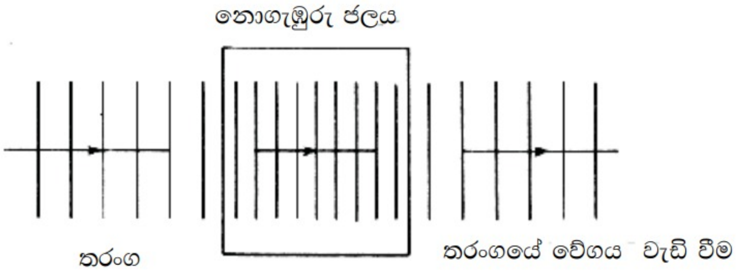
ප්‍රභවයෙන් වෘත්තාකාර තරංග නිකුත් වෙයි. රූපයෙන් දැක්වෙන්නේ වෘත්තාකාර තරංග පරාවර්තනයට භාජනය වන ආකාරයයි. මේ අවස්ථාවේදීත් තරංග ආයාමයත් තරංග වේගයත් නොවෙනස්ව පවතී. පරාවර්තනය වූ තරංග S හි ප්‍රතිබිම්බය වන, බාධකයට පිටු පසින් වූ S' ලක්ෂ්‍යයක සිට නිකුත් වන ආකාරයක් දිස් වේ. තල දර්පණයක් ඉදිරියෙන් වූ වස්තුවක අතාත්වික ප්‍රතිබිම්බයක් දර්පණයේ සිට වස්තුවට ඇති දුරට සමාන දුරකින් දර්පණයේ පිටුපසින් ඇති වන බව ඔබ නිරීක්ෂණය කර ඇත.

තරංග වර්තනය ආදර්ශනය කිරීම

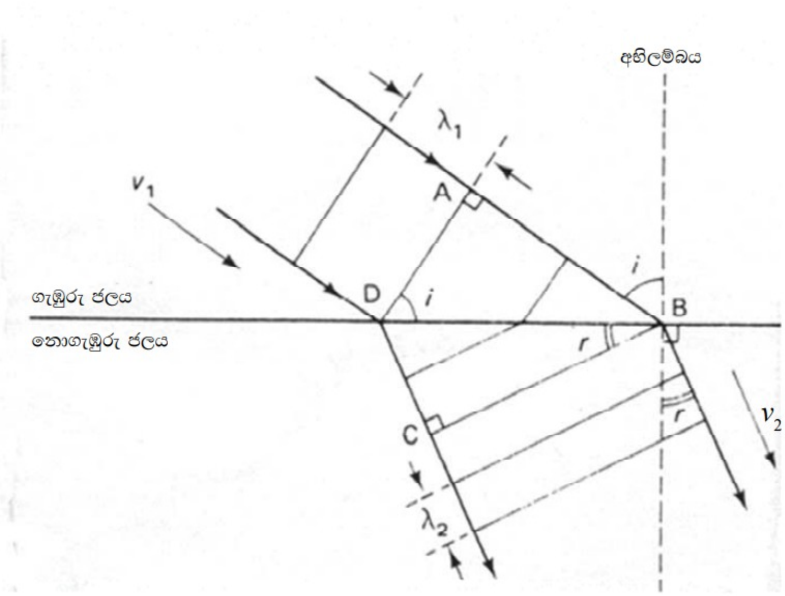
එක් මාධ්‍යයක සිට වෙනත් මාධ්‍යයකට තරංග ගමන් ගන්නා විට ඒවායේ තරංග ආයාමයත් වේගයත් වෙනස් වෙයි. එහෙත් සංඛ්‍යාතය නියතව පවතී. රැළිති ටැංකියක ඇති වන සෘජු තරංග ටැංකියේ නොගැඹුරු ප්‍රදේශයට ඇතුළු වීමේ දී ගැඹුරු හා නොගැඹුරු මායිමේ දී ඉහත සිදුවීමට (වර්තනයට) භාජනය වෙයි. සීමාවට ඇඳි අභිලම්බය ඔස්සේ ගමන් කරන තරංග අපගමනයකට ලක් නොවූවත් තරංග ආයාමය හා වේගය වෙනස් වීමක් සිදු කර ගනී. ඉහත මායිමට ආනතව

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ගමන් ගන්නා තරංග ඉහත සංසිද්ධි දෙකට අමතරව අපගමනයකට ද භාජනය වෙයි. වෙනත් ආකාරයකට කිව හොත් තරංග වර්තනය වෙයි. තරංගය ගැඹුරු හා නොගැඹුරු ප්‍රදේශවල දී ගමන් ගන්නා ආකාරය සලකා බලමු. ප්‍රගමනය වන තරංගයක එක්තරා කොටසක හෝ රේඛාවක පිහිටි සියලු අංශු එක ම කලාවෙන් යුක්ත නම්, ඒ කොටස හෝ රේඛාව තරංග පෙරමුණක් නම් වේ.



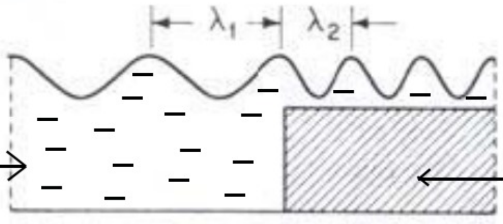
3.3 වර්තනයේ දී තරංග පරාමිතීන් වෙනස්වීම



3.4 වර්තනයේ දී තරංග පරාමිතීන් වෙනස්වීම

ගැඹුරු ජලයේ සිට නොගැඹුරු ජලයට අවතීර්ණ වන AD තරංග පෙරමුණ නොගැඹුරු ජලයේ දී BC තරංග පෙරමුණ බවට පත් වේ. එක් එක් මාධ්‍ය තුළ එක ම කාල අන්තර තුළ දී ගමන් කරන ලද දුර AB හා DC වෙයි. එම දුරවල් අතර අනුපාතය යනු v_1 හා v_2 වේගවල අනුපාතයයි. AB දුර DC දුරට වඩා වැඩි බැවින් $v_1 > v_2$ බව කිව හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



3.5 රූපය නොගැඹුරු ජලය තුළ තරංග ආයාමයේ අඩු වීම

$v = f\lambda$ යන සම්බන්ධතාව සීමාවේ එක් එක් පැති සඳහා යෙදූ විට ඒවායේ සංඛ්‍යාතය එක ම නිසා

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{AB}{DC}$$

මේ අනුපාතය පහත ආකාරයට ලියා දැක්වූ විට එනම්,

$$\frac{AB}{DC} = \frac{AB}{BD} \times \frac{BD}{DC} \qquad (1)$$

$$\frac{AB}{DC} = \frac{\sin i}{\sin r} \qquad (2)$$

මෙහි i යනු පතන කෝණය වන අතර, r යනු වර්තන කෝණය වෙයි.

(1) හා (2) සමීකරණ සැලකීමෙන්,

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin i}{\sin r} = \text{නියත යකි.}$$

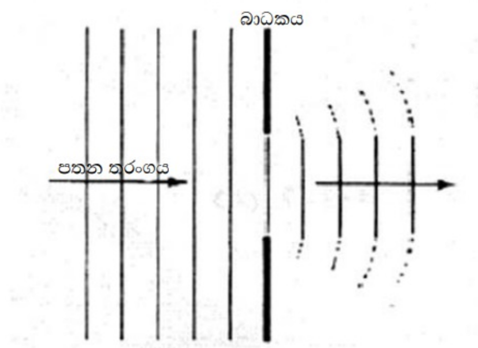
n යනු ගැඹුරු ජලයේ සිට නොගැඹුරු ජලයට ගමන් ගන්නා තරංග සඳහා ජලයේ වර්තන අංකයයි. නොගැඹුරු ජල පෘෂ්ඨයක් මත ඇති වන තරංගවල වේගය රඳා පවතින්නේ ජලයේ ගැඹුර මත ය. මෙහි දී තරංග ආයාමය සමඟ සසඳන විට ජලයේ ගැඹුර වඩා විශාල නොවිය යුතු ය.

$\therefore \frac{\sin i}{\sin r} = n(\text{නියත යකි})$ මේ සම්බන්ධතාව වර්තනය සඳහා වූ ස්නෙල් නියමය වේ.

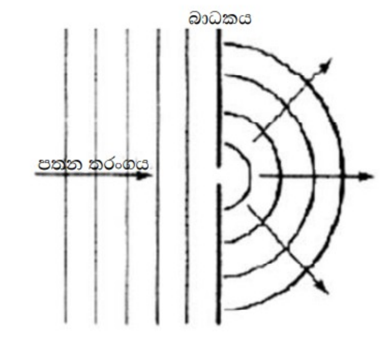
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තරංග විවර්තනය ආදර්ශනය කිරීම

රළිති ටැංකියක තබා ඇති සිරස් ලෝහ බාධකයක වූ සිදුරක් හරහා තරංග ශ්‍රේණියක් ගමන් කරන ආකාරය රූපයේ දැක්වේ. සිදුරේ කේන්ද්‍රය තුළින් ගමන් ගන්නා තරංග කෙළින් ම ඉදිරියට ගමන් ගනී. සිදුර තුළින් ගමන් ගත් එක් එක් ඍජු තරංග පෙරමුණේ අද්දර වටා මඳ වශයෙන් නැමීමක් සිදු වන ආකාරය දැක ගත හැකි ය. තරංග එක ම මාධ්‍යය තුළ පවතින බැවින් ඒවායේ වේගය හා තරංග ආයාමය කිසිදු වෙනසකට භාජනය නොවේ. රළිතිවල තරංග ආයාමය සමඟ සසඳන විට සිදුරේ පළල තරමක් වැඩි වූ විට විවර්තන සංසිද්ධිය මඳ වශයෙන් සිදු වේ. 3.6 රූපය බලන්න.



3. 6 (a) රූපය
තරංග පළල් සිදුරක් තුළින් යෑම



3. 6 (b) රූපය
තරංග පටු සිදුරක් තුළින් යෑම

බාධකයේ පළල තරංග ආයාමයට ආසන්න වශයෙන් සමාන වූ විට එනම් සිදුර පටු වූ විට සිදුර පසු කර යන තරංග 3. 6 (b) රූපයේ දැක්වෙන ආකාරයට පාර්ශ්විකව පැතිර යන බව නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. පටු සිදුර ලක්ෂ්‍යාකාර ප්‍රභවයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. සිදුරෙන් නිකුත් වන තරංග පෙරමුණු වෘත්තාකාර වන අතර ඒවා සියලු දිශාවනට ම පැතිර යයි. මේ සංසිද්ධිය විවර්තනය නම් වේ. තරංගවල ගමන් මඟ අවහිර වන සේ බාධකයක් තැබූ විට ද විවර්තනය සිදු වේ. මේ බාධකයේ ප්‍රමාණය 2.5 cm පමණ විය යුතු ය. බාධකයෙන් ඔබ්බට තරංග ආයාම කීපයකින් පසු ව පෙර සේ ම ඍජු තරංග පෙරමුණු ඉදිරියට ගමන් කරයි.

තරංග අධිස්ථාපන මූලධර්මය

තරංග දෙකක් හෝ කීපයක් එක ම මාධ්‍යයක් හරහා යෑමේ දී මාධ්‍යයේ වූ ඕනෑ ම අංශුවක ඇති වන සම්ප්‍රයුක්ත බව විස්ථාපනය එම තරංග වෙන වෙන ම එම මාධ්‍යය තුළින් ගමන් කරන විට එම අංශුවේ ඇති වන ආංශික විස්ථාපනයන්ගේ දෛශික එකතුවට සමාන වේ.

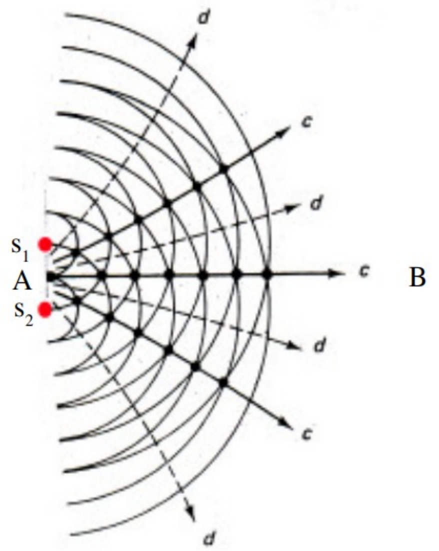
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තරංගවල නිරෝධනය

සර්වසම තරංග දෙකක් හෝ වැඩි ගණනක් එකිනෙක මත අධිස්ථාපනය වීමේ ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් නිරෝධනය ඇති වේ. සමවාරි ප්‍රභව දෙකකින් ලබා ගන්නා තරංග එක ම සංඛ්‍යාතයකින් හා සමාන හෝ ආසන්න වශයෙන් සමාන විස්තාරවලින් සමන්විත වන බැවින් කාලයත් සමග ඒවායේ කලා අන්තරය වෙනස් නොවේ. එක් තරංගයක ශීර්ෂයක් ද අනෙක් තරංගයක නිම්නයක් ද එක වර යම් ලක්ෂ්‍යයක දී ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවලට විස්ථාපනය වීමට භාජනය වන බැවින් ඒවායේ සම්ප්‍රයුක්ත විස්ථාපනය ශුන්‍ය හෝ ඉතා කුඩා වේ.

ජල තරංගවල නිරෝධනය

විද්‍යුත් කම්පකයකට සවි කරන ලද කුඩා තුඩවල් දෙකක සිදු වන කම්පන මඟින් වෘත්තාකාර තරංග පෙරමුණු දෙකක් නිර්මාණය කර ගත හැකි ය. මේ තුඩු දෙක අතර පරතරය 3 cm පමණ වන සේ තබා ගෙන මෝටරයේ වේගය අවම අගයක තබාගත් විට සාර්ථක ප්‍රතිඵල අත් කර ගත හැකි ය. ඉහත සඳහන් තරංග දෙකෙහි සංඛ්‍යාතය, විස්තාරය ආදිය සර්වසම වන බැවින් ඒවායේ කම්පන සම කලාස්ථ වේ. තරංග පද්ධති දෙකෙන් ඇති වන නිරෝධන රටාව රූපයේ දැක්වේ.



3.7 රූපය

තනි තනිව ගත් විට වෘත්තාකාර තරංග පෙරමුණු දෙකෙන් ඇති වන විස්ථාපනවලට වඩා අධික (දෙගුණයක්) වූ විස්ථාපනයක් සමහර ස්ථානවල දී ඇති වේ. AB රේඛාව දිගේ පිහිටි සියලු ලක්ෂ්‍යයන් S_1 හා S_2 ප්‍රභවවලින් සම දුරින් පිහිටා ඇති අතර ඒවා සියල්ල එක ම කලාවේ පවතී. තවදුරටත් පැහැදිලි කරනවා නම් S_1ගෙන් ඇති වන ශීර්ෂයක් හෝ නිම්නයක් S_2ගෙන් ඇති වන ශීර්ෂයක් හෝ නිම්නයක් එක ම කාලයක දී AB ඔස්සේ පිහිටි ස්ථාන වෙත ළඟා වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

c ගෙන් නිරූපණය කර ඇති පථය ඔස්සේ නිර්මාණකාරී නිරෝධනයත් d ගෙන් නිරූපණය කර ඇති පථය ඔස්සේ නාශක නිරෝධනයත් දැක්වේ. මේ පථය ඔස්සේ ශක්ති ගලා යෑමක් සිදු නොවේ. මේ සිදුවීම තේරුම් ගැනීම සඳහා අධිස්ථාපන මූලධර්මය උපකාරි වේ.

ස්ථාවර තරංග

ස්ථාවර තරංග ඇති වීමේ ක්‍රියාවලිය පැහැදිලි කර ගැනීම සඳහා අධිස්ථාපන මූලධර්මය භාවිත කළ හැකි ය. සමාන සංඛ්‍යාත හා සමාන විස්තාර සහිත එකිනෙකට ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවකට ගමන් ගන්නා ප්‍රගමන තරංග දෙකක් 3.8 රූපයේ දැක්වේ.

(a) කඩ ඉරිවලින් දැක්වෙන තරංගය වමේ සිට දකුණට ගමන් කරන අතර

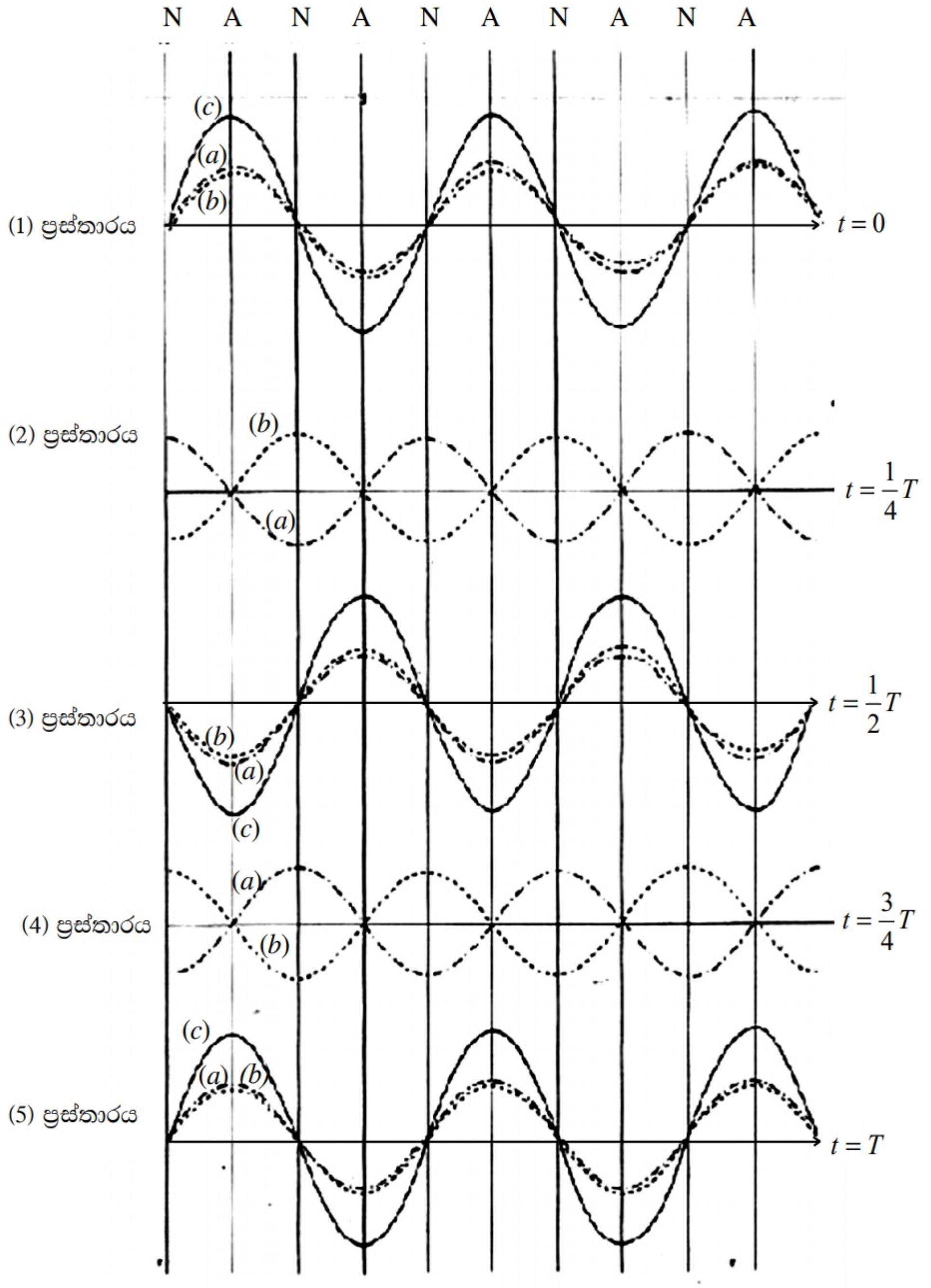
(b) තිත් ඉරිවලින් දැක්වෙන තරංගය දකුණේ සිට වමට ගමන් කරයි.

(c) සන්තතික රේඛාවකින් දැක්වෙන්නේ තරංග දෙකේ සම්ප්‍රයුක්තයයි.

දෙවන ප්‍රස්තාරයෙන් පෙන්නුම් කරන්නේ එම තරංග ආවර්ත කාලයෙන් හතරෙන් එකකට පසුව $\left(\frac{T}{4}\right)$ එනම්, එක් එක් තරංගය අනෙකට සාපේක්ෂව තරංග ආයාම හතරෙන් එකක් චලනය වී ඒවා තරංග අසමකලාස්ථ පිහිටුමට පත් අවස්ථාවයි.

තරංග දෙක අධිස්ථාපනය වීමෙන් ලැබෙන සම්ප්‍රයුක්ත විස්ථාපනය සෑම තැනක දී ම ශුන්‍ය වේ. ආරම්භ වී ආවර්ත කාලයෙන් අර්ධයකට පසු තරංග නැවතත් සමකලාස්ථ වී සම්ප්‍රයුක්තයට උපරිම විස්ථාපනයක් ලබා දෙයි. මේ ක්‍රියාවලිය ඉදිරියටත් පවත්වා ගෙන ගොස් හතරවන ප්‍රස්තාරයේ දැක්වෙන පරිදි නැවත අසමකලාස්ථ වෙයි. ආරම්භ වී එක් ආවර්ත කාලයකට පසු තරංග නැවතත් සමකලාස්ථ වෙයි.

N ලෙස ලකුණු කර ඇති ස්ථානවල (නිෂ්පන්දවල) සම්ප්‍රයුක්ත විස්ථාපනය සෑම විට ම ශුන්‍ය වේ. A ලෙස ලකුණු කර ඇති ලක්ෂ්‍යවල විස්ථාපනය උපරිම වේ. ඒවා ප්‍රස්පන්ද නම් වේ. අනුයාත නිෂ්පන්ද දෙකක් හෝ අනුයාත ප්‍රස්පන්ද දෙකක් අතර දුර ඒ තරංගවල ආයාමයෙන් අර්ධයකට $(\lambda/2)$ සමාන වේ.



3.8 රූපය ප්‍රතිවිරුද්ධ දිශාවලට ගමන් කරන ප්‍රගමන තරංග දෙකක් අධිස්ථාපනය වීමෙන් ස්ථාවර තරංගයක් සැදෙන ආකාරය

විස්ථාපනයක් නැති ස්ථානවල එනම් නිෂ්පන්ද ලක්ෂ්‍යවල ශක්තියක් නැත. ස්ථාවර තරංගයක ඇති පුඩුවක කම්පන යාබද පුඩුවේ කම්පන සමඟ අසමකලාස්ථ වෙයි. තන්තුවේ කම්පනවලට අනුරූප ශක්තිය සමහර ස්ථානවලට පමණක් සීමා වී ඇති බැවින් තන්තුව දිගේ ශක්තිය ප්‍රචාරණයක් සිදු නොවේ. ස්ථාවර තරංගයක හා ප්‍රගමන තරංගයක වැදගත් වෙනස්කම මෙය වේ. කම්පනය වන වයලීන තතක හට ගන්නා ස්ථාවර තරංග නිසා අවට ඇති වායු අංශු අන්වායාම ලෙස කම්පනය වී ප්‍රගමන තරංග ඇති වීමෙන් ඒ ස්වර අපට ශ්‍රවණය වේ.

ස්පන්දවල පරාවර්තනය

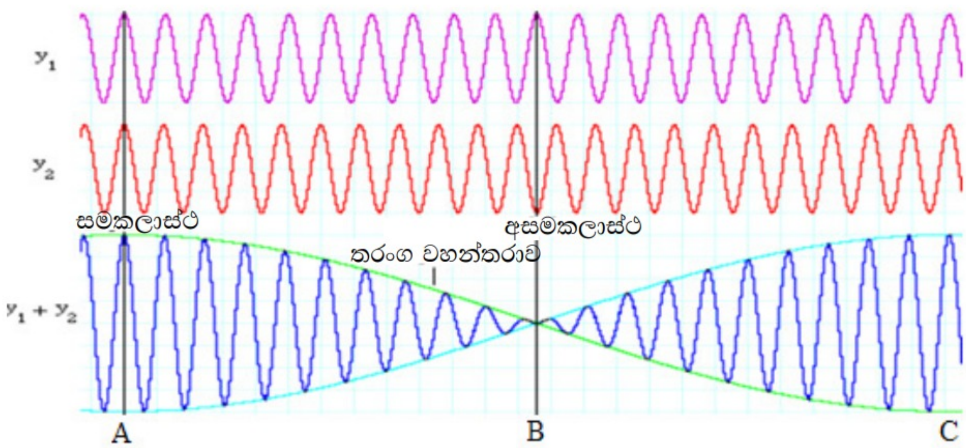
මෙවැනි ස්පන්දයක් නිදහස් කෙළවරක දී පරාවර්තනය වන ආකාරය අධ්‍යයනය කරමු. තන්තුවේ එක් කෙළවරක් ස්කන්ධයක් රහිත සුමට මුදුවකට සම්බන්ධ කර, එය සිරස් දණ්ඩක් මත සුමටව චලනය විය හැකි ආකාරයට සකස් කිරීමෙන් නිදහස් කෙළවරක් ඇති කර ගත හැකි ය. මෙවැනි කෙළවරක දී සිදු වන පරාවර්තනයකින් කලා වෙනසක් සිදු නොවේ.

බර දුන්නක් හා සැහැල්ලු දුන්නකින් සමන්විත පද්ධතියක බර දුන්නේ කෙළවරකින් ස්පන්දනයක් ඇති කළ විට කුමක් සිදු වේ ද? ස්පන්දය දුනු සම්බන්ධ වී ඇති මායිමේ දී කොටසක් ඉදිරියට සම්ප්‍රේෂණය වන අතර, අනෙක් කොටස උඩුකුරුව පරාවර්තනය වෙයි.

සැහැල්ලු දුන්නේ කෙළවරින් ආරම්භ වන ස්පන්දයන් මායිමට පැමිණි විට කොටසක් යටිකුරුව පරාවර්තනය වන අතර, අනෙක් කොටස ඉදිරියට සම්ප්‍රේෂණය වේ.

නුගැසුම්

සර්වසම විස්තාර හා ආසන්න වශයෙන් සමාන සංඛ්‍යාත සහිත ප්‍රභව (සරසුල්) දෙකක් එක්වර ම නාද කළ විට ඒවායින් ඇති වන හඬේ සැර වැඩි වීම හා අඩු වීම නුගැසුම් ලෙස හැඳින්වේ. නුගැසුම් ඇති වීමේ ක්‍රියාවලිය අධිස්ථාපන මූලධර්මය මඟින් පැහැදිලි කළ හැකි ය. එවැනි ප්‍රභව දෙකකින් ඇති වන තරංග පෙළ සඳහා විස්ථාපන - කාල ප්‍රස්තාර 3.9 රූපයෙන් දැක්වේ.

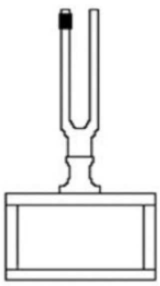


3.9 රූපය - නුගැසුම් ඇති වීම

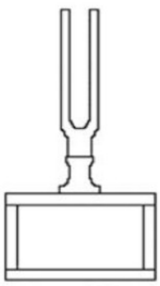
ප්‍රභව දෙකෙන් ඇති වන තරංග A නමැති ස්ථානයක් වෙත ළඟා වන තරංග සමකලාස්ථ වීම නිසා නිපදවන ධ්වනියේ හඬේ සැර වැඩි වීමක් ශ්‍රවණය වේ. එක් ප්‍රභවයකින් ඇති වන සම්පීඩනයක් හෝ විරලනයක් අනෙක් ප්‍රභවයෙන් ඇති වන සම්පීඩනයක් හෝ විරලනයක් එක ම අවස්ථාවක යම් ලක්ෂ්‍යයක් වෙත ළඟා වන තුරු තරංගවල කලා අන්තරය වැඩි වේ.

B ස්ථානයේ දී ඇති වන ධ්වනිය ඉතා ස්වල්ප හෝ ශූන්‍ය විය හැකි ය. පසුව C ස්ථානයේ දී තරංග සමකලාස්ථ වීමෙන් වැඩි හඬක් ඇසේ. ආවර්තීයව සිදු වන විස්තාරයේ අඩු වීම හෝ වැඩි වීම හේතුවෙන් සිදු වන නිර්මාණකාරී හා විනාශකාරී නිරෝධනයේ ප්‍රතිඵලයක් වශයෙන් විස්තාරයේ වැඩි වීම හා අඩු වීම ආවර්තීයව සිදු වේ. එක් තත්පරයක දී උපරිම ධ්වනි සිදු වන වාර ගණන නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය වේ. f_1 හා f_2 යනු සරසුල් දෙකේ සංඛ්‍යාතය නම්, නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය $f_b = |f_1 - f_2|$ වශයෙන් ලිවිය හැකි ය.

දෝලනේක්ෂය භාවිතයෙන් ස්පන්ද ආදර්ශනය කිරීම



3.10 (a) රූපය



3.10 (b) රූපය

3.10 (c) රූපය

සර්වසම සංඛ්‍යාත සහිත සරසුල් දෙකක් සපයා ගෙන, එක් සරසුලක 3.10 (a) රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ප්ලාස්ටිසීන් ස්වල්පයක් අලවන්න. පැත්තක් විවෘත කරන ලද ලී පෙට්ටි දෙකක් මත සරසුල් දෙක නංවා, ඒවා 30 cm පමණ දුරින් තබා මයික්‍රෝෆෝනය ඒවා අතර තබා සීරුමාරු කරන්න. මෙසේ සකස් කරන ලද සරසුල් මඟින් ඇති වන තරංග නිසා නුගැසුම් ශ්‍රවණය කිරීමට හැකි වන අතර අනතුරුව තරංග රටාව දෝලනේක්ෂ තිරයෙන් නිරීක්ෂණය කළ හැකි ය. ඒ රටාව 3.10(c) රූපය වැනි එකක් බව පැහැදිලි වේ.

නුගැසුම්වල භාවිත

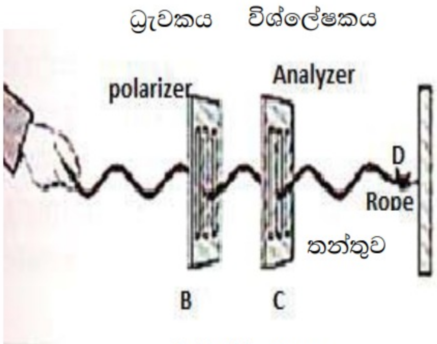
දන්නා සංඛ්‍යාතයක් සහිත සරසුලක් දී ඇති විට අඥාත සංඛ්‍යාතයක් සහිත ප්‍රභවයක (සරසුලක) සංඛ්‍යාතය සෙවීම සඳහා නුගැසුම් සංසිද්ධිය උපයෝගි කර ගත හැකි ය.

සංගීත භාණ්ඩයක් දෙන ලද ස්වරයකට සුසර කිරීම සඳහා ද නුගැසුම් යොදා ගැනේ. නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය ඉතා අඩු වූ විට දෙන ලද ස්වරය සඳහා භාණ්ඩය සුසර වී ඇත.

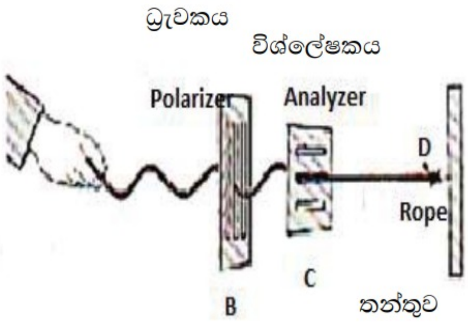
තීර්යක් තරංගවල ධ්‍රැවණය

යාන්ත්‍රික තරංග

තරංගවල ධ්‍රැවණය ආදර්ශනය කිරීම සඳහා තුනී තන්තුවක් හා පටු සිදුර සහිත කාඩ්බෝඩ් තීරු දෙකක් යොදා ගත හැකි ය. තන්තුවේ ජනිත කරන ලද තරංග සිදුරු සමාන්තර වුව හොත් පමණක් D වෙත ළඟා වන බව පෙනේ. B හා C ලම්බක වූ විට තරංග D වෙත ළඟා නොවේ. A හා B අතර තරංගය ධ්‍රැවණය නො වී පවතින තන්තුවේ ඕනෑ ම දිශාවකට කම්පනය කරවිය හැකි ය. BC හා CD අතර කොටස් තල ධ්‍රැවිත වී ඇත.



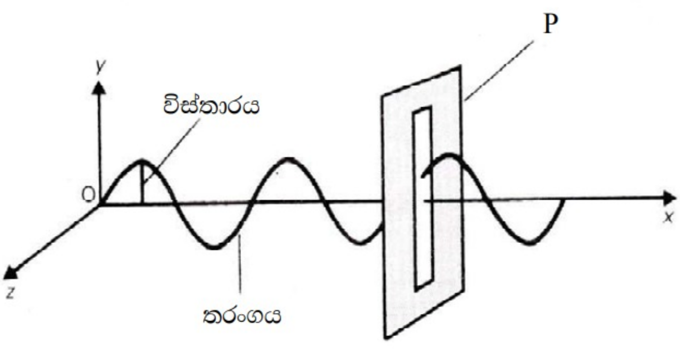
3.11 (a) රූපය



3.11 (b) රූපය

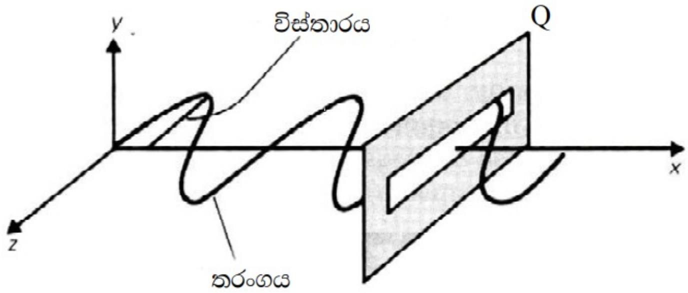
ආලෝක තරංගවල ධ්‍රැවණය

ඉහත ආකාරයට ඇති කළ තරංග සඳහා කම්පන මාධ්‍යය තන්තුව වේ. ආලෝක තරංග සඳහා කම්පන මාධ්‍යය විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය වේ. විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය අහඹු ලෙස කම්පනය වීමෙන් ලැබෙන ආලෝකය අධ්‍රැවිත වේ. තෝරමල්ලි, ක්වෝට්ස් හා කැල්සයිට් වැනි ස්වාභාවික ස්ඵටික තුළින් ආලෝකය ගමන් කරන විට කිසියම් වෙනසකට ලක් වේ. P හා Q නමැති තෝරමල්ලි ස්ඵටික දෙකක් අක්ෂ එකිනෙකට සමාන්තරව සකස් කර ඇති අවස්ථා සලකා බලමු. 3.11(c), (d) රූප බලන්න.



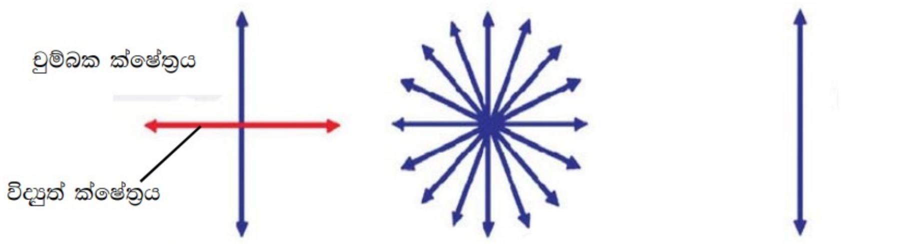
3.11. (c) රූපය තල ධ්‍රැවිත ආලෝකය ලබා ගැනීම

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



3.11. (d) රූපය තල ධ්‍රැවිත ආලෝකය ලබා ගැනීම

තෝරමල්ලි ස්ඵටිකයේ අණුක ව්‍යුහය නිසා එහි අක්ෂයට සමාන්තර කම්පන පමණක් සම්ප්‍රේෂණය කරයි.



3.12 රූපය

සාමාන්‍ය ආලෝකයේ ප්‍රචාරණ දිශාවට ලම්බකව ඇති තල මිලියන ගණනක් ඔස්සේ විද්‍යුත් හා චුම්බක ක්ෂේත්‍රවල කම්පන සිදු වේ. මේ කම්පන සියල්ලේම විස්තාර සම වේ. ඇස් කණ්නාඩි නිෂ්පාදනයේදී ඇසට හානි වන UV කිරණවල කම්පන කපා හැරීම සඳහා පෝලරොයිඩ භාවිත කරනු ලැබේ. ධ්‍රැවිත ආලෝකය ලබා ගැනීමේ විවිධ ක්‍රම ඇත. වීදුරු තහඩු පුංජයක් (pile) මඟින් පරාවර්තනය ද ද්විත්ව වර්තනය ද ධ්‍රැවිත ආලෝකය ලබා ගන්නා යාන්ත්‍රණ වශයෙන් සඳහන් කළ හැකි ය.

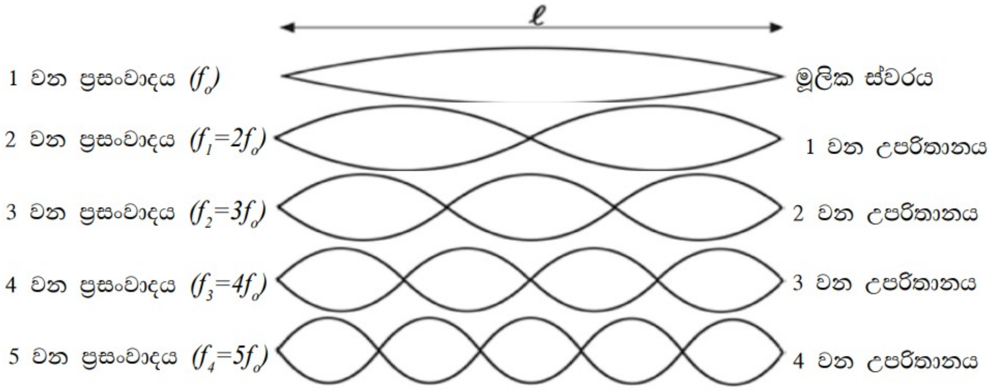
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

හතර වන පරිච්ඡේදය

ඇදි තන්තුවල ඇති වන ස්ථාවර තරංග

ඇදි තන්තුවක කම්පන විදි

දෙකොන ගැට ගැසූ තන්තුවක් කම්පනය කළ විට තන්තුවේ පුඩු සාදමින් එය කම්පනය වන ආකාරය අපි දැක ඇත්තෙමු. තන්තුව කම්පනය වීම නිසා එය දිගේ ප්‍රගමනය වන තීර්යක් තරංග තන්තුවේ කොන්වලින් ඇති වන පරාවර්තනය වීම හේතුවෙන් ස්ථාවර තරංග ඇති වීමට තිබිය යුතු අවශ්‍යතා සම්පූර්ණ කරයි. ඉදිරියට ගමන් කරන තරංගයත්, පරාවර්තනය වී පැමිණෙන තරංගයත් අධිස්ථාපනය වීමෙන් ස්ථාවර තරංග හට ගනී. තන්තුවේ කොන් අචලව ගැට ගසා ඇති හෙයින් කොන්වලින් ඇති වනුයේ දෘඪ පරාවර්තනයකි. දෘඪ පරාවර්තනයක දී පරාවර්තනය සිදු වන ස්ථානයේදී ඇති වන්නේ නිෂ්පන්ද බැව් අපි දනිමු. එබැවින් තන්තුවලට නිදහසේ කම්පනය විය හැකි නම් එහි ඇති වන සියලු ස්ථාවර තරංග රටාවල කොන් දෙකෙහි නිෂ්පන්ද පිහිටිය යුතු ය. දෙවනුව තන්තුවේ ඇති විය හැකි ස්ථාවර තරංග රටා පහත රූප සටහනේ දැක්වේ.



4.1. රූපය

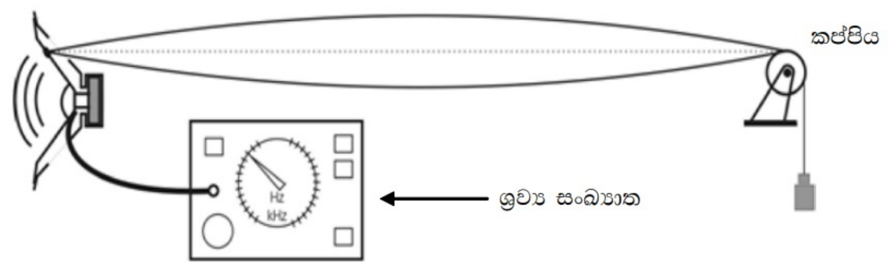
තන්තුව පළමුවරට කම්පනය වන ආකාරය මූලික තානය ලෙසත්, ඊළඟට කම්පනය වන ආකාර උපරිතාන ලෙසත් හඳුන්වනු ලැබේ. ඒවා නම් කරන ආකාරය රූපයේ දක්වා ඇත. මූලික ස්වරයේ සංඛ්‍යාතය f_0 තන්තුවේ දිග l යැයි ද සලකමු. එවිට මූලික අවස්ථාවේ දී ස්ථාවර තරංගයේ තරංග ආයාමය $\lambda_0 = 2l$ බව අපට පෙනේ. $v = f\lambda$ හි ආදේශයෙන් මූලික තරංගයේ සංඛ්‍යාතය $f_0 = \dfrac{v}{\lambda_0} = \dfrac{v}{2l}$ වේ. පළමු උපරිතානයේ දී $\lambda_1 = l$ හෙයින් $f_1 = \dfrac{v}{\lambda_1} = \dfrac{v}{l}$ වේ. මෙය $2f_0$ හි දෙගුණයක් හෙයින් $f_i = 2\left(\dfrac{v}{2l}\right) = 2f_0$ එහි සංඛ්‍යාතය වේ. මෙලෙස දෙවන උපරිතානයේ සංඛ්‍යාතය $f_2 = 3\left(\dfrac{v}{2l}\right) = 3f_0$ තුන්වන උපරිතානයේ සංඛ්‍යාතය $f_3 = 4f_0$ බවට පෙන්විය හැකි ය.
මේ ආකාරයට උපරිතානවල සංඛ්‍යාතය පහසුවෙන් සෙවිය හැකි ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

කම්පනය වන තන්තුවේ සංඛ්‍යාතය එහි මූලික ස්වරයේ සංඛ්‍යාතය (f_0) හි ගුණාකාරයක් නම්, ඒ කම්පන ආකාරය ප්‍රසංවාදය ලෙස නම් කරනු ලැබේ.

තන්තුවක ඉහත ආකාරයේ සියලු ස්ථාවර තරංග ඇති වන විට කුඩා ස්පීකරයක් (කම්පකය ලෙස) ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත තරංග ජනකයන් ඇසුරෙන් පෙන්වාදිය හැකි ය. ස්පීකරයේ කඩදාසි කේතුවේ



4.2 රූපය

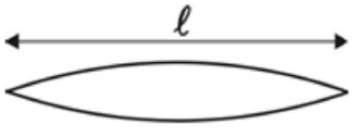
මැද ප්‍රදේශයෙන් තන්තුවේ කෙළවරක් ගම් භාවිත කොට අලවන්න. එහි අනෙක් කොන කප්පියක් උඩින් යවා තන්තුව ඇදී පැවතීමට අවශ්‍ය තරම් භාරයක් යොදන්න. දැන් ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත ජනකය ස්පීකරයට සම්බන්ධ කොට එහි සංඛ්‍යාතය අඩු ම අගයෙන් පටන් ගෙන තන්තුව පළමුවරට ස්ථාවර තරංගයක් ඇති වන අවස්ථාව දක්වා වෙනස් කරන්න. එසේ කළ නොහැකි නම් තන්තුවේ ස්ථානය සුදුසු ලෙස වෙනස් කොට ඒ අවස්ථාව ලබා ගන්න. එවිට 4.2 රූපයේ දැක්වෙන ලෙස තන්තුව මූලික ස්වරයෙන් කම්පනය වන බව දක්නට ලැබේ. දැන් සංඛ්‍යාත ජනකයේ දැක්වෙන සංඛ්‍යාතය $\left(f_0\right)$ එහි ගුණාකාරවලින් වැඩි කරමින් $2f_0, 3f_0, 4f_0, \ldots$ පරීක්ෂා කළ විට 4.1 රූපයේ දැක්වෙන ස්ථාවර තරංග රටා ඔබට දැක ගත හැකි වනු ඇත.

ඇදි තන්තුවක තීර්යක් තරංගවල ප්‍රවේගය

තන්තුවේ ආතතිය T ද තන්තුවේ ඒකීය දිගක ස්කන්ධය (සමහර අවස්ථාවල මෙයට රේඛීය ඝනත්වය යැයි කියනු ලැබේ.) m ද නම්, තන්තුවේ ප්‍රගමනය වන තීර්යක් තරංගයක ප්‍රවේගය v පහත ප්‍රකාශනයෙන් දැක්විය හැකි ය.

$$\boxed{v = \sqrt{\frac{T}{m}}} \quad (4.1)$$

තන්තුවේ ප්‍රවේගය හා තරංග ආයාමය ඇසුරෙන් තන්තුවේ ඇති ස්ථාවර තරංගයේ ප්‍රවේගය සඳහා ප්‍රකාශනයක් ලබා ගත හැකි ය.



4.3 රූපය

$$\sqrt{\frac{T}{m}} = f\lambda$$

$$\boxed{f = \frac{1}{\lambda}\sqrt{\frac{T}{m}}} \quad (4.2)$$

තන්තුව මූලික ආකාරයෙන් කම්පනය වන විට (4.3 රූපය) තන්තුවේ දිග තරංගයේ තරංග ආයාමයයෙන් අර්ධයක් බව පෙනේ.

$$\lambda_0 = 2l$$

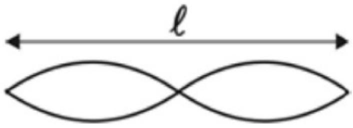
මෙය 4.2 සමීකරණයේ ආදේශ කළ විට,

$$f_0 = \frac{1}{\lambda_0}\sqrt{\frac{T}{m}}$$

$$f_0 = \frac{1}{2l}\sqrt{\frac{T}{m}} \qquad (4.3)$$

නිදහසේ කම්පනය විය හැකි තන්තුවක මූලික කම්පන අවස්ථාව සංඛ්‍යාතය f_0 මෙමගින් ලැබේ. නිදහසේ කම්පනය වන තන්තුවේ උපරිතාන සඳහා ද මෙලෙස ප්‍රකාශන ලබා ගත හැකි ය.

පළවැනි උපරිතාන අවස්ථාව ගැන සලකා බලමු (4.4 (a) රූපය).



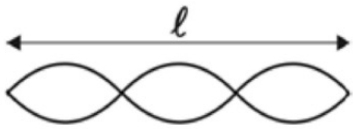
4.4 (a) රූපය

මෙහි $l = \lambda_1$

නමුත් $f = \frac{1}{\lambda}\sqrt{\frac{T}{m}}$ හෙයින්,

පළමුවන උපරිතානය f_1 හි අගය $f_1 = \frac{1}{l}\sqrt{\frac{T}{m}}$ බව පෙනේ.

දෙවන උපරිතාන අවස්ථාව ගැන සලකා බලමු (4.4 (b) රූපය).



4.4 (b) රූපය

දෙවන උපරිතානයේ දී තන්තුවේ දිග

$$l = \frac{3}{2}\lambda$$

$$\therefore \lambda = \frac{2}{3}l \qquad \text{වේ.}$$

එබැවින් $f_2 = \dfrac{3}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{m}}$

මූලිකයේ සංඛ්‍යාතය $f_0 = \dfrac{1}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{m}}$ද,

පළමුවැනි උපරිතානයේ සංඛ්‍යාතය $f_1 = \dfrac{1}{l}\sqrt{\dfrac{T}{m}} = \dfrac{2}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{m}} = 2f_0$

දෙවන උපරිතානයේ සංඛ්‍යාතය $f_2 = \dfrac{3}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{m}} = 3.\dfrac{1}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{m}} = 3f_0$ බව පෙනේ.

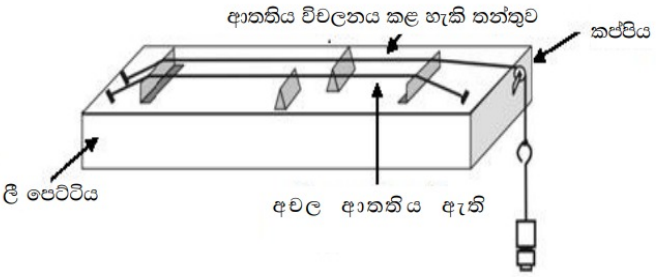
මේ අනුව n වන උපරිතානයේ සංඛ්‍යාතය nf_0 හෙයින් $f_n = \dfrac{(n+1)}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{m}}$ වේ.

මෙලෙස නිදහසේ ඇති තන්තුවක 1 වන ප්‍රසංවාදය එහි මූලික සංඛ්‍යාතය f_0 වේ. දෙවන ප්‍රසංවාදයේ සංඛ්‍යාතය $2f_0$ තුන්වන ප්‍රසංවාදයේ සංඛ්‍යාතය $3f_0$ බව පෙනේ.

$\therefore n$ ප්‍රසංවාදයේ සංඛ්‍යාතය $f_n = nf_0 = \dfrac{n}{2l}\sqrt{\dfrac{T}{m}}$ වේ.

ධ්වනිමානය (The sonometer)

ධ්වනිමානය යනු ලීවලින් තැනූ පෙට්ටියක් මත අචලව සම්බන්ධ කළ තන්තුවක් සහ ආතතිය වෙනස් කළ හැකි ලෙස සකස් කළ තවත් කම්බියක් සහිත උපකරණයකි.



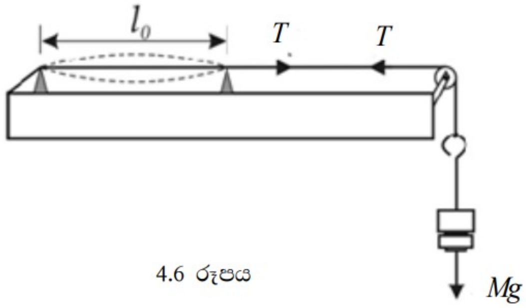
4.5 රූපය

උසස් පෙළ නව නිර්දේශයේ සඳහන් පරීක්ෂණය සඳහා ආතතිය විචල්‍ය කළ හැකි තන්තුව පමණක් තිබීම ප්‍රමාණවත් ය.

ධ්වනිමානය මඟින් සරසුලක සංඛ්‍යාතය සෙවීම

සරසුල එහි මිටෙන් අල්ලා කම්පනය කොට, ධ්වනිමාන පෙට්ටිය මත සරසුලේ මිට ස්පර්ශ කරන්න. දැන් තන්තුවට ස්පර්ශ වන සේ තබා ඇති නා දූත්ත කම්බියේ දිග කෙටි ම වන සේ තබා, ක්‍රමයෙන් නා දූත්ත චලනය කරමින් කම්බිය මූලික ස්වරයෙන් අනුනාද වන අවස්ථාව ලබා ගන්න. මේ අවස්ථා නිවැරදිව සොයා ගැනීමට කුඩා කඩදාසි ආරෝහකයක් භාවිත කළ හැකි ය.

මෙහි දී V අකුරක හැඩයට කපා ගත් කඩදාසි ආරෝහකය සෑම විට ම කම්පනය වන කොටසේ මැද සිටින සේ වෙනස් කරමින් නා දෘත්ත චලනය කරමින් කම්බියේ දිග l_0 වෙනස් කරන්න. කම්බියේ මැද ප්‍රස්පන්දයක් ඇති වන විට කඩදාසි ආරෝහකය ඉවතට විසි වී යයි. දැන් අනුනාද වූ කම්බි කොටසේ දිග මීටර රූලකින් මැන ගන්න.



4.6 රූපය

අනුනාද අවස්ථාව සොයා ගැනීමට තවත් ක්‍රමයක්

කම්පනය කළ සරසුල, අචල සේතුව මත කම්බිය හා ගැටෙන සේ තබා අනෙක් සේතුව සීරුවෙන් ඈත් කිරීමෙන් එක්තරා අවස්ථාවක දී ආරෝහකය ශීඝ්‍රයෙන් චලනය වී ඉවතට විසි වී යයි.

මෙවැනි අවස්ථාවක් 4.6 රූපයෙන් දැක්වේ. එල්වා ඇති ස්කන්ධය M නම්, තන්තුවේ ආතතිය $T = Mg$ (කප්පියේ ඝර්ෂණය නොසලකා හරිමු.)

තන්තුවේ ඇති වන ස්ථාවර තරංගයේ තරංග ආයාමය λ_0 නම්

$$\frac{\lambda_0}{2} = l_0 \therefore \lambda_0 = 2l_0 \quad \text{වේ.}$$

$$f_0 = \frac{1}{2l_0}\sqrt{\frac{T}{m}}$$

කම්බිය අනුනාද වූයේ සරසුලේ සංඛ්‍යාතය තන්තුවේ සංඛ්‍යාතයට සමාන වූ නිසා ය.

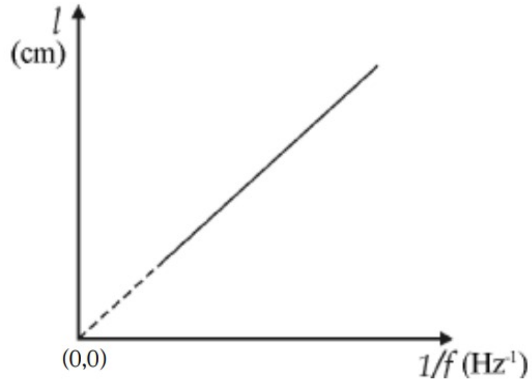
$$\therefore f_0 = \frac{1}{2l_0}\sqrt{\frac{Mg}{m}}$$

කම්බියේ ඒකක දිගක ස්කන්ධය සෙවීම සඳහා එය ධ්වනිමානයෙන් ඉවත් කර, එහි ස්කන්ධය මැන මීටර කෝදුවක ආධාරයෙන් දිග සොයා, ස්කන්ධය දිගෙන් බෙදා ගණනය කර ගත හැකි ය.

ධ්වනිමානය ඇසුරෙන් තන්තුවේ අනුනාද වන දුර සහ සංඛ්‍යාතය අතර සම්බන්ධතාව සෙවීම

මේ සඳහා විද්‍යාගාරයේ ඇති සංඛ්‍යාත දන්නා සුරසුල් කට්ටලය භාවිත කළ හැකි ය. මෙහි දී කම්බියේ ආතතිය නියතව තබා වැඩි ම සංඛ්‍යාතය ඇති සරසුල (512 Hz) කම්පනය කොට ධ්වනිමාන පෙට්ටිය මත තබන්න. දැන් නා දෘත්ත තන්තුවේ දිග කෙටි ම අවස්ථාවේ සිට වැඩි කරමින් මූලික වශයෙන් අනුනාද වන දිග l_o සොයා ගන්න. (අනුනාද අවස්ථාව සොයා ගැනීමට කඩදාසි ආරෝහකය භාවිත කරන්න.)

දුන් ආතතිය T නියතව තිබිය දී සරසුලේ සංඛ්‍යාතය අවරෝහණ පිළිවෙළට ගනිමින්, ඒවා සමඟ අනුනාද වන කම්බියේ දිගවල් සොයාගන්න.



4.7 රූපය

දුන් $\frac{l}{f}$ එදිරියෙන් l ප්‍රස්තාරගත කරන්න.
එවිට මූල ලක්ෂ්‍යය හරහා යන සරල රේඛාවක් ඔබට ලැබෙනු ඇත. එබැවින් T අචල විට l දිග f ට ප්‍රතිලෝම වශයෙන් සමානුපාතික වේ.

මාධ්‍යයක් තුළ අන්වායාම තරංගවල ප්‍රවේගය

තන්තුවල තරංග ප්‍රගමනය වීමේ දී එහි ඇති වන ක්ෂණික විකෘතිය නැවත මුල් තත්ත්වයට පත් වනුයේ තන්තුවේ ආතතිය හේතුවෙනි. එහෙත් මාධ්‍යයක මෙවැනි ආතතියක් නැති අතර තරංගය ගමන් කිරීමේ දී ඇති වන විකෘතිය (සම්පීඩන හා විරලනවල) නැවත මුල් තත්ත්වයට පත් වනුයේ මාධ්‍යයේ ප්‍රත්‍යාස්ථ ගුණය හේතුවෙනි.
ඕනෑ ම මාධ්‍යයක් තුළ අන්වායාම තරංගවල ප්‍රවේගය $v=\sqrt{\frac{E}{\rho}}$ මගින් දැක්වේ.

මාධ්‍යයේ ප්‍රත්‍යාස්ථතා මාපාංකය E වන අතර ρ මාධ්‍යයේ ඝනත්වය වේ.

සියලු ඝන මාධ්‍ය තුළ ධ්වනිය ගමන් කරන්නේ අන්වායාම තරංග ලෙස හෙයින් ධ්වනි ප්‍රවේගය ද ඉහත සම්බන්ධතාවෙන් දැක්වෙයි. උදහරණ ලෙසඃ යකඩවල යං මාපාංකය $197\times10^{9}\ \mathrm{N\ m^{-2}}$ ඝනත්වය $7850\ \mathrm{kg\ m^{-3}}$ ද හෙයින් යකඩවල ධ්වනි ප්‍රවේගය,

$$v=\sqrt{\frac{197\times10^{9}}{7850}}=5009.5\ \mathrm{m\ s^{-1}}$$

මෙය යකඩවල ධ්වනි ප්‍රවේගයේ ප්‍රායෝගිකව ලබා ගත් අගය සමඟ ඉතා හොඳින් ගැළපේ. (යකඩවල ධ්වනි ප්‍රවේගය $5000\ \mathrm{m\ s^{-1}}$ වේ).

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ද්‍රවවල අන්වායාම තරංග ප්‍රවේගය ද මේ සම්බන්ධතාව භාවිතයෙන් සෙවිය හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙසඃ ජලයේ නිකර මාපාංකය 2.05×10^{9} N m^{-2} වන අතර, ජලයේ ඝනත්වය 995.5 kg m^{-3} (27 ^{o}C) හෙයින් $v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$ භාවිතයෙන් 27 ^{o}C දී ජලය තුළ ධ්වනි ප්‍රවේගය 1498 m s^{-1} වේ.

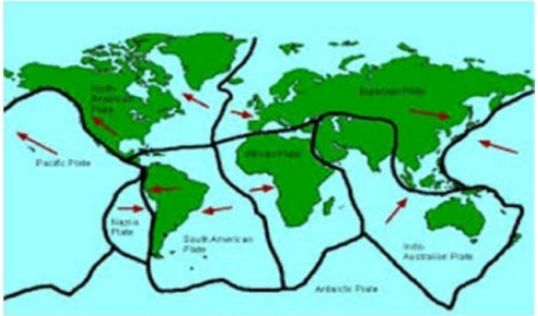
භූකම්පන තරංග (Seismic Waves)

භූ කම්පන තරංග ඇති වනුයේ පොළොව තුළ සිදු වන ප්‍රබල කම්පන හෝ පිපිරුම් නිසා ය. බොහෝ අවස්ථාවල මේ කම්පන ඇති වීම භූමිකම්පාවලට හේතු වේ. ශ්‍රී ලංකාවේ අපට භූකම්පන පිළිබඳව වැඩි අත්දැකීමක් නැති නමුත් ලෝකයේ බොහෝ තැන්වල සිදු වන භූකම්පා නිසා සිදු වන දේපළ හා ජීවිත හානි පිළිබඳව අපි අසා ඇත්තෙමු.

වසරකට ලෝකයේ භූමිකම්පා විශාල සංඛ්‍යාවක් සිදු වේ. මේවායේ ප්‍රබලතාව එකිනෙකට වෙනස් හෙයින් ඒවායින් ඇති වන හානිය ද විවිධ වේ. වාර්තාගත විශාලතම භූමිකම්පාව 1960 චිලීවල (රිච්ටර් පරිමාණය 9.5) සිදු වී ඇති අතර, එහි දී ජීවිත විනාශ වී ඇත්තේ 4000ත් 5000ත් අතර ප්‍රමාණයකි. ඉතිහාසයේ සඳහන් ලෙස වැඩි ම ජීවිත හානිය (ජීවිත 83,000) සිදු වී ඇත්තේ චිලී භූමිකම්පනයට වඩා ප්‍රබලතාවෙන් අඩු 1556 ජනවාරි 23 දා චීනයේ සිදු වූ භූමිකම්පාවෙනි. ඍජුව භූමි කම්පා මගින් සිදු වන ව්‍යසනයන් අපි අත්දැක නැති නමුදු 2004 දෙසැම්බර් 26 දා උතුරු සුමාත්‍රා දූපත අසල ඉන්දීය සාගරයේ සිදු වූ භූමිකාම්පාව (රිච්ටර් පරිමාණයේ 9.1) ඇති වූ සුනාමියෙන් ශ්‍රී ලංකාවට විශාල විනාශයක් සිදු විය.

අනාගතයේ දී ශ්‍රී ලංකාව අසල භූමිකම්පා ඇති වීමට ප්‍රවණතාවක් ඇති නිසා ද ඕනෑ ම මොහොතක ඉන්දීය සාගරයේ ඇති වන භූමිකම්පාවක් නිසා සුනාමි ඇති විය හැකි හෙයිනුත් මේ පිළිබඳ දැනුමක් ලබා ගැනීමට අපට වැදගත් වේ. එසේ ම නවීන විද්‍යාවේ දියුණුව නිසා කාලගුණය, සුළි කුණාටු ආදිය ගැන අනාවැකි ප්‍රකාශ කිරීමට හැකි වී ඇති නමුදු භූමිකම්පා පිළිබඳව අනාවැකි ප්‍රකාශ කිරීමේ හැකියාවක් මෙතෙක් ලැබී නැත.

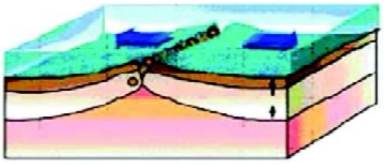
භූමිකම්පා මඟින් සිදු වන හානිවලට ප්‍රධාන වශයෙන් හේතු වන්නේ එමඟින් ඇති වන භූමි තරංගයන් ය. භූමිකම්පා සිදු වීමට ප්‍රධාන වශයෙන් හේතු වන කරුණු දෙකක් වේ. පෘථිවියේ භූ තල අතර ඇති වන අන්තර් ක්‍රියා භූමිකම්පා ඇති වීමට ප්‍රධාන හේතුව වන අතර, අනෙක් කරුණ වන්නේ ගිනි කඳු පුපුරා යෑම නිසා ඇති වන කම්පනයකි. එහෙත් ගිනි කඳු පුපුරා යෑමෙන් සිදුවන භූමිකම්පා සාමාන්‍යයෙන් භූ තල අතර අන්තර් ක්‍රියාවලින් ඇති වන භූමි කම්පාවලට සාපේක්ෂ ව කුඩා ය. මෙයට අමතරව විශාල ගණයේ පරමාණු බෝම්බ පෘථිවිය තුළ පිපිරවීමෙන් කුඩා භූමි කම්පාවකට සමාන භූතරංග ජනිත වේ. මෙතෙක් පොළොව ඇතුළත කරන ලද විශාල ම පරමාණු බෝම්බ අත් හදා බැලීම TNT 5 HL බලය ඇති බෝම්බයක් වන අතර එය 1971 නොවැම්බර් 6 වන දින ඇමෙරිකාව විසින් සිදු කරන ලද්දකි. එමඟින් රිච්ටර් පරිමාණය 6.9ක භූමිකම්පාවක් ඇති විය. පෘථිවි පෘෂ්ඨය භූ තල (tectonic plate) ගණනාවකින් නිර්මාණය වී ඇත. එම තල පෘථිවි මධ්‍යයෙහි ඇති ද්‍රව මැග්මා (magma) මත ඉතා සෙමෙන් නිදහසේ චලනය වේ. පොළෝ පෘෂ්ඨයේ පිහිටන ප්‍රධාන භූ තල පහත රූපයෙන් දැක්වේ.



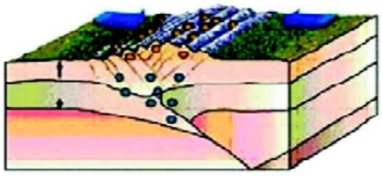
4.8 රූපය

මේ තල එකිනෙක සමඟ ඇති කරන අන්තර් ක්‍රියා නිසා ප්‍රත්‍යාස්ථ විරූපණවලට භාජනය වේ. දීර්ඝ කාලයක් තුළ සෙමෙන් සිදු වන මේ විරූපණ යම් අවස්ථාවක දරා ගත නොහැකි මට්ටමට ළඟා වූ විට පෘෂ්ඨයේ ඒ කොටස ක්ෂණික පිපිරුමකට ලක් වේ. මේ පිපිරුම ඉතා විශාල ශක්තියක් විමෝචනය කරයි. භූ කම්පනවලට හේතු වන්නේ මේ පිපිරුමයි.

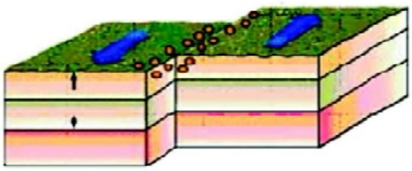
භූ තල එකිනෙක අතර ඇති කරන විස්ථාපනය (අන්තර් ක්‍රියා) ප්‍රධාන ක්‍රම හතරකට අයත් වේ. පහත රූපයේ දක්වා ඇත.



(a) තල අතර තිරස් විස්ථාපනය



(b) භූ තල එකිනෙක වෙත ළඟා වීම



(c) භූ තලයක් ක්ෂණිකව තිරස් ව විස්ථාපනය වීම

(d) භූ තලයක් ක්ෂණිකව සිරස් ව විස්ථාපනය වීම

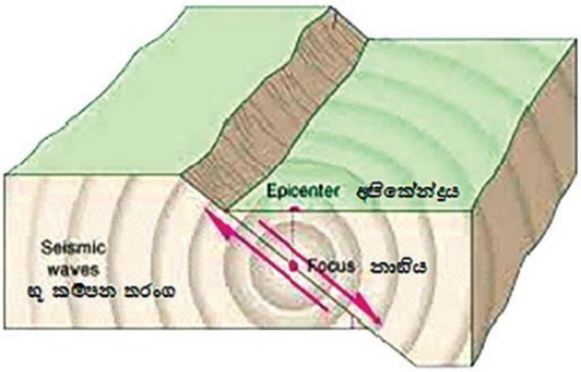
4.9 රූපය

4.9(a) රූපයෙන් දක්වෙන්නේ ඒ තල අතර තිරස් විස්ථාපනයක් ඇති වන ආකාරයයි. මෙහි දී පළමුව පෘථිවි පෘෂ්ඨය තිරස්ව විරූපණයට බඳුන් වන අතර, එක්වර ම විශාල ශක්තියක් පිට කරමින් ඒ තල තිරස්ව චලනය වේ.) 4.9 (b) රූපයෙන් දක්වෙන්නේ භූ තල එකිනෙක වෙත ළඟා වීම හේතුවෙන් ඒවායේ මායිම් එකක් මත එකක් ලිස්සා යෑම නිසා භූමිකම්පා ඇති වන ආකාරයයි. මෙහි දී ද ඇති වන විරූපණ දරා ගත නොහැකි වීම නිසා ක්ෂණික පිපිරුම් පොළොවේ ඇති වෙයි.

4.9 (c) රූපයෙන් දක්වෙන්නේ එක් භූ තලයක් ක්ෂණිකව තිරස්ව විස්ථාපනය වීමයි. මෙවැනි භූමිකම්පාවක් සාගරය තුළ ඇති වුව හොත් භූ චලනයට අමතරව සුනාමි තරංග ඇති වී විශාල විනාශයන් සිදු වේ. පසුව මේ පිළිබඳව වෙන ම සලකා බලමු.

4.9 (d) රූපයේ දැක්වෙන්නේ එක් භූ තලයක් ක්ෂණිකව සිරස්ව විස්ථාපනය වීමයි. මෙවැනි භූමිකම්පාවක් සාගරය තුළ ඇති වුව හොත් භූ චලනයට අමතරව සුනාමි තරංග ඇති වී විශාල විනාශයක් සිදු වේ.

මෙලෙස භූමි කම්පාවක් සිදු වන විට විරූපණ බල නිදහස් කරමින් පොළොව තුළ පිපිරුම සිදු වන ස්ථානය අන්තර්කේන්ද්‍රය (Hypocenter) හෙවත් නාභිය (Focus) ලෙස හැඳින්වේ. මෙය පොළොව තුළ කිලෝමීටර් ගණනාවක් ගැඹුරින් පිහිටිය හැකි ය. අන්තර් කේන්ද්‍රයට ලම්බකව ඉහළින් පෘථිවි පෘෂ්ඨය තුළ ඇති ලක්ෂ්‍යය අපිකේන්ද්‍රය (Epicenter) ලෙස හැඳින්වේ. අන්තර් කේන්ද්‍රය පිහිටි ගැඹුර අඩු වන විට කම්පනයේ තීව්‍රතාව ද වැඩි වේ.



4.10 රූපය

භූකම්පන මඟින් ඇති වන භූ තරංග නිසා ඒවායින් ඇති වන හානිය දුරට පැතිර යයි. භූමිකම්පාවකින් ඇති වන භූ තරංග ප්‍රධාන වශයෙන් කොටස් දෙකකට බෙදේ. මේවා 'දේහ තරංග' (Body waves) ලෙස හා 'පෘෂ්ඨීය තරංග' (Surface waves) ලෙස හැඳින්වේ.

දේහ තරංග (Body waves)

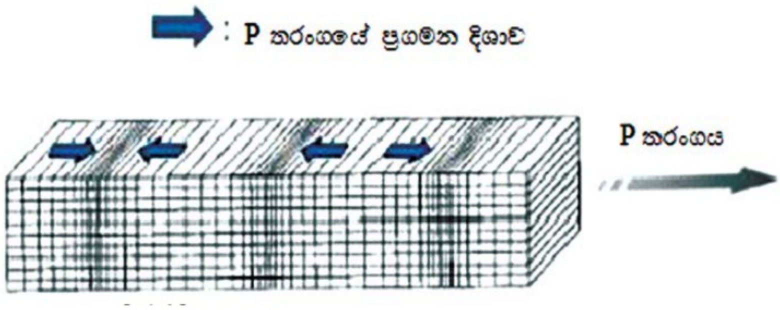
පෘෂ්ඨීය තරංගවලට වඩා වැඩි වේගයක් දේහ තරංගවල ඇත. මේ නිසා මාපාංකවලට කලින් ම සංවේදනය වන්නේ දේහ තරංගයි. එසේ ම පෘෂ්ඨීය තරංගවලට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාතයක් දේහ තරංගවලට ඇත. තරංගය ප්‍රගමනය වන ආකාරය අනුව දේහ තරංග වර්ග දෙකකට බෙදේ.

1. P තරංග (Primary waves)
2. S තරංග (Secondary waves)

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

P තරංග

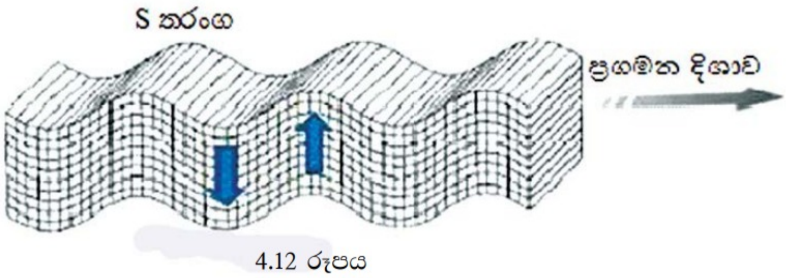
දේහ තරංගවලින් භූකම්පන මධ්‍යස්ථානය වෙත පළමුවෙන් ම ළඟා වන්නේ මේ තරංග වර්ගයයි. එබැවින් මේවා 'ප්‍රාථමික තරංග' (Primary waves) ලෙස හැඳින්වේ. මේවා ධ්වනි තරංග මෙන් අන්වායාම තරංග ලෙස ප්‍රගමනය වේ. මේ නිසා ඝන, ද්‍රව හා වායු මාධ්‍ය තුන හරහා ම ගමන් කිරීමට මේ තරංගවලට හැකි ය. ඒවාට ඝන මාධ්‍යවල දී (පාෂාණ) 5000 $m\,s^{-1}$ පමණ ප්‍රවේගයක් ද ද්‍රව තුළ දී (ජලය) 1500 $m\,s^{-1}$ ප්‍රවේගයක් ද වාතයේ දී 320 $m\,s^{-1}$ පමණ ප්‍රවේගයක් ද ඇත. මේ තරංග ප්‍රගමනය වන විට මාධ්‍යයේ අංශු චලනය වන ආකාරය රූප සටහනේ දැක්වේ. භූමිකම්පාවකින් ඇති වන P තරංග සමහර අවස්ථාවල ඇතුන්, බල්ලන්, වැනි සතුන්ට ශ්‍රවණය නොවේ. යම් ප්‍රමාණයකට මිනිසුන්ට දැනෙන සංවේදනය වන්නේ යම් වස්තුවක දෙදරීම පමණි.



4.11 රූපය

S තරංග (Secondary waves)

භූකම්පන මධ්‍යස්ථානයක් වෙත දෙවනුව ළඟා වනුයේ මේ තරංග හෙයින් ද්විතීයික තරංග (Secondary Waves) ලෙස මේවා හැඳින්වේ. මේවායේ ප්‍රවේගය P තරංගවල ප්‍රවේගයෙන් 60% ක් පමණ වේ. P තරංගවලට වඩා මෙහි ප්‍රධාන වෙනස වන්නේ මේ තරංග තීර්යක් තරංග වීමයි. මේ තරංගවල කම්පන තිරස් සහ සිරස් තලවල පිහිටයි.



4.12 රූපය

තීර්යක් කම්පන හෙයින් මේවාට ගමන් කළ හැක්කේ ඝන මාධ්‍ය (පාෂාණ) තුළින් පමණි. තරංගය ගමන් කරන දිශාවට සාපේක්ෂ ව දෙපසට හෝ ඉහළට පහළට මේවා මඟින් කම්පන ඇති කරයි. මේ තරංග ගමන් කරන විට අංශු චලිත වන ආකාරය රූපයෙන් දැක්වේ.

පෘෂ්ඨීය තරංග

භූකම්පන තරංගවල දෙවන ආකාරය වූ පෘෂ්ඨීය තරංග ගැන මීළඟට සලකා බලමු. මේවායේ සංඛ්‍යාතය දේහ තරංගවලට (P හා S තරංග) වඩා අඩු වේ. ඒසේ ම ඒවායේ ප්‍රවේගය ද සාපේක්ෂව අඩු වේ. S තරංගවල ප්‍රවේගයෙන් 90% ක පමණ ප්‍රවේගයක් පෘෂ්ඨීය තරංගවලට ඇත. භූමිකම්පා මගින් ඇති වන විනාශයෙන් වැඩි කොටසකට වගකිව යුතු වන්නේ මේ පෘෂ්ඨීය තරංග ය. පෘෂ්ඨීය තරංග ප්‍රධාන වර්ග දෙකකට වෙන් කෙරේ.

රේලී තරංග (Rayleigh waves)

මේ තරංග පිළිබඳ ගණිතමය ප්‍රකාශනය (සහ පැහැදිලි කිරීම) පළමුවෙන් කරන ලද්දේ 1885 දී රේලී සාමිවරයා විසිනි. ඔහුට ගරු කිරීමක් ලෙස මේ තරංග ඔහුගේ නමින් හඳුන්වනු ලැබේ. මේ තරංග ගමන් ගන්නා විට මාධ්‍යයේ අංශු තීර්යක් හා අන්වායාම තරංග දෙවර්ගය ම මිශ්‍ර වූ කම්පන උපකාරී කර ගනී. මේවා 50 - 300 $m\,s^{-1}$ පමණ ප්‍රවේගයෙන් පොළෝ පෘෂ්ඨය මත ගමන් කරයි. මේ තරංග ඇති වන්නේ පොළොව අභ්‍යන්තරයේ වූ කම්පන ලක්ෂ්‍යය වන අන්තර් කේන්ද්‍රයේ සිට පැමිණෙන P තරංග හා S තරංගවල අන්තර් ක්‍රියාවෙනි.

4.13 රූපය

ලෝව් තරංග (Love waves)

මේ තරංග තීර්යක් තරංග වර්ගයට ගැනෙන අතර, මෙහි ඇත්තේ සිරස් තලයේ ඇති කම්පනය පමණි. මේවා පිළිබඳ ගණිතමය පැහැදිලි කිරීම 1911දී ඒ. ඊ. එච්. ලෝව් විසින් සිදු කරන ලද නිසා මේ තරංග ඔහුගේ නමින් හඳුන්වනු ලැබේ. මේවායේ ප්‍රවේගය රේලී තරංගවලට වඩා ස්වල්පයක් වැඩි වේ.

රිච්ටර් පරිමාණය

භූකම්පනවල ශක්ති ප්‍රමාණය විශාල පරාසයක් තුළ පැතිර යන හෙයින් භූකම්පන මැනීම සඳහා රේඛීය පරිමාණයක් භාවිත කිරීම අසීරු ය. භූකම්පනයේ දී ඇති වන තරංගවල විස්තාරය කම්පනයේ ශක්තිය මැනීම සඳහා උපයෝගි කර ගනු ලබන අතර, භූකම්පනයේ දී උත්පාදනය වූ වැඩි ම විස්තාරයේ ලඝු ගණකය රිච්ටර් පරිමාණයේ දී කම්පනයේ ප්‍රබලතාව මැනීමට භාවිත කරනු ලැබේ. එබැවින් මේ පරිමාණයේ සංඛ්‍යාවක් ඒකකයකින් වෙනස් වීම භූ චලනයේ ප්‍රබලතාව දස ගුණයකින් වෙනස් වීමක් දක්වයි. උදාහරණයක් ලෙස 9 ලෙස වාර්තා වන භූ චලනයේ ප්‍රබලතාව 8 ලෙස දක්වෙන කැලඹුම මෙන් දසගුණයක් විශාල වේ. එසේ ම රිච්ටර් පරිමාණයේ වැඩි වන එක්

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඒකකයකින් භූචලනයේ ශක්තිය 30 වාරයක් වැඩි වීම නිරූපණය කරයි. රිච්ටර් පරිමාණයේ අංකයට උපරිම සීමාවක් නැත. එහෙත් මේ දක්වා සිදු වූ උපරිම භූමි කම්පාව පවා රිච්ටර් පරිමාණයේ අංක 9.5ට වඩා වැඩි නොවී ය.

සුනාමිය (Tsunami)

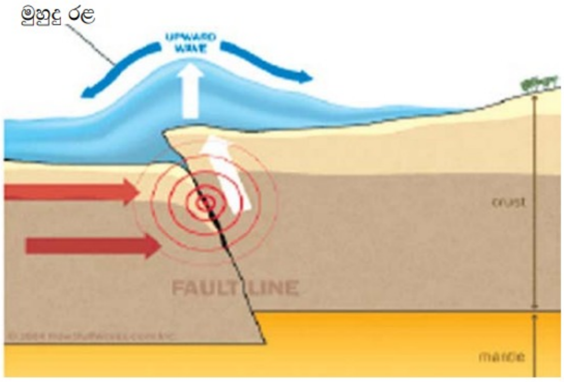
මුහුද තුළ ඇති වන භූමි කම්පාවක් නිසා මුහුදේ සිට ගොඩබිම වෙත පැමිණෙන විශාල ශක්තියකින් යුත් තරංග ශ්‍රේණියක් සුනාමි නමින් හැඳින්වේ. මේ තරංගවලට විශාල දේපළ හානියක් සහ ජීවිත හානියක් සිදු කළ හැකි ය. සුනාමි යන්න ජපන් භාෂාවේ 'වරාය තරංග' යන අරුත දෙන්නකි. සුනාමි සමහරු වඩදිය බාදිය තරංග ලෙස වැරදියට ව්‍යවහාර කරති. එහෙත් වඩදිය බාදිය ඇති වන්නේ සඳෙහි හා හිරුගේ ගුරුත්වාකර්ෂණ බල නිසා මුහුදු ජල පෘෂ්ඨයේ ඇති වන වෙනස් වීමකිනි. එසේ ම සාමාන්‍ය මුහුදු රළ ඇති වනුයේ සුළං හේතු කොට ගෙන ය.

සුනාමිය හේතු කිහිපයක් නිසා සිදු විය හැකි ය.

- මුහුද තුළ සිදු වන භූමිකම්පා මඟින්
- මුහුද තුළ සිදු වන ගිනි කඳු පිපිරීමක් මඟින්
- මුහුදු පතුලේ සිදු වන නායයෑමක් මඟින්
- අභ්‍යවකාශයේ සිට පතිත වන විශාල ග්‍රාහක කැබැල්ලක් මඟින් සුනාමි ඇති විය හැකි ය.

භූමිකම්පාවක් මඟින් සුනාමියක් ඇති වීමට නම් අවශ්‍යතා කීපයක් සපිරිය යුතු වේ. ඒ භූමිකම්පාව මුහුද තුළ සිදු විය යුතු අතර, රිච්ටර් මාපකයේ අගය 6.75ක් වත් විශාල විය යුතු ය.

භූමිකම්පා භූ තල එකිනෙක ගැටීම මඟින් සිදු වන ආකාරය අපි විස්තර කළෙමු. එහි දී විස්තර කරන ලද 4.14 රූපයේ දැක්වෙන ලෙස එක් භූ තලයක් ක්ෂණිකව සිරස් විස්ථාපනයක් ඇති වෙමින් භූචලනය සිදු වීම සුනාමියක් ඇති වීමට තිබිය යුතු තවත් අවශ්‍යතාවකි. මුහුද තුළ ඇති වන සෑම භූකම්පනයකින් සුනාමියක් ඇති වන්නේ මේ නිසා ය.



4.14 රූපය

ඉහත රූපයේ දැක්වෙන්නේ එවැනි භූ චලනයක දී භූ තැටි චලනය වන ආකාරයත්, එමඟින් ජල පෘෂ්ඨයේ විශාල ස්පන්දයක් ඇති වන ආකාරයත් ය. ගැඹුරු මුහුදේ දී ඇති වන මේ ජල කැලඹීමේ විස්තාරය බොහෝ විට 1 m ට වඩා අඩු වේ. ගැඹුරු මුහුදේ දී මේ කැලඹුම පැතිරයෑමෙන් ඇතිවන තීර්යක් තරංගයේ තරංග ආයාමය 100 km පමණ විය හැකි ය. එසේ ම තරංගයේ ආවර්ත කාලය ද පැයක පමණ විශාල කාලයක් වේ. මේ හේතුව නිසා ගැඹුරු මුහුදේ දී සුනාමියක් හඳුනා ගැනීම ඉතා අපහසු වේ. එහෙත් සුනාමි තරංගය ගොඩබිම වෙත ළඟා වීමේ දී වෙනස්කම් කීපයකට භාජනය වේ. ඒ වෙනස්කම් අපට තරංග චලිතයේ ගුණ ඇසුරෙන් පැහැදිලි කර ගත හැකි ය.

ජලයේ ගමන් කරන තීර්යක් තරංගයක ප්‍රවේගය (v) මුහුදේ ගැඹුර (h) මත හා ගුරුත්ව ත්වරණය (g) සමඟ $v=\sqrt{hg}$ යන සම්බන්ධතාව තෘප්තිමත් කරයි. එසේ ම තරංගයක් සඳහා එහි සංඛ්‍යාතය f හා තරංග ආයාමය (λ) අතර සම්බන්ධතාව $v=f\lambda$ බව අපි දනිමු.

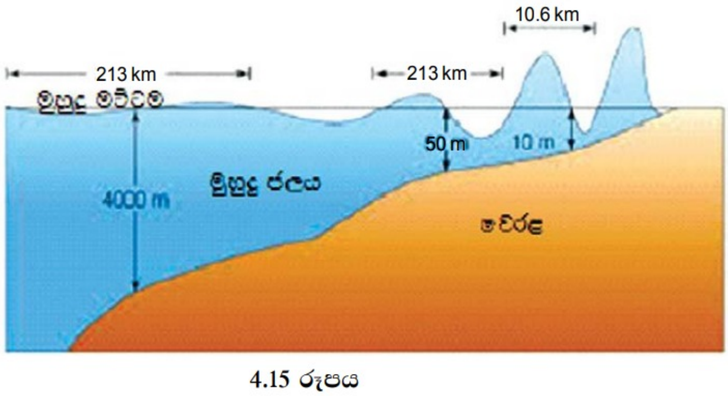
$$\therefore \lambda=\frac{v}{f}=\frac{\sqrt{hg}}{f}$$

තරංගයක සංඛ්‍යාතය නියත හෙයින් මුහුදේ ගැඹුර h අඩු වන විට λ තරංග ආයාමය ද අඩු වන බව පෙනේ. මේ නිසා සුනාමි තරංග වෙරළ වෙත ළඟා වන විට එහි තරංග ආයාමය කෙටි වේ. එසේ ම තරංගයක් රැගෙන යන ශක්තිය (E) තරංගයේ ප්‍රවේගය (v) හා තරංගයේ විස්තාරයෙහි (a) වර්ගයට අනුලෝමව සමානුපාතික වේ.

$E \propto va^2 \quad \therefore E=kva^2$ මෙහි k නියතයකි.

$v=\sqrt{hg}$ හෙයින් තරංගය වෙරළට ළඟා වන විට ගැඹුර අඩු වන හෙයින් ප්‍රවේගය අඩු වේ. එහෙත් තරංගය රැගෙන යන ශක්තිය බොහෝ දුරට නියතව පවතින හෙයින් $E=kva^2$ අනුව v අඩු වන විට විස්තාරය වැඩි වේ. මේ අනුව වෙරළ වෙත ළඟා වන සුනාමි තරංගයක පහත වෙනස්කම් සිදු වේ.

- තරංගයේ ආයාමය අඩු වේ.
- තරංගයේ ප්‍රවේගය අඩු වේ.
- තරංගයේ විස්තාරය වැඩි වේ.



4.15 රූපය

මේ අනුව සුනාමි තරංගයක් වෙරළ වෙත ළඟා වීමේ දී ජල පෘෂ්ඨය මත සිදු වන වෙනස්කම් ඉහත රූපයේ දැක්වේ. වෙරළ වෙත ළඟා වන සුනාමි තරංගය සතු විශාල ශක්තිය නිසා සහ තරංගයේ විශාල විස්තාරය නිසා වෙරළට බරපතළ හානියක් මේ තරංගයට සිදු කළ හැකි ය. සුනාමියකින් බරපතළ දේපළ සහ ජීවිත විනාශයක් ඇති වන්නේ මේ නිසා ය.

2004 දී සුමාත්‍රාව අසල ඉන්දීය සාගරයේ භූමිකම්පාවෙන් ඇති වූ සුනාමිය සුමාත්‍රා වෙරළේ සමහර ස්ථානවලට 30 m ක පමණ විස්තාරයකින් යුතුව ළඟා විය. ලංකාවේ බටහිර - දකුණු වෙරළ තීරයට ද විශාල විස්තාරයකින් යුතු ව ඒ තරංග ළඟා විය.

ඉහත සාකච්ඡා කළ පරිදි

$$E = kva^2, \quad v = \sqrt{hg}$$

$$\therefore E = k(hg)^{1/2} a^2, \quad a^2 = \frac{E}{k(hg)^{1/2}}$$

$$a = \left(\frac{E}{k}\right)^{1/2} \cdot \left(\frac{1}{hg}\right)^{1/4}$$ මෙහි h හැර ඉතිරි පද නියත බැවින්

$$a = k' \left(\frac{1}{h}\right)^{1/4}$$ වේ.

ගැඹුරු මුහුදේ දී ගැඹුර h_d ද වෙරළ ආසන්නයේ දී මුහුදේ ගැඹුර h_s ද ගැඹුරු මුහුදේ දී සුනාමියේ විස්තාරය a_d නොගැඹුරු විස්තාර a_s ද නම්

$$\therefore \frac{a_d}{a_s} = \left(\frac{h_s}{h_d}\right)^{1/4} \qquad a_s = k'\left(\frac{1}{h_s}\right)^{1/4}$$

$$\therefore \frac{a_d}{a_s} = \left(\frac{h_s}{h_d}\right)^{1/4}$$

මේ සම්බන්ධතාවෙන් මුහුදේ ගැඹුර අඩු වන විට විස්තාරය වෙනස් වන ආකාරය දැක්වේ. 2004 දෙසැම්බර් 26 දින ඇති වූ සුනාමියේ දී ලංකාවේ දකුණු වෙරළ තීරයේ වූ කහවට 10 m ක් උස සුනාමි තරංගයක් ළඟා වූ අතර, කොග්ගලට 9 m ක් උස තරංගයක් ද, හෝනාගමට 8.7 m ක් උස තරංගයක් ද, ගාල්ලට හා පයාගලට 6 m ක් උස සුනාමි තරංග ද පැමිණි බව වාර්තා වේ. මේ සුනාමිය මෑත ඉතිහාසයේ වැඩි ම ජීවිතහානියක් සිදු වූ ස්වාභාවික ව්‍යසනය බව වාර්තා විය.

සුනාමි තරංග පළමුවරට වෙරළ ළඟා වීමට පෙර මුහුදේ ජලමට්ටම වෙරළ තීරයේ දී අසාමාන්‍ය ලෙස අඩු වෙයි. තරංගයේ වැඩි විස්ථාපනය ඇති පෙදෙසට ජලය ඇදීයෑම නිසා මෙය සිදු වේ. සුනාමියේ ආවර්ත කාලය විශාල නිසා මේ ජලය සිඳීයෑම ටික වේලාවක් පවතී. එයින් පසු වැඩි සිරස් විස්ථාපනය ඇති කොටස වෙරළ වෙත ළඟා වේ. විශාල හානිය සිදු වන්නේ මේ නිසා ය. මෙවැනි ලක්ෂණ හඳුනා ගෙන තිබීම, සුනාමි අනතුරු අවම කර ගැනීම සඳහා වැදගත් වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පස් වන පරිච්ඡේදය

වායු තුළින් ධ්වනි සම්ප්‍රේෂණය

හැඳින්වීම

යාන්ත්‍රික තරංග සම්ප්‍රේෂණය සඳහා ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයක් අත්‍යවශ්‍ය බව තහවුරු කොට ඇත. ධ්වනිය යනු අන්වායාම තරංග ලෙස සම්ප්‍රේෂණය වන යාන්ත්‍රික තරංග විශේෂයක් වන හෙයින් ධ්වනිය සම්ප්‍රේෂණය සඳහාද ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයක් අත්‍යවශ්‍ය වන බව මෙයින් නිගමනය වෙයි.

මාධ්‍යයක් තුළින් ඕනෑම යාන්ත්‍රික තරංගයක ප්‍රවේගය ඒ මාධ්‍යයේ අවස්ථිති ගුණය සහ ප්‍රත්‍යාස්ථ ගුණය යන ගුණාංග දෙක ම මත රඳා පවතී. මේ අනුව මාධ්‍යයක් තුළින් ධ්වනි ප්‍රවේගය $v = \sqrt{\dfrac{E}{\rho}}$ ලෙස දක්වා ඇත.

මෙහි ρ යනු මාධ්‍යයේ ඝනත්වය වන අතර E යනු ඒ මාධ්‍යයට අදාළ වූ ප්‍රත්‍යාස්ථ මාපාංකයයි. වායුමය මාධ්‍යයක් තුළින් ධ්වනිය සම්ප්‍රේෂණය වන අයුරු සලකා බලන කල සම්පීඩන සහ විරලන ලෙස ගලා යන අන්වායාම තරංගයක් ලෙස දැක්වෙයි. මේ සම්පීඩනවලට සහ විරලනවලට අදාළ ප්‍රත්‍යාස්ථ මාපාංකය නිකර මාපාංකයයි.

එහෙත් වායුවකට නිකර මාපාංක දෙකක් ඇත. එහි සමෝෂ්ණ තත්ත්ව යටතේ සෙමෙන් සිදු වන පීඩන පරිමා විචලන සඳහා $E = p$ ලෙස ද, ස්ථිරතාපි තත්ත්ව යටතේ වේගයෙන් සිදු වන පීඩන පරිමා විචලන සඳහා $E = \gamma p$ ලෙස ද, වායුවක නිකර මාපාංකය දැක්වේ.
මෙහි p යනු පීඩනය ද $\gamma = \left(\dfrac{c_p}{c_v}\right)$ යනු වායුවෙහි ප්‍රධාන විශිෂ්ට තාප ධාරිතා අතර අනුපාතය ද වේ.

වායු තුළින් ධ්වනි ප්‍රවේගය සෙවීමට එකල මූලිකත්වය ගෙන කටයුතු කළ සර් අයිසෙක් නිව්ටන් විසින් සමෝෂ්ණ විපර්යාස සඳහා වූ $E = p$ හෙවත් වායු පීඩනය නිකර මාපාංකය ලෙස ඉහත සමීකරණයෙහි භාවිත කර ධ්වනි ප්‍රවේගය ගණනය කළ නමුත් එමඟින් ධ්වනි ප්‍රවේගය සඳහා ලද අගය ඔහු විසින් ප්‍රායෝගිකව ලබා ගත් අගයට ($330\ \mathrm{m\ s^{-1}}$) වඩා බෙහෙවින් වෙනස් විය.

මේ ගැටලුව නොවිසඳී ශත වර්ෂයක් පමණ ගත වූ පසු ලප්ලාස් නම් වූ විද්‍යාඥයා විසින් ස්ථිරතාපි විපර්යාස සඳහා වූ නිකර මාපාංකය වන $E = \gamma p$ අගය භාවිත කර ධ්වනි ප්‍රවේගය ගණනය කොට, එය ප්‍රායෝගිකව ලැබූ අගය හා සැසඳෙන බව පෙන්වාදෙන ලදී.
මේ අනුව වායු තුළින් ධ්වනි ප්‍රවේගය, $v = \sqrt{\dfrac{\gamma p}{\rho}}$ ලෙස තහවුරු විය.

ඝනත්වය ρ ලෙස ගත් කල $\rho = \dfrac{\text{ස්කන්ධය } (m)}{\text{පරිමාව } (V)}$

$$v = \sqrt{\frac{\gamma p}{m/V}}$$

$$= \sqrt{\frac{\gamma p V}{m}}$$ ලෙස ද දැක්විය හැකි ය.

V යනු වායුවෙහි පීඩනය p වූ විට එහි m ස්කන්ධයක පරිමාවයි.

තව ද වායුවෙහි එක් මවුලයක් සැලකුව හොත් $pV = RT$ වන අතර, $m = M$ (එක් මවුලයක ස්කන්ධය එවිට, $V = \sqrt{\dfrac{\gamma RT}{M}}$ ලෙස ද සකස් වේ. T වායුවේ නිරපේක්ෂ උෂ්ණත්වයයි.

මේ අනුව වායුවක් තුළින් ධ්වනි ප්‍රවේගය

1. එහි පීඩනය කෙරෙහි ස්වායත්ත වේ.
2. උෂ්ණත්වය වැඩි වන විට වැඩි වේ. $\left(v \; \alpha \sqrt{T}\right)$

ඉහත දෙවැනි සබඳතාව අනුව, $v = k\sqrt{T}$

උෂ්ණත්වය දෙකක (T_1, T_2) ධ්වනි ප්‍රවේග v_1 නම් v_2 නම්,

$$v_1 = k\sqrt{T_1}$$
$$v_2 = k\sqrt{T_2}$$
$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

විසඳූ අභ්‍යාසය

සංඛ්‍යාතය 256 Hz වූ සරසුලක් 30 ^{o}C උෂ්ණත්වයේදී තරංග ආයාමය 136 cm වූ ධ්වනි තරංගයක් නිකුත් කරයි. 30 ^{o}C උෂ්ණත්වයේදී වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය සොයන්න. එනයින් ස.උ.පී. දී වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය ද සොයන්න. ස.උ.පී දී වාතයේ ඝනත්වය 1.293 kg m^{-3} ද එම පීඩනය 10^5 N m^{-2} ද වේ නම්, වාතයේ ප්‍රධාන මවුලික විශිෂ්ට තාප ධාරිතා අතර අනුපාතය $\left(\gamma = \dfrac{C_p}{C_v}\right)$ සොයන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳුම

$$v_{30} = f\lambda_{30} = 256 \times 1.36 = 348\,\mathrm{m\,s^{-1}}$$

$$\frac{v_0}{v_{30}} = \sqrt{\frac{T_0}{T_{30}}} = \sqrt{\frac{273}{303}}$$

$$\therefore v_0 = \sqrt{\frac{\gamma p}{\gamma}}$$

$$330 = \sqrt{\frac{\gamma \times 10^5}{1.293}}$$

$$\gamma = \frac{330^2 \times 1.293}{10^5} = \underline{\underline{1.40}}$$

වායු කඳන්වල කම්පනය

සංවෘත අනුනාද නළය

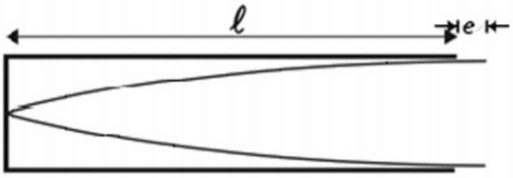
එක් කෙළවරක් වැසූ නළයක් තුළ ඇති වාත කඳක්, නළයේ විවෘත කෙළවර තැබූ ධ්වනි ප්‍රභවයකින් නිකුත් වන ධ්වනි තරංගය මඟින් කම්පනයට ලක් කොට එහි ස්ථාවර තරංගයක් ඇති කළ හැකි ය. අන්වායාම තරංගයක් ලෙස නික්මෙන ධ්වනි තරංගය වාත කඳ තුළින් සම්ප්‍රේෂණය වී නළයේ සංවෘත කෙළවරෙහි ද පරාවර්තනයට ලක් වේ. මේ පරාවර්තන තරංගය පතන තරංගය සමඟ නිරෝධනය වීමෙන් ඒ ස්ථාවර තරංගය ඇති වෙයි. කෙසේ වුවද මේ සඳහා නළයේ දිග, එය තුළින් ගලා යන ධ්වනි තරංගයේ තරංග ආයාමයට ගැළපෙන සේ සකස් විය යුතු ය. එසේ වූ කළ, නළයේ වාත කඳෙහි කම්පන සංඛ්‍යාතය ධ්වනි තරංගයේ සංඛ්‍යාතයට සම වීමෙන් අනුනාදය ඇති වන අතර, වාත කඳෙහි කම්පනයට ඇති ඉඩකඩ නිසා විශාල විස්තාරයකින් යුතුව කම්පනය වන වාත කඳින් ධ්වනි ප්‍රභවයේ සංඛ්‍යාතයට සම වූ, එහෙත් වඩා අධික තීව්‍රතාවකින් යුත් ධ්වනි තරංගයක් නිකුත් කරයි. සුසර සංගීත භාණ්ඩ සඳහා මූලධර්මය වනුයේ ද මේ ක්‍රියාවලියයි.

මෙසේ අනුනාද වන නළයක ඇති වන ස්ථාවර තරංගය, නළයේ වැසුණු කෙළවරෙහි දී අත්‍යවශ්‍යයෙන් ම නිෂ්පන්දයක් විය යුතු ය. මන්ද යත්: එහි දී වාත අණුවලට තරංගයේ දිශාවෙහි කම්පනය වීමට කිසිදු ඉඩක් නැති හෙයිනි. කෙසේ වුව ද නළයේ විවෘත කෙළවරෙහි දී වාත අණුවලට කම්පනයට ඇති මහත් ඉඩකඩ නිසා එහි ප්‍රස්පන්දයක් ඇති වන අතර, එය විවෘත කෙළවරින් පිටතට ද මඳක් තල්ලු වී යයි.

එක් කෙළවරක් වැසුණු නළයක හට ගත හැකි වඩාත් ම සරල වූ ස්ථාවර අනුනාද තරංගය "මූලිකය" ලෙස හැඳින්වේ. නළයේ දිග එසේ ම තිබිය දී ප්‍රභවයේ සංඛ්‍යාතය ක්‍රමයෙන් වැඩි කළ හොත් නළය තුළ තවත් අනුනාද තරංග රටා ඇති විය හැකි ය.

පහත දැක්වෙන ඒ තරංග රටා නිරූපණවල, වායු අණුවල කම්පන තරංගයේ දිශාව ඉදිරියට සහ පසුපසට සිදු වුව ද ඒවා x අක්ෂය ඔස්සේ දක්වා ඇත. තරංගයේ ප්‍රස්පන්දය විවෘත කෙළවරින් මදක් පිටතට විස්ථාපනය වීමෙන් එකතු වන කුඩා දිග ප්‍රමාණය (e) ආන්ත ශෝධනය ලෙස හැඳින්වේ.

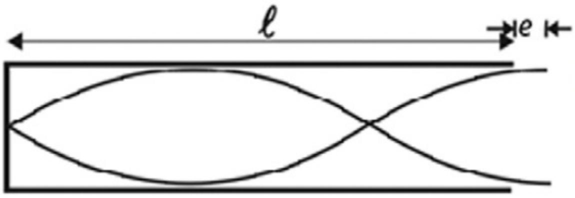
1. මූලිකය / පළමුවන ප්‍රසංවාදය



$$\frac{\lambda_1}{4} = l + e \Rightarrow \lambda_1 = 4(l+e)$$

5.1 රූපය

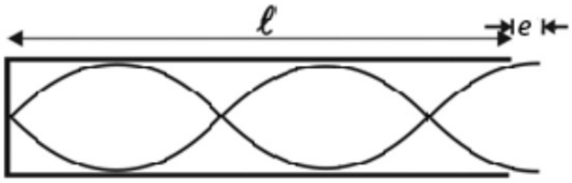
2. පළමුවන උපරිතානය / තෙවන ප්‍රසංවාදය



$$\frac{3\lambda_2}{4} = l + e \Rightarrow \lambda_2 = \frac{4}{3}(l+e)$$

5.2 රූපය

3. දෙවන උපරිතානය / පස්වන ප්‍රසංවාදය



$$\frac{5\lambda_3}{4} = l + e \Rightarrow \lambda_3 = \frac{4}{5}(l+e)$$

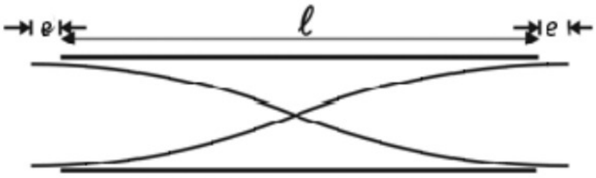
5.3 රූපය

නළයේ දිග වෙනස් කළ හැකි නම්, මූලික අනුනාදය ලබා ගැනීමෙන් පසු, ප්‍රභවයේ සංඛ්‍යාතය නියතව තබා, නළයේ දිග ආසන්න වශයෙන් තෙගුණ, පස්ගුණ යනාදි වශයෙන් දික්කිරීමෙන් ඉහත දැක්වෙන අනෙකුත් අනුනාද අවස්ථාද සලසා ගත හැකි වේ.

විවෘත අනුනාද නළය

දෙකෙළවර ම විවෘත වූ නළයක වුව ද එක් කෙළවරකින් ඇතුළු කළ ධ්වනි තරංගය අනෙක් කෙළවරට පැමිණි විට එක්තරා ප්‍රමාණයකින් පරාවර්තනය වේ. එහෙයින් මෙහි දී ද නළයේ දිග තරංගයේ තරංග ආයාමයට ගැළපෙන සේ සකස් කළ හැකි නම් පහත දැක්වෙන ආකාරයට අනුනාද අවස්ථා ලැබිය හැකි ය.

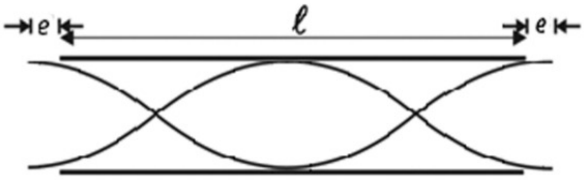
1. මූලිකය / පළමු ප්‍රසංවාදය



5.4 රූපය

$$\frac{\lambda_1}{2} = l + 2e \Rightarrow \lambda_1 = 2(l + 2e)$$

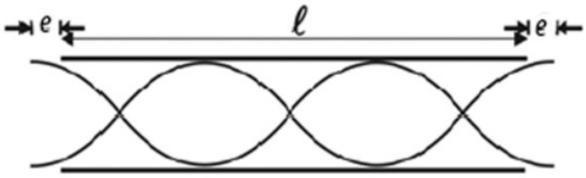
2. පළමුවන උපරිතානය / දෙවැනි ප්‍රසංවාදය



5.5 රූපය

$$\lambda_2 = l + 2e$$

3. දෙවැනි උපරිතානය / තෙවැනි ප්‍රසංවාදය



5.6 රූපය

$$\frac{3\lambda_3}{2} = l + 2e \Rightarrow \lambda_3 = \frac{2}{3}(l + 2e)$$

ඉහත අනුනාද නළවල අනුනාද අවස්ථා උපයෝගී කර ගනිමින් වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය පාසල් විද්‍යාගාරයේදී සෙවීම සඳහා පරීක්ෂණ සැලසුම් කළ හැකිවේ.

විසඳූ අභ්‍යාසය

සංඛ්‍යාතය 320 Hz, වන සරසුලක් කම්පනය වීමට සලස්වා, දිග සීරුමාරු කළ හැකි සංවෘත අනුනාද නළයක විවෘත කෙළවරට ඉහළින් තැබූ විට, එහි වාත කඳෙහි 25.3 cmක් සමග පළමු අනුනාද අවස්ථාව ඇති වේ. 480 Hz, සංඛ්‍යාතය වන සරසුලක් සඳහා එම අනුනාදය සඳහා අදාළ වාත කඳෙහි දිග 16.5 cm කි. මේ නිරීක්ෂණ අනුව වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගයත්, අනුනාද නළයේ ආන්ත ශෝධනයත් සොයන්න.

මූලික අනුනාදයේ දී

$$\frac{\lambda}{4} = l + e$$

$$\lambda = 4(l + e)$$

$$v = f\lambda \text{ අනුව } \lambda = \frac{v}{f}$$

පළමු සරසුල සඳහා $$25.3 + e = \frac{v}{4 \times 320} \rightarrow (1)$$

දෙවැනි සරසුල සඳහා $$16.5 + e = \frac{v}{4\, x 480} \rightarrow (2)$$

(1) - (2) න් $$8.8 = \frac{v}{4}\left(\frac{1}{320} - \frac{1}{480}\right)$$

$$v = \underline{\underline{337.9 \text{ m s}^{-1}}}$$

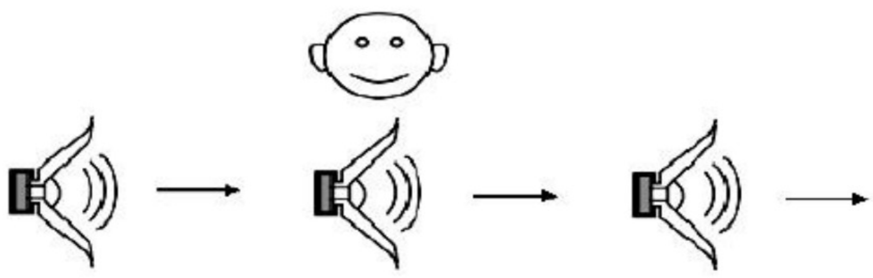
(1) හෝ (2) හි v සඳහා ආදේශයෙන් $e = \underline{\underline{1.1 \text{ cm}}}$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

හය වන පරිච්ඡේදය

ඩොප්ලර් ආචරණය

ඔබ දුම්රිය වේදිකාවක් අසල සිට ගෙන සිටින විට දුම්රියක් එහි නලාව නියත සංඛ්‍යාතයකින් (f_0) හඬවමින් ඔබ වෙත ළඟා වී ඔබ පසු කර යන්නේ යයි සිතන්න. ඔබට ඇසෙන නලා හඬ පිළිබඳ ඔබේ නිරීක්ෂණ කවරේ ද?



6.1 රූපය

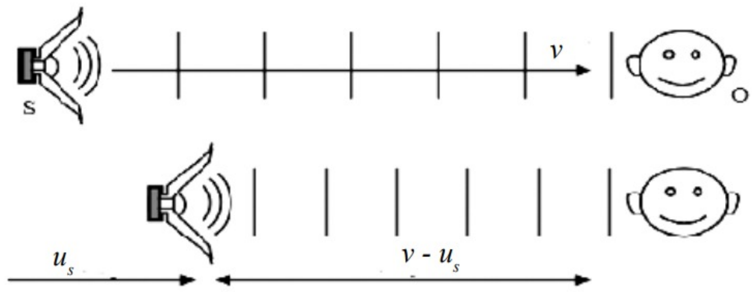
දුම්රිය ඔබ වෙත ළඟා වත් ම නලා හඬෙහි තීව්‍රතා මට්ටම (හඬේ සැර) ක්‍රමයෙන් වැඩි වෙමින් නලාව ඔබ පසු කරන මෙහොතේ දී එය උපරිම වී දුම්රිය ඔබගෙන් ඉවතට ගමන් කරන විට නලා හඬෙහි තීව්‍රතා මට්ටම ක්‍රමයෙන් අඩු වී යනු ඇත.

එපමණක් නොව, දුම්රිය ඔබ වෙත ළඟා වන විට ඇසෙන නලා හඬෙහි තාරතාව එහි ස්වාභාවික සංඛ්‍යාතයට අදාළ තාරතාව නොව, එයට වඩා උස් තාරතාවක් වනු ඇත. තව ද දුම්රිය ළඟාවන්නේ ඒකාකර වේගයෙන් නම් මේ තාරතාව ඒ උස් අගයේ නියතව පවතිනු ඇත. දුම්රිය නලාව ඔබ පසු කරන විට සිදු වන්නේ කුමක් ද? ඔබට ඇසෙන නලා හඬෙහි තාරතාව ක්ෂණයෙන් පහත් අගයකට අඩු වනු ඇත. එනම් ස්වාභාවික තාරතාවටත් වඩා අඩු තාරතාවකටයි. දුම්රිය ඉවත් වන්නේ ඒකාකාර වේගයෙන් නම් ශ්‍රවණය වන තාරතාව එම අඩු අගයෙහි නියතව පවතිනු ඇත.

ඉහත දැක්වූ දෙවැනි සංසිද්ධිය ඩොප්ලර් ආචරණය ලෙස හැඳින්වේ. ඩොප්ලර් ආචරණය ඉහත දැක්වූ අවස්ථාවෙහි පමණක් නොව, ධ්වනි ප්‍රභවය සහ නිරීක්ෂකයා අතර ඕනෑ ම ආකාරයක සාපේක්ෂ චලිතයක් පවතින විට ද ඇති වෙයි. එනම් ඩොප්ලර් ආචරණය යනු ධ්වනි ප්‍රභවයක් සහ නිරීක්ෂකයකු අතර යම් සාපේක්ෂ චලිතයක් පවතින විට ප්‍රභවයේ ස්වාභාවික සංඛ්‍යාතයට වඩා වෙනස් වූ දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතයකට (තාරතාවට) අනුරූප වූ ධ්වනියක් නිරීක්ෂකයාට ශ්‍රවණය වීමයි. ඩොප්ලර් ආචරණය වර්ෂ 1845 දී ඔස්ට්‍රියානු විද්‍යාඥ ජොහාන් ඩොප්ලර් විසින් අනාවරණය කරන ලදි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඩොප්ලර් ආචරණය සිදු විය හැකි ප්‍රධාන අවස්ථා සඳහා දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය සඳහා ප්‍රකාශන



6.2 රූපය

1. නිශ්චල නිරීක්ෂකයා වෙත ප්‍රභවය ළඟා වීම

S ප්‍රභවය සංඛ්‍යාතය f_0 වූ ධ්වනියක් නිශ්චල නිරීක්ෂකයා වෙත නිකුත් කරන්නේ යැයි සිතමු. වාතයෙහි ධ්වනි ප්‍රවේගය v නම් එවිට නිරීක්ෂකයා වෙත ළඟා වන ධ්වනි තරංගයේ තරංග ආයාමය $\lambda_0 = \dfrac{v}{f_0}$

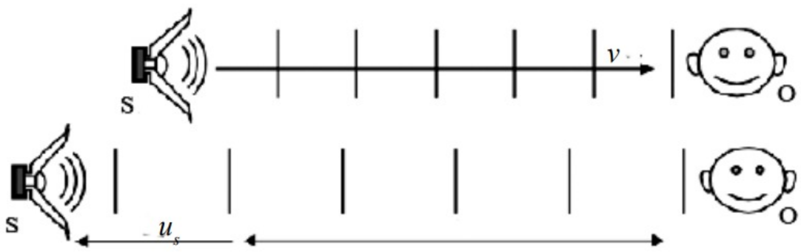
දැන් S ප්‍රභවය නිශ්චල නිරීක්ෂකයා වෙත u_s ප්‍රවේගයකින් ළඟා වන්නේ නම් ඒ තරංග f_0 සංඛ්‍යාව $v-u_s$ දුර ප්‍රමාණයක් තුළ කැටි වේ. එවිට නිරීක්ෂකයාට ළඟා වන තරංගයේ තරංග ආයාමය $\lambda = \dfrac{v-u_s}{f_0}$ ලෙස වෙනස් වේ.

මෙහි ප්‍රතිඵලය නිරීක්ෂකයාට ශ්‍රවණය වන ධ්වනියෙහි සංඛ්‍යාතය $v = f\lambda$ අනුව පහත දැක්වෙන පරිදි වෙනස් වීමයි.

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{\dfrac{v-u_s}{f_0}}$$

$$\therefore f = \left(\frac{v}{v-u_s}\right)f_0$$ $f > f_0$ බව මෙයින් පැහැදිලි වෙයි.

2. නිශ්චල නිරීක්ෂකයාගෙන් ප්‍රභවය ඉවත් වීම.



6.3 රූපය

ප්‍රභවය u_s ප්‍රවේගයෙන් නිරීක්ෂකයාගෙන් ඉවත් වන්නේ යැයි සිතමු. එවිට තරංග f_0 සංඛ්‍යාවක් $v+u_s$ දුර ප්‍රමාණයක් තුළ දික් වේ. එවිට නිරීක්ෂකයාට ළඟා වන ධ්වනි තරංගයේ තරංග ආයාමය

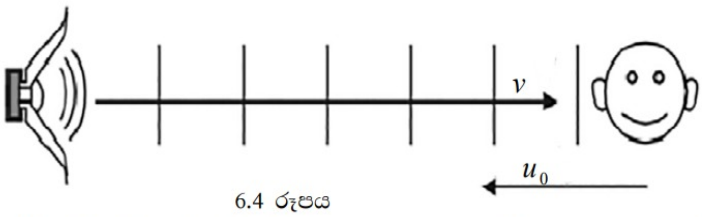
$\lambda = \dfrac{v+u_s}{f_0}$ ලෙස වෙනස් වේ.

මෙහි ප්‍රතිඵලය නිරීක්ෂකයාට ලැබෙන ධ්වනි තරංගයේ සංඛ්‍යාතය පහත දැක්වෙන පරිදි වෙනස් වීමයි.

$$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{\dfrac{v+u_s}{f_0}} = \left(\frac{v}{v+u_s}\right) f_0$$

$f < f_0$ බව මෙයින් පැහැදිලි වෙයි.

3. නිශ්චල ප්‍රභවය වෙත නිරීක්ෂකයා ළඟා වීම



6.4 රූපය

f_0 සංඛ්‍යාතයෙන් ධ්වනිය නිකුත් කරන නිශ්චල ප්‍රභවය වෙත නිරීක්ෂකයා u_o ප්‍රවේගයෙන් ළඟා වන්නේ යයි සිතමු. මෙහි දී ප්‍රභවය නිශ්චල හෙයින් එයින් නිකුත් වන ධ්වනි තරංගයේ තරංග ආයාමය $\left(\lambda = \dfrac{v}{f_0}\right)$ නොවෙනස්ව පවතී.

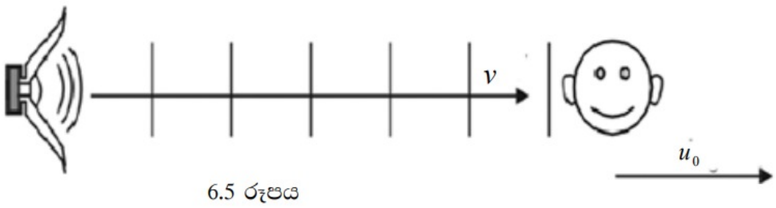
එහෙත් නිරීක්ෂකයා u_o ප්‍රවේගයෙන් ප්‍රභවය වෙත ළඟා වීම නිසා ඔහුට සාපේක්ෂ ව ධ්වනිය ප්‍රවේගය $v+u_0$ වේ. මෙහි ප්‍රතිඵලය වන්නේ ඔහුට ළඟා වන ධ්වනි තරංගයේ සංඛ්‍යාතය

$$f = \frac{v+u_0}{\lambda} = \frac{v+u_o}{\left(\dfrac{v}{f_o}\right)}$$ ලෙස වෙනස් වීමයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$\therefore f = \left(\frac{v+u_0}{v}\right)f_0$ $f > f_0$ බව මෙයින් පැහැදිලි වෙයි.

4. නිශ්චල ප්‍රභවය වෙතින් නිරීක්ෂකයා ඈත් වීම



6.5 රූපය

මෙහිදී ද ප්‍රභවයෙන් නිකුත් වන ධ්වනි තරංගයේ තරංග ආයාමය $\lambda = \frac{v}{f_o}$ ලෙස නොවෙනස්ව පවතී. එහෙත් නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව ධ්වනි ප්‍රවේගය $v - u_0$ ලෙස වෙනස් වන්නේ ඔහු u_0 ප්‍රවේගයකින් ප්‍රභවයෙන් ඉවත් වන හෙයිනි. මෙහි ප්‍රතිඵලය වශයෙන් නිරීක්ෂකයාට ළඟා වන

$$f = \frac{v-u_0}{\lambda} = \frac{v-u_0}{\frac{v}{f_0}}$$

ධ්වනි තරංගයේ සංඛ්‍යාතය

$\therefore f = \left(\frac{v-u_0}{v}\right)f_0$ $f < f_0$ බව මෙයින් පැහැදිලි වෙයි.

5. ප්‍රභවයත්, නිරීක්ෂකයාත් චලනය වීම

මෙහි දී ප්‍රභවයේ චලිතය නිසා තරංග ආයාමයත් නිරීක්ෂකයාගේ චලිතය නිසා ඔහුට සාපේක්ෂව ධ්වනි ප්‍රවේගයත් වෙනස් වේ. එසේ වෙනස් වූ තරංග ආයාමය λ' ද වෙනස් වූ ප්‍රවේගය v' ද නම් $\lambda' = \frac{v \pm u_0}{f_0}$ සහ $v' = v \pm u_0$

එවිට නිරීක්ෂකයාට ශ්‍රවණය වන ධ්වනියේ දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය

$$f = \frac{v'}{\lambda'} = \left(\frac{v \pm u_s}{v \pm u_0}\right)f_0$$

f_0 යනු ප්‍රභවයේ ස්වාභාවික සංඛ්‍යාතයයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ආලෝකයෙහි ඩොප්ලර් ආචරණය

ධ්වනියෙහි පමණක් නොව, ආලෝකයෙහි ද ඩොප්ලර් ආචරණය සංසිද්ධිය ක්‍රියාත්මක වේ. තරු මන්දාකිනී වැනි ආකාශ වස්තු අපගෙන් ඈත් වන්නේ ද නැත හොත් අප වෙත ළඟා වන්නේ ද යන්න සොයා ගැනීමට ඩොප්ලර් ආචරණය භාවිත වේ. මේ සඳහා නිශ්චල ප්‍රභවයකින් එන ආලෝකයේ තරංග ආයාමය λ_0 පළමුව සොයා ගනු ලැබේ. අනතුරුව තරුවකින් හෝ වෙනත් ආකාශ වස්තුවකින් එන ආලෝක තරංග ආයාමය λ ඩොප්ලර් ආචරණය මඟින් සොයා ගනු ලැබේ.

$\lambda > \lambda_0$ නම් තරංග ආයාමය වැඩි වී ඇත. එනම්, තරුව අපගෙන් ඈත් වෙමින් පවතී. මෙය λ තරංග ආයාමයට අදාළ වර්ණාවලි රේඛාව වර්ණාවලියෙහි රක්ත වර්ණාවලි රේඛාව වෙත සිදු වන විස්ථාපනයකින් පෙන්නුම් කරන අතර, එය රක්ත විස්ථාපනය (red shift) ලෙස හැඳින්වේ. අනෙක් අතට $\lambda < \lambda_0$ නම් තරංග ආයාමය අඩු වී ඇත. එනම්, තරුව අප වෙත ළඟා වෙමින් පවතී. එවිට λ තරංග ආයාමයට අදාළ වර්ණාවලි රේඛාව වර්ණවලියෙහි නිල් වර්ණාවලි රේඛාව වෙත විස්ථාපනය වී ඇත. එය නීල විස්ථාපනය (blue shift) ලෙස හැඳින්විය හැකි ය.

ඩොප්ලර් ආචරණයෙහි යෙදීම්

ඩොප්ලර් ආචරණයේ ප්‍රධාන යෙදීම් කිහිපයක් පහත දැක්වේ.

- සූර්යයා වැනි නක්ෂත්‍ර වස්තුන්ගේ උත්තාරණ සහ භ්‍රමණ වේග නිර්ණය කිරීම
- පොලිස් රේඩාර් මඟින් ගමන් කරන රථවාහනවල වේග නිර්ණය කිරීම
- රුධිර සෛලවල වේග නිර්ණය කිරීම
- අහස්යානාවල වේග නිර්ණය කිරීම
- මවුකුස සිටින කළලවල හද ගැස්ම පරීක්ෂා කිරීම

විසඳූ අභ්‍යාසය

B නම් දුම්රිය $3\,\mathrm{m\,s^{-1}}$ ඒකාකාර ප්‍රවේගයකින් A නම් නිශ්චල දුම්රිය එන්ජිම වෙතින් ඉවතට ගමන් කරයි. දුම්රිය එන්ජින් දෙකම 1000 Hz බැගින් වූ සංඛ්‍යාතවලින් නලා හඬ නිකුත් කරයි.

1. නිශ්චල A දුම්රිය එන්ජිමේ රියැදුරුට ශ්‍රවණය වන B එන්ජිමේ නලා හඬෙහි දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය කුමක් ද?
2. B දුම්රිය එන්ජිමේ රියැදුරුට ශ්‍රවණය වන A එන්ජිමේ නලා හඬෙහි දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය කුමක් ද?
3. දුම්රිය එන්ජින් දෙකෙහි රියැදුරන්ට සිය එන්ජිමේ නලා හඬත් අනෙක් එන්ජිමේ නලා හඬත් එකවර ශ්‍රවණය වීමෙන් ඇසෙන නුගැසුම් සංඛ්‍යාතයන් කවරේ ද?

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4. දුන් A දුම්රිය එන්ජිම B දුම්රිය එන්ජිමට පිටුපසින් 1 m s^{-1} ප්‍රවේගයෙන් ගමන් කරයි. එවිට A එන්ජිමෙහි රියැදුරුට B එන්ජිමේ නලාවෙන් ශ්‍රවණය වන හඬෙහි දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය කුමක් ද? එම හඬත් තම එන්ජිමේ නලා හඬත් එකවර ශ්‍රවණය වීමෙන් Aට ඇසෙන නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය කුමක් ද?

(වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය = 340 m s^{-1}, u_B= 3 m s^{-1})

විසඳුම

1. u_B= 3 m s^{-1} වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය v = 340 m s^{-1} ඉවත් වන B ගෙන් නිශ්චල Aට ලැබෙන දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය

$$f_1 = \left(\frac{v}{v+u_B}\right) f_B = \left(\frac{340}{340+3}\right) 1000 = 991.3 \text{ Hz}$$

2. නිශ්චල A ගෙන් ඉවත් වන B ට A ගෙන් ලැබෙන දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය

$$f_2 = \left(\frac{v-u_B}{v}\right) f_A = \left(\frac{340-3}{340}\right) 1000 = 991.2 \text{ Hz}$$

3. A හි රියැදුරුට ඇසෙන නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය

$$f_A - f_1 = 1000 - 991.3 = 8.7 \text{ Hz}$$

B හි රියැදුරුට ඇසෙන නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය

$$f_B - f_2 = 1000 - 991.2 = 8.8 \text{ Hz}$$

4. $u_A = 1 \text{ m s}^{-1}$, $u_B = 3 \text{ m s}^{-1}$

පසුපසින් යන A එන්ජිමේ රියැදුරුට ඉදිරියෙන් යන B නලාවෙන් ලැබෙන දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය

$$f_3 = \left(\frac{v+u_A}{v+u_B}\right) 1000 = \left(\frac{340+1}{340+3}\right) 1000 = 994.2 \text{ Hz}$$

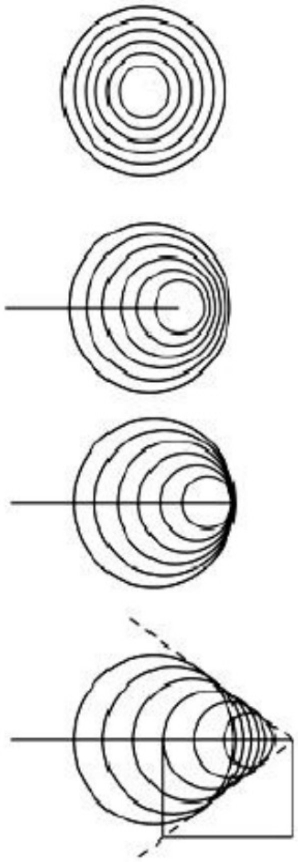
Aට ඇසෙන නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය

$$f = f_A - f_B = 1000 - 994.2 = 5.8 \text{ Hz}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

උත්ස්වනික වේග (Supersonic speeds)

වාතයෙහි ධ්වනි ප්‍රවේගය v වූ පරිසරයක ඒකාකාර සංඛ්‍යාතයකින් යුතුව ධ්වනි තරංගයක් නිකුත් කරන ප්‍රභවයක් සලකමු. ඉන් නිකුත් වන ගෝලීය තරංග පෙරමුණු ත්‍රිමාන අවකාශයක පැතිර යයි.



6.6 රූපය

- ප්‍රභවයට නුදුරින් සිටින නිරීක්ෂකයකුට වෙනසකින් තොරව එම සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් ධ්වනිය ශ්‍රවණය වේ.
- දැන් ප්‍රභවය $u(<v)$ ප්‍රවේගයකින් නිරීක්ෂකයා වෙත ළඟා වන්නේ නම් ඩොප්ලර් ආවරණය අනුව නිරීක්ෂකයාට ශ්‍රවණය වන ධ්වනියේ දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය $f=\left(\dfrac{v}{v-u}\right)f_0$ වේ. එනම් $f>f_0$
- නැවතත් ප්‍රභවයෙහි වේගය තවත් වැඩි වන විට ධ්වනි ප්‍රවේගයකට සමාන ප්‍රවේගයකින් $(u=v)$ නිරීක්ෂකයා වෙත ළඟා වේ නම් ඉහත ප්‍රකාශනය අනුව $f\to\infty$ වේ.
- ප්‍රභවය ධ්වනි ප්‍රවේගය ද ඉක්මවා යමින් ඉතා අධික ප්‍රවේගයෙන් නිරීක්ෂකයා වෙත ළඟා වේ නම් දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය සඳහා වූ ඉහත ප්‍රකාශනය තවදුරටත් වලංගු නොවේ. තරංග පෙරමුණු රූපයේ දැක්වෙන පරිදි කේතු ආකාරයට ආවරණයක් තුළ ත්‍රිමාන වූ පොකුරක පරිදි විහිදෙයි. මේ කේතුව මැච් කේතුව (Mach cone) ලෙස හැඳින්වේ.

මෙය තුළ පීඩනයෙහි උස් පහත් වීම් සිදුවීම හේතුවෙන් පීඩන තරංගයක් ඇති වේ. මේ පීඩන තරංගය මගින් පිපිරීම් හඬක් නිකුත් කෙරෙන අතර එය ස්වනික ගිගුරුමක් (Sonic boom) ලෙස හැඳින් වේ. මෙහි දී වායු පීඩනය හදිසි වැඩිවීම් සහ අඩුවීම්වලට ලක් වෙයි. මෙවැනි අධික ප්‍රවේග උත්ස්වනික ප්‍රවේග ලෙස හැඳින්වේ.

පීඩන තරංග නිකුත් කෙරෙන එක් අවස්ථාවකට නිදසුනක් නම් ධ්වනි වේගය ඉක්මවා පියාසර කරන ජෙට් යානයයි. එයින් පීඩන තරංග ස්වනික ගිගුරුමක් නිකුත් කරයි.

6.7 රූපය
පීඩනයේ ක්ෂණික අවපාතය නිසා යානය අවට මීදුමක් ඇති වීම

රයිෆලයකින් හෝ කාල තුවක්කුවකින් හෝ වෙඩි තැබීමේ දී ද, දිගු කසයක් වේගයෙන් වැනීමේ දී එහි කෙළවරින් ද ස්වනික ගිගුරුමක් නිකුත් වෙයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

හත් වන පරිච්ඡේදය

ධ්වනියේ ස්වභාවය

ධ්වනියේ ලාක්ෂණික

අපට යම් හඬක් ඇසෙන විට එය නිකුත් කෙරෙන ප්‍රභවය නොදුටුව ද එම හඬ හඳුනා ගැනීමේ හැකියාවක් අපට ඇත. එනම්, එය මිනිස් කටහඬක් ද එසේ නම් එය ගැහැනු හෝ පිරිමි හෝ හඬක් ද නොඑසේ නම් වෙනත් සත්ත්වයකුගෙන් නික්මෙන හඬක් ද යනාදි වශයෙනි. තව ද, ගමන් කරන රථයක හඬ, වාද්‍ය වෘන්දයකින් නික්මෙන උස් හඬකින් වෙන් කොට හඳුනා ගැනීම අපට පහසු වේ. ප්‍රභවයන් කිසිවක් නොදැක වුව ද අප ඉහත හඳුනා ගැනීම් සිදු කරන්නේ ධ්වනියේ ලාක්ෂණික මගිනි. ධ්වනියේ ලාක්ෂණික යනු,

1. හඬේ සැර
2. තාරතාව

සහ 3. ධ්වනි ගුණයයි.

1. හඬේ සැර

යම් ස්ථානයක හඬේ සැර යනු එතැන ධ්වනි තීව්‍රතාව පවත්නා මට්ටම පිළිබඳ මිනුමකි. ධ්වනි තීව්‍රතාව යනු ඒ ස්ථානයේ ඒකක වර්ගඵලක් හරහා එයට ලම්බව ධ්වනි ශක්තිය ගලා යන ශීඝ්‍රතාවයි $\left(\mathrm{W\,m^{-2}}\right)$. එය ධ්වනි ප්‍රභවයේ සිට අදාළ ස්ථානයට ඇති දුර (d) සහ ධ්වනි තරංගයේ විස්තාරය (A) මත පහත දැක්වෙන පරිදි රඳා පවතී.

තීව්‍රතාව $I \propto A^2$, $\quad I \propto \dfrac{1}{d^2}$

මිනිස් කණට ඉතා විශාල වූ ධ්වනි තීව්‍රතා පරාසයක් සංවේදනය කළ හැකිය. එම පරාසය $10^{-12}\,\mathrm{W\,m^{-2}}$ වැනි ඉතාම කුඩා තීව්‍රතා අගයක සිට $1\,\mathrm{W\,m^{-2}}$ වැනි ඉතා විශාල අගයක් දක්වා පවතී. මිනිස් කණට සංවේදනය වන අවම තීව්‍රතාව $\left(10^{-12}\,\mathrm{W\,m^{-2}}\right)$ ශ්‍රව්‍යතා දේහලිය යනුවෙන් හැඳින්වෙන අතර කනට වේදනාවක් ගෙන දෙන තීව්‍රතාව $\left(1\,\mathrm{W\,m^{-2}}\right)$ වේදනා දේහලිය යනුවෙන් හැඳින්වේ.

මෙම විශාල පරාසය සඳහා මිනිස් කණෙහි ප්‍රතිචාරය, තීව්‍රතාව සමඟ ලඝුගණක ආකාරයෙන් විචලනය වන බව පරීක්ෂණාත්මකව පෙන්වා දී ඇත. එම නිසා ඉහත පරාසය දැක්වීම සඳහා තීව්‍රතා මට්ටම ලෙස රාශියක් ඉදිරිපත් කර ඇති අතර, එය පහත ආකාරයෙන් අර්ථ දක්වා ඇත. එහි ඒකකය ඩෙසිබෙල් (dB) වේ.

ධ්වනියේ තීව්‍රතා මට්ටම $(\beta) = 10\log_{10}\left(\dfrac{I}{I_0}\right)$

මෙහි I - දෙන ලද ධ්වනි තීව්‍රතාව

I - ශ්‍රව්‍යතා දේහලීය වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ඉහත අර්ථ දැක්වීමට අනුව,

ශ්‍රව්‍යතා දේහලියට අනුරූප තීව්‍රතා මට්ටම $(\beta) = 10\log_{10}\left(\frac{10^{-12}}{10^{-12}}\right)$

$$\beta = 0$$

වේදනා දේහලියට අනුරූප තීව්‍රතා මට්ටම $\beta = 10\log_{10}\left(\frac{1}{10^{-12}}\right)$

$$\beta = 120\,\mathrm{dB}$$ වේ.

මේ අනුව මිනිස් කණට අනුරූප තීව්‍රතා මට්ටම් පරාසය $0 \rightarrow 120\ \mathrm{dB}$ වේ.

2. තාරතාව

ධ්වනියෙහි තාරතාව යනු යම් ධ්වනි ස්වරයක් මිනිස් කණට සංවේදී වන ආකාරය දක්වන පදයක් වන අතර, එය ධ්වනි තරංගයේ සංඛ්‍යාතය මත රඳා පවතී. එනම්, ධ්වනියෙහි සංඛ්‍යාතය වැඩි වන විට තාරතාව උස් අගයකට පැමිණෙන අතර, සංඛ්‍යාතය අඩු වන විට තාරතාව පහත් අගයකට පැමිණේ.

නිදසුනක් වශයෙන් සංගීතයේ සප්ත ස්වරය සැලකීමෙන්,
මධ්‍ය "ස" සහ උච්ච "ස" ස්වර අතර වෙනස තාරතාවෙහි වෙනසකි. එනම් උච්ච "ස" ස්වර මධ්‍ය "ස" ස්වරයට වඩා උස් තාරතාවක ඇත.

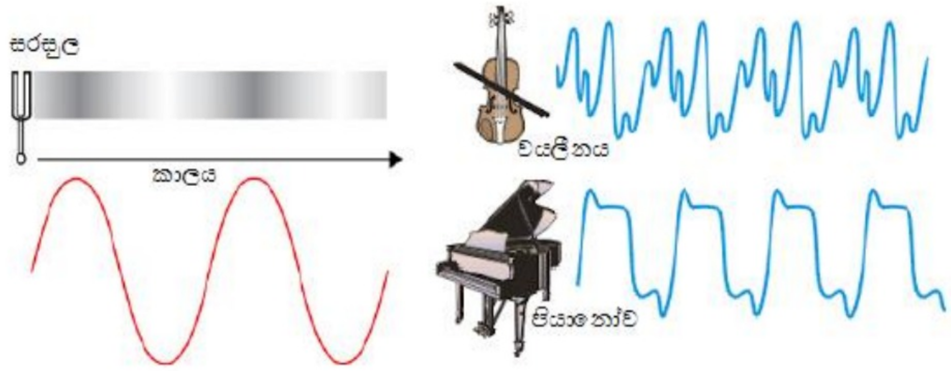
පහත් තාරතාව සහ උස් තාරතාව පිළිබඳ තවත් නිදසුනක් වන්නේ පිරිමි කටහඬක් සහ ගැහැනු කටහඬක් අතර වෙනසයි. ගැහැනු කටහඬක තාරතාවට සාමාන්‍යයෙන් පිරිමි කටහඬක තාරතාවට වඩා උස් අගයක් ඇතැයි සැලකෙයි.

3. ධ්වනි ගුණය

ධ්වනි ගුණය යන්නෙන් අදහස් වන්නේ යම් ධ්වනියක් එක් පිරිසිදු ස්වරයක් ද නොඑසේ නම් ස්වරයක් සමඟ එහි උපරිතානවල මිශ්‍රණයක් ද යන්නයි. අපට ඇසෙන අපගේ ම කටහඬ ඇතුළු බොහෝ හඬ එක් පිරිසිදු ස්වරයක් නොවන අතර, එක් ස්වරයක් සමඟ එහි උපරිතාන/ප්‍රසංවාදවල මිශ්‍රණ වේ. නිදසුන් වශයෙන් සරසුලකින්, වයලීනයකින් සහ පියානෝවකින් වාදනය වන එක ම ස්වරය කැතෝඩ කිරණ දෝලනේක්ෂයකින් පරීක්ෂා කළ විට ලැබෙන ප්‍රස්තාරික නිරූපණ පහත 7.1 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ සියලු භාණ්ඩවලින් එක ම ස්වරය වාදනය කළ ද ඒවායේ තරංග රටා එකිනෙකට වෙනස් වේ. තරංග රටාවල මේ වෙනස හේතුවෙන් එම තරංගවලින් කනට ඇති වන සංවේදන එකිනෙකින් වෙනස් වේ. මේ වෙනසට හේතුව එම ධ්වනි තරංගවල ධ්වනි ගුණයන්හි ඇති වෙනස්කම් බව දක්විය හැකි ය.



7.1 රූපය

ගැහැනු කටහඬ දෙකක් අතර මෙන් ම පිරිමි කටහඬ දෙකක් අතර ද වෙනස්කම් අපට නිරීක්ෂණය වේ. මේ වෙනස්කම් ද ධ්වනි ගුණයෙහි වෙනස්කම් නිසා ඇති වන්නේ යයි සැලකිය හැකි ය.

විසඳූ අභ්‍යාසය

විදුලි විදුම්යතක් (drill) ක්‍රියාත්මක වන තැනක සිට එක්තරා දුරකින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම 80 dB වේ. විදුම්යත ක්‍රියාත්මක වන තැන එවැනි ම විදුම්යත් 4ක් ක්‍රියාත්මක වන්නේ නම් ඉහත කී ලක්ෂ්‍යයෙහි ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම කුමක් වේ ද?

විසඳුම

එක් විදුම්යතක් නිසා දෙන ලද ලක්ෂ්‍යයක ඇති වන ධ්වනි තීව්‍රතා I නම් විදුම්යත් 4 ක් ක්‍රියාත්මක වන විට එම ලක්ෂ්‍යයෙහි ඇති වන ධ්වනි තීව්‍රතාව = $4I$

ලක්ෂ්‍යයෙහි තීව්‍රතා මට්ටමෙහි වැඩිවීම $\beta = 10\log_{10}\left(\frac{4I}{I}\right)$

$$= 10\log_{10}(4)$$

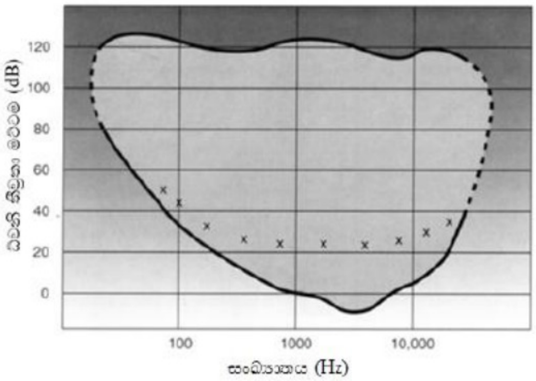
$$= 10 \times 0.602 = 6.02 \text{ dB}$$

එම ලක්ෂ්‍යයෙහි නව ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම = $80 + 6.02 = 86.02$ dB

ශ්‍රවණ සීමා

ශ්‍රවණය පිළිබඳ වඩාත් ම වැදගත් සාධක වන්නේ ඇසෙන හඬෙහි සැර (තීව්‍රතා මට්ටම) සහ තාරතාව (සංඛ්‍යාතය) කෙරෙහි මිනිස් කන ප්‍රතිචාර දක්වන ආකාරයයි. මේ රාශීන් දෙක ම සඳහා මිනිස් කනෙහි ප්‍රතිචාර පරාසයන් ඇත. නිදසුනක් වශයෙන්, සාමාන්‍ය මිනිස් කනට ශ්‍රවණය වන ධ්වනි සංඛ්‍යාත පරාසය 20 Hz සිට 20000 Hz පමණ වේ යයි සැලකෙයි. මිනිස් කන මේ පරාසයේ සීමාවන්ගේ පිටත සංඛ්‍යාතවලට ප්‍රතිචාර නොදක්වයි.

එමෙන් ම පහත දැක්වෙන ප්‍රස්තාර සටහනින් පැහැදිලි වන්නේ යම් නිශ්චිත සංඛ්‍යාත පරාසයක් තුළ ධ්වනිය සාර්ථකව ශ්‍රවණය වීම සඳහා එහි තීව්‍රතා මට්ටම (dB) ද අදාළ පරිදි සීරුමාරු විය යුතු බවයි.



7.2 රූපය
මිනිස් කන සඳහා ධ්වනි සංඛ්‍යාතයට එදිරියෙන් ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම දැක්වෙන ප්‍රස්තාරය

මේ ප්‍රස්තාරයට අනුව 1000 Hz සහ 4000 Hz අතර ධ්වනි සාර්ථකව ශ්‍රවණය වීම සඳහා ඉතා පහත් තීව්‍රතා මට්ටම් ප්‍රමාණවත් වේ. එනිසා 1000 Hz ක් වූ ධ්වනියක් පහසුවෙන් ශ්‍රවණය වීම සඳහා 20 dB ක් තරම් පහත් වූ තීව්‍රතා මට්ටමක් ප්‍රමාණවත් වේ. එහෙත් 100 Hz ක්හි ධ්වනියක් මේ තීව්‍රතා මට්ටමින් ශ්‍රවණය කළ නොහැකි වන අතර එය සඳහා 35 dB පමණ වූ ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටමක් අවශ්‍ය වේ. කෙසේ වුවත් 20000 Hz ක් තරම් උස් වූ සංඛ්‍යාතයකින් යුත් ධ්වනිය ශ්‍රවණය වීම සඳහා 40 dB තරම් උස් වූ ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටමකින් එම ධ්වනිය ලැබිය යුතු ය.

එම ප්‍රස්තාරයෙන් පෙනීයන්නේ 100 dB සහ 120 dB අතර පරාසය වේදනා දේහලියට අයත් වන බව සහ 0 dB සහ 20 dB අතර ශ්‍රවණ පරාසය ශ්‍රව්‍යතා දේහලියට අයත් වන බවයි. ශ්‍රවණ පරාසය පුද්ගලයකුගේ වියපත් වීම සමඟ අඩු වේ. මේ ශ්‍රවණ ආබාධයෙන් යුක්ත වූවෝ එයින් මිදීම සඳහා ශ්‍රවණ ආධාරක භාවිත කරති. මේ සඳහා එම ආබාධයෙන් පෙළෙන අය විශේෂ පරීක්ෂණයකට ලක් කරනු ලබයි. මේ පරීක්ෂණයෙන් ඔහුගේ හෝ ඇයගේ දුබල ශ්‍රව්‍යතා ඇති සංඛ්‍යාත පරාස හඳුනාගනු ලබයි. අනතුරුව මේ පරාස තුළ සංඛ්‍යාත වර්ධනය කිරීම සඳහා සුදුසු ශ්‍රවණ ආධාරකයක් සැලසුම් කෙරෙයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

එමගින් එම සංඛ්‍යාත පරාසයන්හි ධ්වනිය පුද්ගලයාගේ සාමාන්‍ය ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටමට ගෙන එනු ලබයි. සැලසුම් කරනු ලබයි. එමඟින් ඒ ආබාධිතයාගේ අදාළ සංඛ්‍යාතවල ධ්වනි සාමාන්‍ය තීව්‍රතා මට්ටම්වලට ගෙනෙනු ලබයි.

සන්නිවේදනය සඳහා ධ්වනිය භාවිත කරනුයේ මිනිස් වර්ගයා පමණක් නොවේ. ඇතැම් සිව්පාවෝ සහ පක්ෂීහු ද එසේ කරති. සුනඛයන් වැනි සිව්පාවුන්, මිනිස් ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත පරාසය ඉක්මවා ගිය, එනම් 20000 Hzට වඩා අධික වූ සංඛ්‍යාතවලින් සන්නිවේදනය කරන බව සොයා ගෙන ඇත. මේ අධික සංඛ්‍යාතවලින් යුත් ධ්වනිය, අතිධ්වනිය ලෙස හැඳින්වෙන අතර, වවුලෝ පවා මේ අතිධ්වනි තරංග තම ගමනාගමනය සඳහා උපයෝගී කර ගනිති. ශ්‍රවණය නොවූව ද, මිනිසා ද විවිධ තාක්ෂණික කටයුතු සඳහා අතිධ්වනිය යොදා ගනියි.

1. වෛද්‍යවරු රුධිර ධාවන වේග සොයා ගැනීම සඳහා ඩොප්ලර් ආචරණය ද උපයෝගී කර ගනිමින් අතිධ්වනි යොදා ගනිති.
2. X – කිරණ තරම් හානිකර නොවන හෙයින් කළලයක තොරතුරු ලබාගැනීම සහා අතිධ්වනිය යොදා ගනු ලැබේ.
3. වෛද්‍ය විද්‍යාවෙහි තවත් භාවිතයක් වන අවට ඇති පටකයන්ට හානි නොවන සේ මොළයෙහි හට ගන්නා පිළිකාමය තත්ත්වයන් ඉවත් කිරීම සඳහා අතිධ්වනිය යොදා ගනු ලැබේ.
4. අස්ථි චිකිත්සකයන් සහ භෞත චිකිත්සකයන් විසින් පිටෙහි පහත වේදනාවන්ට සහන සැලසීම සඳහා අතිධ්වනිය භාවිත කෙරේ.
5. දිය යට ඇති සබ්මැරීන වැනි වස්තූන් හඳුනා ගැනීම සඳහා ද අතිධ්වනිය භාවිත කෙරේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

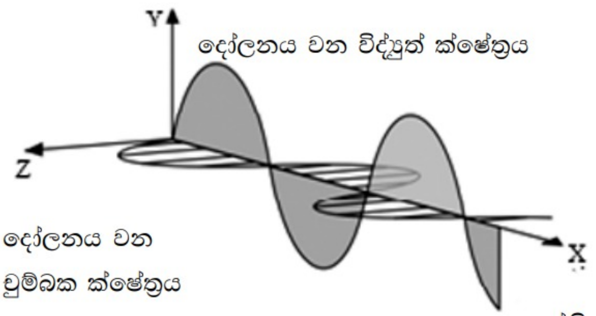
අට වන පරිච්ඡේදය

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග

විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල ලක්ෂණ

යාන්ත්‍රික තරංග ප්‍රචාරණය සඳහා මාධ්‍යයේ අංශුවල චලිතය උපයෝගි වන බව අපි දනිමු. විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ප්‍රචාරණය වන්නේ එකිනෙකට ලම්බ තලවල කම්පනය වන විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයක් හා චුම්බක ක්ෂේත්‍රයක් ඇසුරෙනි. රූපයේ E මගින් විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය ද B මගින් චුම්බක ක්ෂේත්‍රය දක්වා ඇත. Eහි කම්පනය xy තලයේ ද B හි කම්පනය xz තලයේ ද සිදු වේ. තරංග ප්‍රචාරණය වන්නේ X දිශාව ඔස්සේ ය.

මේ ක්ෂේත්‍ර දෙක ම සම කලාවේ පිහිටයි. මෙහි දැක්විය නොහැකි මූලධර්ම මඟින් විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල ප්‍රවේගය (c) ක්ෂේත්‍ර දෙකෙහි විස්තාර අතර අනුපාතයට සමාන බැව් පෙන්වා ඇත. $c = \frac{E_0}{B_0}$ සහ $c = 1/\sqrt{\mu\varepsilon_0}$ ලෙස ද දෙනු ලැබේ. μ_0 සහ ε_0 යනු නිදහසේ අවකාශයේ පිළිවෙලින් පාරගම්‍යතාව සහ පාරවේද්‍යතාව වේ.

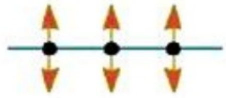


8.1 රූපය

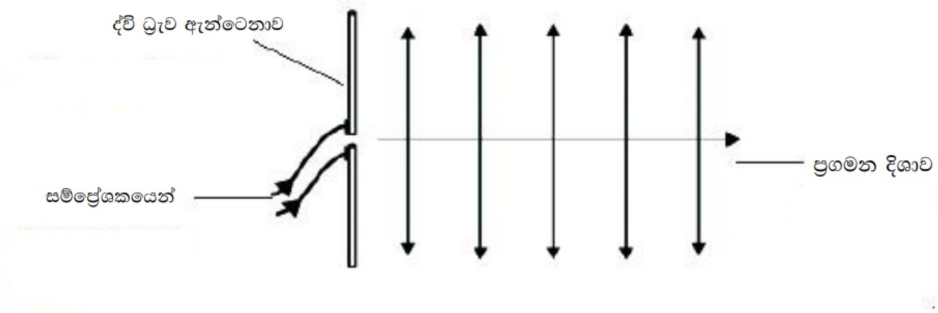
විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල ප්‍රගමනයට මාධ්‍යයක් අවශ්‍ය නොවේ. සියලු විද්‍යුත් චුම්බක තරංග රික්තයේ දී 2,99,792,458 m s^{-1} ප්‍රවේගයක් දක්වන බව පරීක්ෂණාත්මකව සොයා ගෙන ඇත. ගණනයේ පහසුව සඳහා ඉහත අගය 3×10^8 m s^{-1} ලෙස සලකනු ලැබේ. සමහර මාධ්‍ය හරහා ද විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවලට ගමන් කළ හැකි ය. එහෙත් එහි දී තරංගයේ ප්‍රවේගය රික්තයේ දී ප්‍රවේගයට වඩා අඩු වේ.

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග තල ධ්‍රැවණයට භාජනය කළ හැකි බැව් ප්‍රායෝගිකව දැක්විය හැකි ය. (ආලෝකය යටතේ විද්‍යුත් චුම්බක තරංග වර්ගයක් වූ ආලෝකය ධ්‍රැවණය වන බැව් පෙන්වා ඇත). බොහෝ ක්‍රියාවන්ට මූලික වන්නේ (ඡායාරූප පටලයක් ආවරණය, ප්‍රතිදීපනය ආදි) විද්‍යුත්

කම්පන තල



තල ධ්‍රැවන පෙරනය



8.2 රූපය

ක්ෂේත්‍ර බැව් සොයා ගෙන ඇත. එබැවින් තල ධ්‍රැවණ විද්‍යුත් චුම්බක තරංගයක ධ්‍රැවණ තලය විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ තලය ලෙස සම්මත කොට ගෙන ඇත. මෙලෙස විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ධ්‍රැවණය වන හෙයින් ඒවා තීර්යක් තරංග ලෙස හැසිරෙන බව අපට පෙනේ.

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග උපදින ආකාරය අනුව ඒවායේ කම්පන තලය විවිධ ලෙස පිහිටිය හැකි ය. උදාහරණයක් ලෙස, සූත්‍රිකා පහනකින් නිකුත් වන ආලෝකය සෑම තලයක ම වූ කම්පනවලින් යුක්ත වේ. සත්‍ය වශයෙන් ම 10^{-9} s කාලයකට වරක් විමෝචනය වන ආලෝකයේ ධ්‍රැවණ තලය වෙනස් වන බව ප්‍රායෝගිකව පෙනී ගොස් ඇත.

රූපයේ දක්වෙන ආකාරයට සෑම තලයක ම කම්පනය වන බොහෝ විට එකිනෙකට ලම්බ කම්පන දෙකක් මගින් රූපසටහන්වල ඒවා අඳිනු ලැබේ. ඉහත රූපයේ දක්වෙන ලෙස තල ධ්‍රැවණ පෙරහනක් හරහා වෙන් කිරීමට සැලසීමෙන් හෝ ගුවන්විදුලි තරංග නම් ද්විධ්‍රැව ඇන්ටෙනාවන් භාවිත කිරීමෙන් තරංගයේ ධ්‍රැවණ කාලය සීමා කළ හැකි ය. මාධ්‍යයක් තුළින් ගමන් කිරීමේ දී මාධ්‍යයේ අංශු විද්‍යුත් චුම්බක තරංග අවශෝෂණය කර නැවත විමෝචනය කරමින් ගමන් කරයි. මේ ක්‍රියාවලියට ගත වන කාලය එක් එක් මාධ්‍ය සඳහා වෙනස් වේ. මේ නිසා විද්‍යුත් චුම්බක තරංග එක් එක් මාධ්‍යවල දී විවිධ ප්‍රවේග ගනියි.

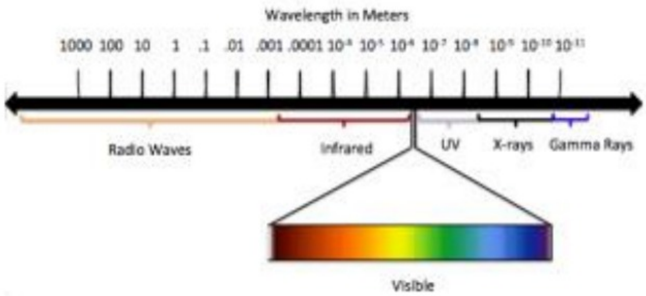
විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ස්වාභාවිකව ඇති වන අවස්ථා ගණනාවකි. සූර්ය විකිරණ (UV, දෘශ්‍ය ආලෝකය, IR) සියල්ල ස්වාභාවිකව අප වෙත පැමිණෙන විද්‍යුත් චුම්බක තරංග වේ. අකුණු ගැසීමේ දී ඇති වන විද්‍යුත් විසර්ජනය තවත් එවැනි විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ප්‍රභවයකි. ඉලෙක්ට්‍රොනික දෝලන පරිපථ විද්‍යුත් චුම්බක තරංග (ගුවන්විදුලි) කෘතිමව නිපදවන ප්‍රධාන ආකාරයකි. කිරණ නාල, මයික්‍රො තරංග උත්පාදනයට භාවිත කරන "Klystron", "Magnetron"ආදිය කෘතිමව විද්‍යුත් චුම්බක තරංග උපද්දවන තවත් ආකාර වේ. රසදිය විසර්ජන පහන්, ප්‍රතිදීපන පහන් බටවල ද UV කිරණ නිෂ්පාදනය සිදු වේ. න්‍යෂ්ටික ප්‍රතික්‍රියාවල දී γ කිරණ විමෝචනය වේ.

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග වර්ණාවලිය

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග විශාල සංඛ්‍යාත (හෝ තරංග ආයාම) පරාසයක පැතිර පවතී. මේ පරාසය විවිධ සංඛ්‍යාත කලාපවලට බෙදා ඇති අතර, ඒවා එකිනෙකට වෙනස් ගුණ පෙන්වයි. ආලෝකයේ ප්‍රවේගය ලෙස බොහෝ විට $3 \times 10^8\ m\ s^{-1}$ වශයෙන් යොදා ගනී. විද්‍යුත් චුම්බක තරංග වර්ණාවලිය ලෙස හඳුන්වන්නේ මෙලෙස විවිධ කලාපවලට බෙදා ඇති මුළු පරාසයයි.

මේ වර්ණාවලියේ තරංග කලාප සංඛ්‍යාතය හා තරංග ආයාමය අනුව වෙනස් වන ආකාරය ඉහත වර්ණාවලියේ දක්වා ඇත. විද්‍යුත් චුම්බක තරංග වර්ණාවලිය බෙදා ඇති ප්‍රධාන කලාප හයකි. එම කලාප පහත දැක්වේ.

- ගුවන්විදුලි තරංග
- අධෝරක්ත විකිරණ
- දෘශ්‍ය ආලෝකය
- පාරජම්බුල විකිරණ
- x - කිරණ
- γ - කිරණ



8.3 රූපය

මේ එක් එක් කලාපය තුළ තරංග විසිර ගොස් ඇති ආකාරය හා ඒවායේ ගුණ කෙටියෙන් සලකා බලමු.

ගුවන්විදුලි තරංග - (Radio waves)

තරංග ආයාමය $10^{-1}m$ -$10^{4}m$ දක්වා ගුවන්විදුලි තරංග කලාපය ලෙස හඳුන්වා ඇත. මේවාහි ගුණ එකිනෙකට වෙනස් ගුණ දක්වන්නාක් මෙන් ම මේ එක් එක් කලාපවල ඇති තරංග එකිනෙකට වෙනස් අවශ්‍යතා සඳහා ප්‍රයෝජනයට ගැනේ. මේ කලාප පිළිවෙළින් ELF, SLF, ULF, VLF, LF, MF, HF, VHF, UHF, SHF, EHF THF ලෙස සංඛ්‍යාතය අනුව වෙන් කොට ඇත. පසු පිටේ දැක්වෙන වර්ණාවලියෙහි එම බෙදීම් පැහැදිලි ව දක්වා ඇත.

එලෙස මේ ගුවන්විදුලි තරංග කලාපයේ කොටස් ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත පරාසය (audio frequency) හා ක්ෂුද්‍ර තරංග පරාසය (micro wave zone) ලෙස භාවිතය අනුව බෙදා ඇත. ශ්‍රව්‍ය සංඛ්‍යාත තරංග කලාපයේ ගුවන්විදුලි තරංග කනට සංවේදි නොවන අතර, ස්පීකරයක් වැනි පාරනායකයක් මගින් ධ්වනි තරංග බවට පරිවර්තනය කළ විට කනට සංවේදි වේ.

අධෝරක්ත විකිරණ

ගුවන්විදුලි තරංගවලට වඩා සංඛ්‍යාතයෙන් ඉහළ මීළඟ කලාපය අධෝරක්ත කලාපය ලෙස හැඳින්වේ. ගුවන්විදුලි තරංග කලාපයට අයත් THF තරංග කොටස අධෝරක්ත විකිරණ කොටසට

ඇතුළත් වේ. $\lambda = 10^{-2}$m - 10^{-6}m දක්වා පරාසය අධෝරක්ත විකිරණ කොටසට අයත් වේ. සූර්යා මඟින් තාපය ප්‍රධාන වශයෙන් රැගෙන එන්නේ අධෝරක්ත කිරණ මඟින් වන හෙයින් මේවා තාප විකිරණ ලෙස ද හැඳින්වේ.

දෘශ්‍ය ආලෝකය

ඇසට සංවේදනය වන විද්‍යුත් චුම්බක තරංග පරාසය දෘශ්‍ය ආලෝකය ලෙස හැඳින්වෙන තරංග ආයාමය 4×10^{-7}m-7×10^{-7}m දක්වා කොටස මෙයට අයත් වේ. දෘශ්‍ය වර්ණාවලිය ලෙස හැඳින්වෙන ඇසට වෙන් වෙන්ව හඳුනා ගත හැකි රතු, තැඹිලි, කහ, කොළ, නිල්, ඉන්ඩිගෝ, දම් වර්ණවලට අයත් තරංග මේවා වේ. අධෝරක්ත, දෘශ්‍ය ආලෝකය, පාරජම්බුල විකිරණ සියල්ල ආලෝකය ලෙස වර්ග කෙරෙන අතර, මෙහි මැද ඇති ඇසට සංවේදී කොටස දෘශ්‍ය ආලෝකය ලෙස හැඳින්වේ.

පාරජම්බුල කිරණ

දම් වර්ණයට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාත ඇති කොටස පාරජම්බුල විකිරණ ලෙස හැඳින්වේ. 10^{-7}m-10^{-9}m දක්වා වූ තරංග ආයාම ඇති විද්‍යුත් චුම්බක තරංග මේ කොටසට අයත් වේ.

X -කිරණ

$\lambda = 10^{-2}$m සිට 10^{-13}m දක්වා කලාපය X- කිරණවලට අයත් වේ. මේ කිරණවලට මාධ්‍ය අයනීකරණය කිරීමට හැකි අතර, මාධ්‍යයක් විනිවිද යෑමේ හැකියාවක් මේවාට ඇත. මේවා ජනනය වන්නේ අධික වේගයෙන් චලනය වන ඉලෙක්ට්‍රෝන මන්දනයට භාජනය වීමෙනි.

γ - කිරණ

සංඛ්‍යාතය 10^{19} Hz වලට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාතවලින් ඇති විද්‍යුත් චුම්බක තරංග මේ ගණයට අයත් වේ. මේවාට අධික විනිවිද යෑමේ හැකියාවක් ඇත. X - කිරණ හා γ -කිරණ කලාප එකිනෙක අතිච්ඡාදනය වී ඇති බව වර්ණාවලියෙන් දක්වේ. පරමාණුවේ න්‍යෂ්ටිය මඟින් නිකුත් වන විකිරණ γ -කිරණ ගණයට අයත් වන අතර, ඉලෙක්ට්‍රෝන මන්දනය වීමෙන් ජනනය වන කිරණ X - කිරණවලට අයත් වේ. මාධ්‍යය අයනීකරණය කරන්නේ ඉතා සුළු වශයෙනි.

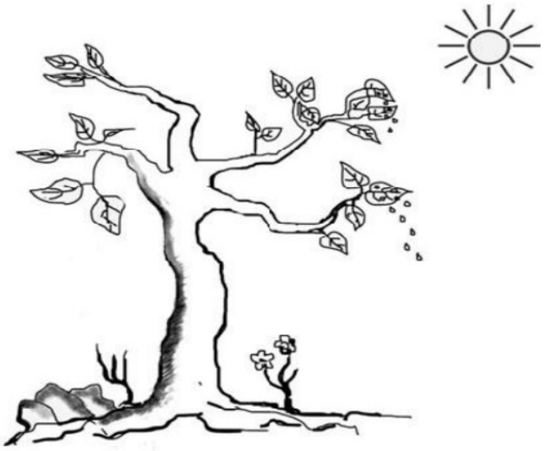
විවිධ කලාපවල විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ප්‍රායෝගිකව භාවිත කරන අවස්ථා කෙටියෙන් වර්ණාවලිය සමඟ දක්වා ඇත. විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවලට බාහිර විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍ර හෝ චුම්බක ක්ෂේත්‍ර බලපෑමක් ඇති නොකරයි. එලෙස ම මේ තරංග මඟින් නිරෝධනය සිදු වන හෙයින් නිරෝධන රටා ඇති කරයි. දැලිසක් තුළ පරමාණු පිහිටන ආකාරය නිර්ණය කිරීමට X -කිරණ මඟින් ඇති කරන නිරෝධන රටා භාවිත කරනු ලැබේ. X -කිරණ හා γ -කිරණවලට ප්‍රබල විනිවිද යෑමේ හැකියාවක් ඇත.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ලේසර (LASERS)

ලේසර් (LASER) යනු 'උත්තේජිත විකිරණ විමෝචනය මඟින් ආලෝක වර්ධනය' (**L**ight **A**mplification by **S**timulated **E**mission of **R**adiation) යන්න හකුළුවා දැක්වීමකි. ලේසර් කිරණ පිළිබඳ ඉතිහාසය ලිවීමේ දී සමහර විට එය හියුමස් ගුවන් යානා සමාගමේ ටී. එච්. මෙයිමාන් විසින් සරල සංකල්පයක් මත 1960 ජූලි මාසයේ දී පරීක්ෂණයක් සිදු කළ දිනයෙන් ආරම්භ කිරීමට ඉඩ ඇත. ඒ පරීක්ෂණයේ දී කෘත්‍රිම රූබි (රතුකැට) දණ්ඩක් මඟින් තද රතු පැහැති ආලෝක කදම්බයක් නිකුත් කර ගනු ලැබිණි.

එසේ වුව ද මෙහි මූලාරම්භය 1917 දී ඇල්බට් අයින්ස්ටයින් විසින් ඉදිරිපත් කරන ලද 'උත්තේජිත විමෝචනය' පිළිබඳ මූලධර්මයයි. තව ද මේ පිළිබඳව පුරෝගාමීව ක්‍රියා කළ, කොලම්බියා විශ්වවිද්‍යාලයේ චාල්ස් ටවුන්ස් හා ආතර් ෂැව්ලොව් යන දෙපොළට ද මේරිලන්ඩ් විශ්වවිද්‍යාලයේ වේබර් හට ද රුසියානු ජාතික විද්‍යාඥ දෙපොළක් වූ මොස්කව්හි ලෙබෙඩෙව් ආයතනයේ එන්. බාසොව් සහ ඒ. එම්. ප්‍රොකොරොව් හට ද මේ පිළිබඳ ගෞරවය හිමි විය යුතු ය.



8.4 රූපය

දෙවන ලෝක යුද සමයේ ලන්ඩනයේ යුද පිළිබඳ කාර්යාලය වෙත පැමිණීමට ආරාධනා ලද මහාචාර්ය චාල්ස් ටවුන්ස්, එහි දී ලද විවේකයක් ගත කිරීම සඳහා හිමිදිරි උදෑසන අසල වූ උද්‍යානයක් වෙත පිවිසියේ ය. සිය අසුනේ සිට ඉහළ බැලූ ඔහු තමා ඉදිරිපිට තිබූ ගසක පත්‍ර මත පිනි හට ගෙන තිබූ අයුරු නිරීක්ෂණය කළේ ය. එහි දී එම පත්‍ර මත සූර්ය රශ්මිය පතිතවත්ම පිනි බිඳු එකිනෙක යා වී විශාල බිඳිති ඇති වී ජල බින්දු ලෙස ගස මුදුනේ වූ පත්‍රවලින් ගිලිහී ජල ධාරාවක ආකාරයෙන් පහළට පතිත වීම ඇරඹිණි (8.4 රූපය). උත්තේජිත විමෝචනය මඟින් **සමවාරී** ෆෝටෝන කදම්බයක් ලබා ගත හැකි ය යන අදහස ඔහු වෙත පැන නැඟුණේ මේ නිරීක්ෂණය අනුව ය.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ අදහසට අනුව නිපදවන ලද ලේසර් කිරණ සාමාන්‍ය හිරු එළියට වඩා ඉතා දීප්තිමත් විය. සමාන ශක්තියෙන් හා සමාන තරංග ආයාමයෙන් (ඒක වර්ණ) යුත් එක ම දිශාවට සම කලාස්ථව ගමන් කරන (සමවාරී) ෆෝටෝනවලින් ලේසර් කදම්බය සමන්විත වේ.

ලේසර් කදම්බයක් ජනනය කිරීම

ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයකින් ලේසර් කදම්බයක් ජනනය කර ගැනීම සඳහා, ආලෝකය පදාර්ථය සමඟ අන්තර් ක්‍රියා කිරීමේ දී සිදු වන ක්‍රියාවලි පරීක්ෂා කර බැලීම අවශ්‍ය වේ. එහි දී ක්‍රියාවලි තුනක් සිදු විය හැකියි. එනම්,

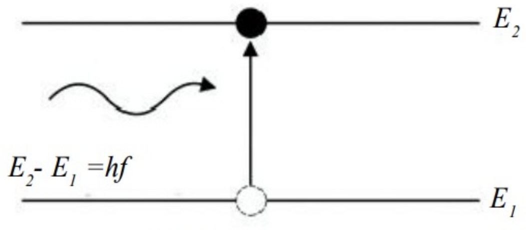
1) අවශෝෂණය 2) ස්වයං විමෝචනය 3) උත්තේජිත විමෝචනය

උත්තේජිත විමෝචන ක්‍රියාවලියේ විශේෂත්වයක් වශයෙන්, එය සිදු වීම සඳහා ආලෝකය වැනි කිසිදු බාහිර ශක්ති ප්‍රභවයක් අවශ්‍ය නොවීම සඳහන් කළ හැකි ය.

1. අවශෝෂණය

සාමාන්‍යයෙන් ස්ථායි ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයක පරමාණු (හෝ අණු) විශාල සංඛ්‍යාවක් භූමි ශක්ති අවස්ථාව හෝ ඊට ආසන්නතම යාබද අවස්ථාවක් ලබා ගැනීමට පෙලඹේ. කිසිදු බාහිර ශක්තියක් ඒ මාධ්‍යය මත පතිත නොවේ නම් මේ පෙලඹීම නොවෙනස්ව පවතී.

මෙවැනි ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයක් මත බාහිර ආලෝක කදම්බයක් පතිත වුව හොත් සිය භූමි අවස්ථාවේ පවතින පරමාණු එම බාහිර ශක්තිය අවශෝෂණය කර ගෙන ඉහළ ශක්ති මට්ටම්වලට සැකෙබුම සිදු වේ.



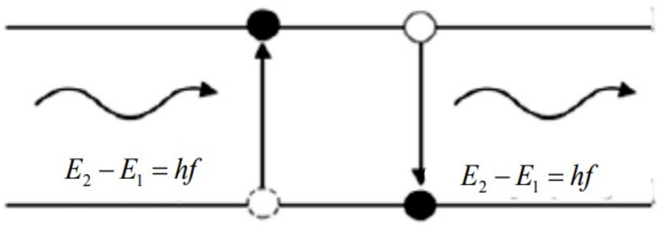
8.5 රූපය

එක් එක් පරමාණුව මඟින් අවශෝෂණය කරන ලද මේ ශක්තිය, ΔE, ආලෝක ෆෝටෝනයක ආකාරයෙන් වන අතර, අවශෝෂණ ක්‍රියාවලිය සිදු වන්නේ $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$ මඟින් දෙනු ලබන පරිදි මට්ටම් දෙකෙහි ශක්ති පරතරයට හරියට ම සමාන ශක්තියක් එක් එක් ෆෝටෝනයට හිමි නම් පමණි (8.5 රූපය). මෙහි h යනු ප්ලාන්ක් නියතය ද f යනු ෆෝටෝනයේ සංඛ්‍යාතය ද වේ.

2. ස්වයංසිද්ධ විමෝචනය

ශක්තිය E_1 වූ භූමි අවස්ථාවක් සහ ශක්තිය E_2 වූ සැකෙබුම් අවස්ථාවක් යනුවෙන් ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයක ශක්ති මට්ටම් දෙකක් සලකා බලමු.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



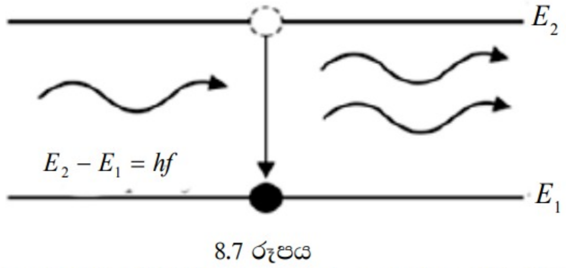
8.6 රූපය

යම් ආකාරයකින් (බාහිර ප්‍රභවයකින් ශක්තිය අවශෝෂණය කර ගැනීමෙන්) E_1 පහළ ශක්ති මට්ටමේ සිට E_2 ඉහළ ශක්ති මට්ටමට පරමාණුවක් සැකෙබුණු අවස්ථාවක් සලකමු (8.6 රූපය). එවිට ඒ පරමාණුව පෙලඹෙන්නේ එයට හිමි අමතර ශක්තිය විමෝචනය කර නැවතත් ශක්තිය E_1 වන භූමි අවස්ථාවට පත් වීමටයි. ස්වයංසිද්ධව භූමි අවස්ථාවට ආපසු වැටීමේ ක්‍රියාවලියේ දී පරමාණුව එයට හිමි අමතර ශක්තිය ආලෝක ෆෝටෝන ලෙස විමෝචනය කරයි. සාමාන්‍යයෙන් මෙය සිදු වන්නේ සසම්භාවී ලෙසයි. විකිරණ සියලු දිශා ඔස්සේ විමෝචනය වන අතර, ඒවා සමවාරි වේ. සාමාන්‍ය ප්‍රභවවලින් ආලෝකය පිට වීම සිදු වන්නේ මෙවන් ක්‍රියාවලියකිනි.

E_2 ඉහළ ශක්ති මට්ටමේ සිට E_1 පහළ ශක්ති මට්ටමට පරමාණුවක් ක්ෂය වීමේ දී විමෝචනය කෙරෙන ආලෝක ෆෝටෝනයක ශක්තිය ΔE, $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$ මඟින් දෙනු ලැබේ (h හා f පෙර දැක්වූ පරිදි ම වේ)

3. උත්තේජිත විමෝචනය

සැකෙබුණු පරමාණුවක් වෙත හරියට ම ගැළපෙන ශක්ති අගයෙන් යුත් ෆෝටෝනයක් ළඟා වුව හොත් E_2 ඉහළ ශක්ති මට්ටමේ වන ඉලෙක්ට්‍රෝනයක් E_1 පහළ ශක්ති මට්ටමට වැටීමට සලස්වා තවත් ෆෝටෝනයක් ද විමෝචනය කරනු ලැබිය හැකි වේ. මෙහි දී කැපී පෙනෙන ලක්ෂණයක් වන්නේ මෙසේ විමෝචනය වන ෆෝටෝනය, මේ ක්‍රියාව උත්තේජනය කළ මුල් ෆෝටෝනයට සංඛ්‍යාතය, කලාව හා ගමන් දිශාව අතින් සමාන වීම හා එම මුල් ෆෝටෝනය කිසිදු වෙනසකට භාජනය නොවී පැවතීමයි. මෙහි දී ද ෆෝටෝනයේ ශක්තිය පෙර පරිදි ම $\Delta E = E_2 - E_1 = hf$ මඟින් දෙනු ලැබේ.

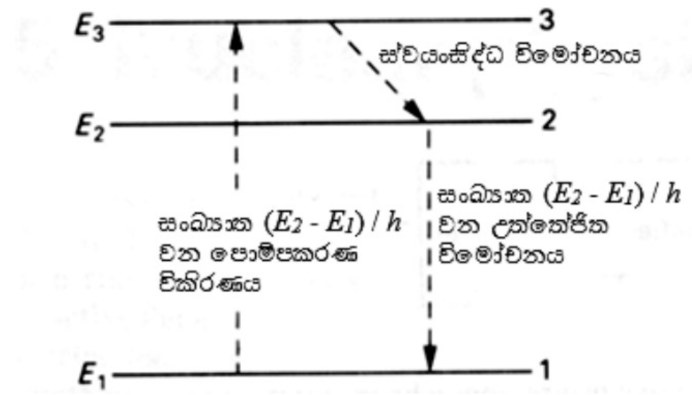


8.7 රූපය

ලේසරයක් සකසා ඇත්තේ උත්තේජිත විමෝචනය මඟින් ආලෝකය පිට කිරීම, ස්වයංසිද්ධ විමෝචනය මඟින් ආලෝකය පිට කිරීම අබිබවා යන පරිද්දෙනි. මෙය ඉටු කර ගැනීමට පහළ ශක්ති මට්ටමේ පවතිනවාට වඩා වැඩි ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණයක් ඉහළ ශක්ති මට්ටමේ පැවතීම අවශ්‍ය වේ. මේ තත්ත්වය ගහන අපවර්තනය යනුවෙන් හැඳින්වේ. එය සාමාන්‍ය තත්ත්වයට පටහැණි වූ තත්ත්වයක් වුව ද ආලෝක වර්ධනය සඳහා එය අත්‍යවශ්‍ය වේ.

ආලෝක කදම්බයක් ද්‍රව්‍යයක් තුළින් ගමන් කිරීමේ දී එහි තීව්‍රතාව අඩු වීම සාමාන්‍ය සිද්ධියයි. එහෙත් ආලෝක වර්ධනයේ දී සිදු වන්නේ ද්‍රව්‍යයක් තුළින් ගමන් කිරීමේ දී ආලෝක කදම්බයේ තීව්‍රතාව වැඩි වීමයි.

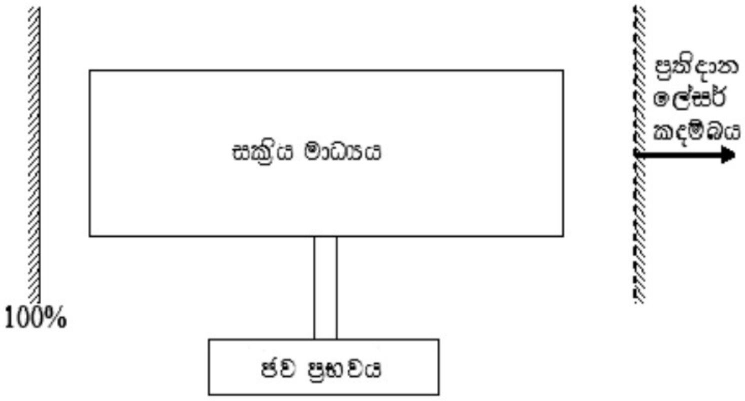
ගහන අපවර්තනය ඇති කිරීමේ එක් ක්‍රමයක් වන 'ප්‍රකාශ පොම්පකරණය' (optical pumping). ලේසර් ද්‍රව්‍යයක් ආලෝකයෙන් ප්‍රදීපනය කිරීමේ මූලික අදියරකින් යුක්ත ය. $E_2 > E_1$ වන පරිදි වූ ශක්ති මට්ටම් දෙකක් සලකන්න. පොම්පකරණ විකිරණය සංඛ්‍යාතය $(E_2 - E_1) / h$ වන ෆෝටෝනවලින් යුක්ත වේ නම් ඉලෙක්ට්‍රෝන 1 වන මට්ටමේ සිට 2 වන මට්ටම දක්වා එසවීම එම ෆෝටෝන අවශෝෂණය කර ගැනීම මඟින් සිදු වේ. එසේ වුවත් 2 වන මට්ටමේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගහනය වැඩි වීමට පටන් ගනිත් ම ගැළපෙන සංඛ්‍යාතයෙන් යුතු වූ පොම්පකරණ විකිරණය මඟින් 2 වන මට්ටමේ සිට 1 වන මට්ටම වෙත උත්තේජිත විමෝචනය ඇති කරයි. එබැවින් 2 වන මට්ටමේ ඉලෙක්ට්‍රෝන ගහනයේ කිසිදු වර්ධනයක් සිදු නොවේ.



8.8 රූපය

එබැවින් 8.8 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ශක්ති මට්ටම් 3ක් සහිත පද්ධතියක් අවශ්‍ය වේ. එහි දී සංඛ්‍යාත $(E_2 - E_1) / h$ වන පොම්පකරණ විකිරණය මඟින් 1 වන මට්ටමේ සිට 3 වන මට්ටම දක්වා ඉලෙක්ට්‍රෝන ඔසවා තබනු ලැබේ. එවිට එම ඉලෙක්ට්‍රෝන ස්වයංසිද්ධ විමෝචනය මඟින් 2 වන මට්ටම දක්වා පහළ බැසීම සිදු වේ. 2 වන මට්ටමෙහි ඉලෙක්ට්‍රෝන ප්‍රමාණවත් තරම් කාලයක් පවතින්නේ නම් 1 වන මට්ටම සහ 2 වන මට්ටම අතර ගහන අපවර්තනයක් ඇති විය හැකි ය. එහි දී 2 වන මට්ටමේ සිට 1 වන මට්ටම දක්වා සිදු වන ස්වයංසිද්ධ විමෝචනය නිසා පිට වන ෆෝටෝන මඟින් අනතුරුව උත්තේජිත විමෝචනය ද ඇති කරයි. එය වෙනත් පරමාණුවලින් වඩාත් ෆෝටෝන මුදා හැරීමට හේතු වේ.

ලේසර් ක්‍රියාව මේ අයුරින් 2 වන මට්ටම සහ 1 වන මට්ටම අතර සිදු වේ. තව ද උත්තේජිත විකිරණයේ සංඛ්‍යාතය පොම්පකරණ විකිරණයේ සංඛ්‍යාතයට වඩා වෙනස් බව සිහි තබා ගත යුතු වේ. පහත 8.9 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි ප්‍රායෝගික ලේසර් සැකසුමක් ප්‍රධාන සංරචක තුනකින් යුක්ත වේ.



8.9 රූපය

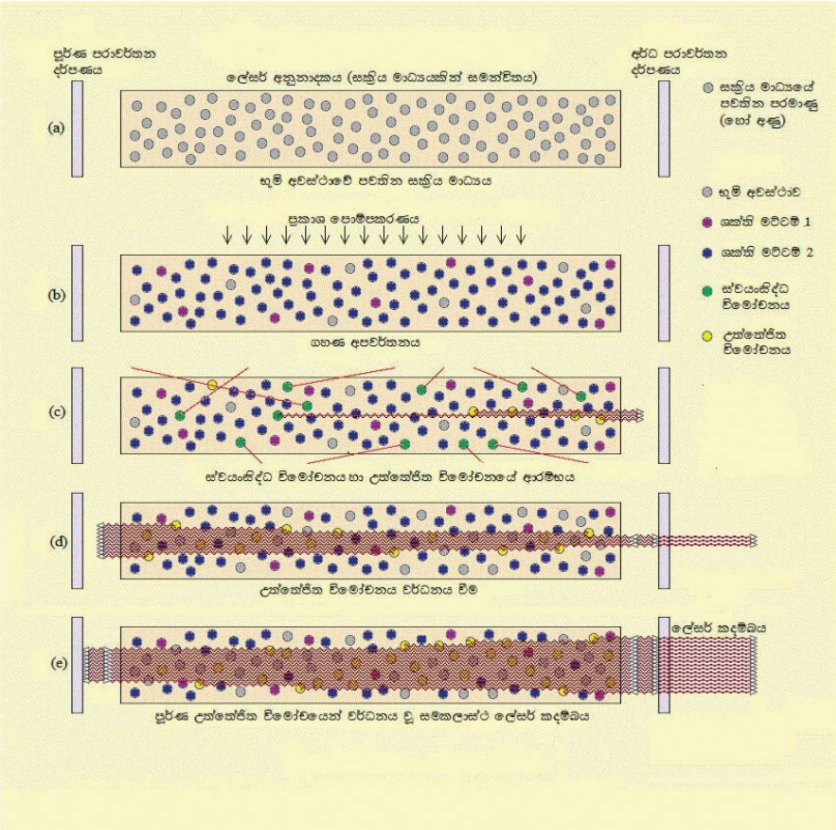
මූලිකවම මේ සඳහා සක්‍රිය මාධ්‍යයක් හෙවත් ෆෝටෝන කදම්බයක් ජනිත කළ හැකි පරමාණු (හෝ අණු) සහිත ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයකි. දෙවනුව මාධ්‍යයෙහි වූ පරමාණු (හෝ අණු) ඉහළ ශක්ති මට්ටම වෙත සැකෙබුමට අවශ්‍ය ශක්තිය සැපයීමට ජව ප්‍රභවයක් අවශ්‍ය වේ. තව ද සමචාරී ෆෝටෝන ධාරාවක් වර්ධනය කර ගැනීමට ප්‍රතිපෝෂණය සැපයීම සඳහා අනුනාදකයක් ද අවශ්‍ය වේ. අනුනාදකය දර්පණ දෙකකින් යුක්ත වන අතර, ඉන් එකක් ඉතා ප්‍රබලව (100%ක් දක්වා වුව ද) පරාවර්තනය කරන සහ අනෙක ඊට වඩා අඩුවෙන් (90% සිට 95% දක්වා පමණ) පරාවර්තනය කරන පරිදි වේ.

ප්‍රායෝගික ලේසර් නිපදවීමක දී පළමුව ජව ප්‍රභවයෙන් ලේසර් මාධ්‍යයට ශක්තිය සපයනු ලැබේ. එම ශක්තිය අවශෝෂණය කිරීම මඟින් මාධ්‍යයේ භූමි අවස්ථාවේ ඇති පරමාණු ඒවායේ සැකෙබුම් අවස්ථාවට පොම්පකරණය කරනු ලැබේ. මෙය 8.10 (a) රූපයේ දක්වා ඇත. සැකෙබුණු අවස්ථාවේ පවතින පරමාණු විශාල සංඛ්‍යාවක් ඇති වූ විට ඒවා ජව ප්‍රභවය මඟින් නිපදවන ලද ෆෝටෝන සමඟ අන්තර්ක්‍රියා කිරීමට පෙලඹේ. සැකෙබුණු උත්තේජිත විමෝචනය මඟින් ෆෝටෝන පිට කරමින් ඒවායේ භූමි අවස්ථාවට ගෙන ඒමට ඉන් බලපෑමක් ඇති වේ. එසේ විමෝචනය වන ෆෝටෝන එම විමෝචන ක්‍රියාවලිය උත්තේජනය කරනු ලැබූ ෆෝටෝනවලට සමකලාස්ථව පවතී. මෙය 8.10 (b) රූපයේ දක්වා ඇත.

මේ ක්‍රියාවලිය සිදු වන අතරතුර සැකෙබුණු පරමාණු සුළු ප්‍රතිශතයක් සිය අමතර ශක්තිය ස්වයංසිද්ධ විමෝචනය යටතේ පිට කරමින් ඒවායේ භූමි අවස්ථාවට පත් වීමට ද පෙලඹේ. සැකෙබුණු පරමාණුවලින් උත්තේජිත විමෝචනය යටතේ පිට කරනු ලබන ෆෝටෝන එහි දී මාධ්‍යයේ අක්ෂයට ආනතව ගමන් කරන පරිදි ද ඇති වේ. මෙසේ ආනතව විමෝචනය වන ෆෝටෝන සියල්ල ප්‍රධාන කදම්බයට දායක නොවී ඉවත් වේ. සමකලාස්ථව පවතින, උත්තේජිත විමෝචනය යටතේ පිට වූ ෆෝටෝන හා ඒවා උත්තේජනය කිරීමට දායක වූ ෆෝටෝන මෙසේ අක්ෂය ඔස්සේ ගමන් කරන්නේ නම්, ඒවා තවදුරටත් ඒවායේ ගමන් පෙතෙහි වූ සැකෙබුණු පරමාණු සමඟ අන්තර්ක්‍රියා කරමින් සියල්ලම එකිනෙකට සමකලාස්ථ වූ ෆෝටෝන ධාරාවක් වර්ධනය කරයි. මෙලෙස ගමන් කර අනුනාදකයේ කෙළවර ඇති දර්පණයක් මත පතිත වන ෆෝටෝන ආපසු සක්‍රිය මාධ්‍යය වෙත පරාවර්තනය වී, ඒ සියල්ල සමකලාස්ථව අක්ෂය ඔස්සේ ගමන් කරයි.

දර්පණ දෙක අතරමැද කොටසේ මෙලෙස ඉදිරියට හා ආපසු වශයෙන් ෆෝටෝන ගමන් කිරීම දිගට ම සිදු වේ.

සැකෙබුණු පරමාණුවලින් සමකලාස්ථව ෆෝටෝන විමෝචනය වීම තව තවත් උත්තේජනය කරමින් මාධ්‍යය තුළ කිහිප වතාවක් ෆෝටෝන ගමන් කිරීමෙන් පසු අධික තීව්‍රතාවක් සහිත ෆෝටෝන කදම්බයක් ඇති වේ. මෙලෙස ප්‍රමාණවත් තරම් අධික තීව්‍රතාවක් ලබා ගත් පසු සියල්ල එකිනෙක සමඟ සමකලාස්ථ වූ ෆෝටෝන සහිත ඉතා ප්‍රබල ෆෝටෝන කදම්බයක් අඩු පරාවර්තනය සහිත දර්පණය තුළින් පිට වේ (8.10 රූපය).



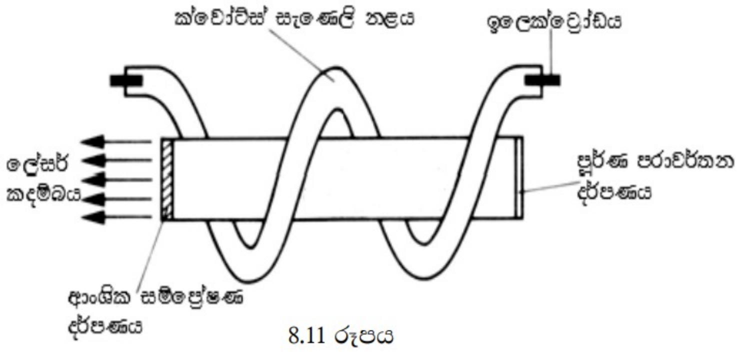
8.10 රූපය

රූබි ලේසරය (Ruby Laser)

රූබි ලේසරය එළිදැක්වීම ලේසර් යුගයේ ආරම්භය සලකුණු කරන අතර ඒ ක්ෂේත්‍රයේ ක්‍රියාකාරකම් රාශියකට මඟ පෑදීමක් විය. ලේසරයක දී විවිධ මාධ්‍ය භාවිත කළ හැකි ය. රූබි දඬු (Ruby Rod) ලේසරයක දී ලේසර් මාධ්‍යය ලෙස ඇත්තේ ක්‍රෝමියම් සුළු ප්‍රමාණයක් සහිත කෘත්‍රිම ඇලුමිනියම් ස්ඵටිකයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

එය මට්ටම් 3ක් සහිත ලේසරයක් වන අතර, එහි '3 වන මට්ටම' එකිනෙකට ඉතා සමීපව ඇති ශක්ති මට්ටම් කලාපයකින් යුක්ත ය. සැණෙලි නළයකින් (flash tube) නිකුත් වන කොළ-කහ පැහැති සැණෙලි මඟින් පොම්පකරණ විකිරණය ලබා ගනී (8.11 රූපය). එයින් ඉලෙක්ට්‍රෝන 1 වන මට්ටමේ (භූමි මට්ටමේ) සිට ඉහත ශක්ති කලාපයේ ඇති ඉහළ ශක්ති මට්ටමකට නංවනු ලැබේ. ඉන් පසු ඒවා ස්වයංසිද්ධ ලෙස ස්ථායි 2 වන මට්ටමට වැටී, 1 ms පමණ කාලයක් පවතී. එහෙත් ඒවා ඉහළ ශක්ති කලාපයේ පවතිනුයේ 10^{-5} ms කාලයක් පමණි. ඉලෙක්ට්‍රෝන 2 වන මට්ටමේ සිට 1 වන මට්ටමට වැටීමට උත්තේජනය වීමෙන් රතු ලේසර් ආලෝකය විමෝචනය වේ. රූබි දණ්ඩේ එක් කෙළවරක් සම්පූර්ණ පරාවර්තනය සිදු වන සේ රිදී ආලේපිත වන අතර අනෙක් කෙළවර ආංශිකව සම්ප්‍රේෂණය ද සිදු විය හැකි ලෙස තුනී රිදී ආලේපයකින් යුක්ත වේ. උත්තේජිත ආලෝක ෆෝටෝන දණ්ඩ ඔස්සේ ඉදිරි හා ආපසු වශයෙන් පරාවර්තනයට භාජනය වෙමින් ගමන් කර තීව්‍ර කදම්බයක් බවට පත් වූ විට ඉන් කොටසක් තුනී ලෙස රිදී ආලේපිත කෙළවරින් ලේසර් කදම්බයක් ලෙස පිට වේ.



8.11 රූපය

හීලියම් නියොන් ලේසරය (Helium-Neon Laser)

1960 වර්ෂයේ අවසන් භාගයේදී නිව් ජර්සි (New Jersey) නගරයේ හොම්ඩෙල් (Holmdel) නගරයේ බෙල් විද්‍යාගාරයේදී අලි ජාවන් (Ali Javan) සහ ඔහුගේ සහායකයන් විසින් හීලියම් හා නියොන් වායු විසරණය මඟින් සමචාරි විකිරණයක් නිපදවන ලදි.

රූබි ලේසරයේ දී කෙටි ස්පන්ද ආකාරයේ ආලෝකය පිට කරයි. හීලියම් හා නියොන් වායු මිශ්‍රණය භාවිත වන ලේසරයේ දී සන්තතික හා අඩු අපසාරී බවකින් යුත් ලේසර් කදම්බයක් නිපදවයි. මෙහි ඇති දිග ක්වාට්ස් නලයක් තුළ වායු මිශ්‍රණය අඩංගු වන අතර නළය දෙකෙළවර තල දර්පණ දෙකක් වේ. සැණෙලි නළයක් වෙනුවට පොම්පකරණය සඳහා මෙහි දී යොදා ගැනෙන්නේ 28 MHz සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් රේඩියෝ සංඛ්‍යාත (RF) ජනකයකි.

වායුවේ සිදු වන විද්‍යුත් විසර්ජනයකින් වායුවේ ඇති හීලියම් පරමාණු සැකෙබුම් අවස්ථාවකට පොම්පකරණය කරනු ලැබේ. ඒවා ඉන් පසු සංඝට්ටන මඟින් නියොන් පරමාණු ඉහළ ශක්ති අවස්ථාවකට සැකෙබුම සිදු කරයි. එහිදී අපවර්ත ගහනයක් ඇති වී, ඒවා උත්තේජනය කරනු ලැබ පහළ ශක්ති මට්ටමකට වැටීමේදී විකිරණ විමෝචනය සිදු වේ.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ලේසර භාවිතය

කාර්මික ක්ෂේත්‍රයේ දී

විවිධ ප්‍රතිදාන ක්ෂමතා හා විවිධ සංඛ්‍යාත පරාස සහිත ලේසර් පද්ධති දැනට වෙළෙඳපොළෙහි ඇත. ලෝකය පුරා කාර්මික විද්‍යාගාරවල ඉහළ ක්ෂමතා සහිත ලේසර් පද්ධති විදුම්, කැපීම්, අනුසටහන් කිරීම්, වෑල්ඩිං කිරීම් හා අර්ධ සන්නායක නිෂ්පාදනයෙදී භාවිත වේ.

එම එක් එක් භාවිතයේදී යොදා ගනු ලබන ලේසර් කදම්බයේ ශක්තිය, තරංග ආයාමය, කදම්බ ආකෘතිය (පැතිකඩ ස්වරූපය) යනා දී පරාමිතීන් එම භාවිතයට අදාළව සුවිශේෂ විය යුතු ය. මේ සඳහා පුළුල්ව යොදා ගනු ලබන්නේ තරංග ආයාමය 10 μm වන කාබන්ඩයොක්සයිඩ් ලේසරයයි. අනුරූප ඝන අවස්ථා (Solid state) භාවිතයක් ලෙස යොදා ගැනෙන්නේ තරංග ආයාමය 1.06 μm වන සමවාරි ආලෝකය NbYAG ජනනය කරන ලෝහයයි. මෙහි කෙටි තරංග ආයාමය හේතුවෙන් ලෝහ මඟින් මනාව ශක්තිය අවශෝෂණය කෙරෙන බැවින් එය ඉලෙක්ට්‍රෝනික පෑස්සුම්, ලප වෙල්ඩින් (Spot- Welding) හා සූක්ෂ්ම සිදුරු පිලිස්සීම (Micro-hole) යන කාර්යයන්හී දී වඩාත් යෝග්‍ය වේ.

කොම්බෝ (Combo) යනුවෙන් හැඳින්වෙන ලේසර් - රොබෝ සංයුක්ත යන්ත්‍රයක් දැනට කාර්මික ආයතනවල පුළුල්ව භාවිතයේ පවති. මෑතකදී ඉදිරිපත් කරන ලද මැක්රාම් (3D Printers), තීන්තාලේපන ඒකකයක්, තැනුම් ඒකකයක් හා එකලස් කිරීමේ ඒකකයක් යන සියල්ල එක්තැන් කළ ලේසර්-රොබෝ යන්ත්‍රයක් සේ එය හැඳින්විය හැකි ය.

වෛද්‍ය ක්ෂේත්‍රය

ශල්‍ය වෛද්‍ය ප්‍රතිකාරයන් හි දී බොහෝ ප්‍රායෝගික ආකාරවලින් ලේසර් කිරණ භාවිත වේ. ඒ සඳහා බෙහෙවින් ම ස්ථායී ලේසර් දෝලකවලින් යුත් උපකරණ යොදා ගනී. මුලින් ම සිදු කළ එවන් එක් භාවිතයක් වූයේ මිනිස් ඇසේ දෘෂ්ටිවිතානය කඩාහැලීමේ රෝගී තත්ත්වයට ප්‍රතිකාර කිරීමට යොදා ගැනීමයි. එහිදී අඩු ශක්ති රූබි ලේසරයක් යොදා ගැනිණි. කඩා හැලුණු දෘෂ්ටි විතානය නැවත ස්ථානගත කර ලේසර් කිරණ මඟින් ලප-වෙල්ඩින් කර පිහිටුවන ලද අතර එහි දී අනෙකුත් පටකවලට වන හානිය සෛල කිහිපයක ඝනකමට පමණක් සීමා වන සේ ඉතා අවම මට්ටමක පවත්වා ගත හැකි විය.

මොළය හා සුෂුම්නාව ආශ්‍රිත ශල්‍යකර්මවල දී ඉතා එලදායි අයුරින් ලේසර් කිරණ භාවිතයට ගැනේ. එහිදී ලේසර් කදම්බයක් තියුණු කැපුම් පිහියක් ආකාරයෙන් ක්‍රියා කර කැපුම් ස්ථාන ක්ෂණිකව පිලිස්සීම මඟින් අනවශ්‍ය රුධිර වහන වළකාලයි.

ප්‍රකාශ-විකිරණ ප්‍රතිකාර (Photo radiation therapy) නම් වන ක්‍රියාවලියේ දී පිළිකා සෛල සංවේදීකාරකයක් සහ ලේසර් කිරණ එක්ව භාවිත කෙරේ. සංවේදීකාරකය රතු ආගන්-ලේසර් ආලෝකයට නිරාවරණය වීමෙන් එය පිළිකා සෛල විනාශ කළ හැකි අධික්‍රියාකාරී රසායනිකයක් නිපදවයි. මේ ශිල්ප ක්‍රමය පිළිකා තත්ත්ව සුව කර ගැනීම සඳහා ද යෙදවේ. එම අවස්ථාවල දී නිල් ආලෝකය නිකුත් කරන ක්‍රිප්ටන්-ලේසර් පරිලෝකකයක් (Scanner) සහ යෝග්‍ය ප්‍රතිදීපන ඩයි වර්ගයක් භාවිත කරනු ලැබේ.

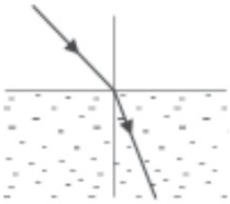
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

නව වන පරිච්ඡේදය

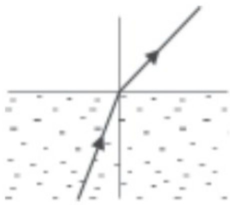
ජ්‍යාමිතික ප්‍රකාශ විද්‍යාව

ආලෝක වර්තනය

රික්තයේ දී හෝ නිදහස් අවකාශයේ දී අලෝකයේ ප්‍රවේගය ආසන්න වශයෙන් සමාන වේ යැයි සලකනු ලැබේ. කෙසේ වුව ද වීදුරු සහ ජලය වැනි වෙනත් පාරදෘශ්‍ය මාධ්‍ය තුළින් ආලෝකය ගමන් කරන විට තරංග ආයාමයන්හි වෙනස්වීම් සමඟ ආලෝකයෙහි ප්‍රවේගයේ වෙනස්වීම් මේ මාධ්‍ය තුළ දී සිදු වේ. මේ වෙනස්වීම් හේතුකොට ගෙන එම මාධ්‍ය තුළින් ගමන් කිරීමේ දී ආලෝක කිරණ අපගමනයට ලක් වේ. මෙසේ එක් පාරදෘශ්‍ය මාධ්‍යයක සිට වෙනත් පාරදෘශ්‍ය මාධ්‍යයකට ගමන් කරන ආලෝක කිරණවල දිශාව වෙනස් වීමේ හෙවත් අපගමනය වීමේ සංසිද්ධිය ආලෝක වර්තනය ලෙස හැඳින්වේ.



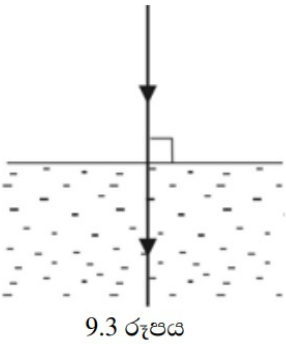
9.1 රූපය



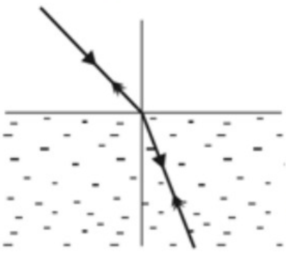
9.2 රූපය

ආලෝකය වාතයේ සිට වීදුරු වැනි මාධ්‍යයකට ගමන් කරන විට එහි ප්‍රවේගය අඩු වන අතර කිරණය, පතන ලක්ෂ්‍යයේ දී අතුරු මුහුණතට ඇඳි අභිලම්බය වෙත වර්තනය හෙවත් අපගමනය වේ (9.1 රූපය) යම් මාධ්‍යයක ආලෝකයේ ප්‍රවේගය, අනෙක් මාධ්‍යයේ දී ආලෝකයේ ප්‍රවේගයට වඩා අඩු වේ නම් ඒ මුල් මාධ්‍යය ප්‍රකාශ වශයෙන් ඝනතර මාධ්‍යයක් ලෙස හඳුන්වනු ලැබේ. මේ අනුව විදුරු වාතයට සාපේක්ෂ ව **ඝනතර** මාධ්‍යයක් වන අතර, වාතය වීදුරුවලට සාපේක්ෂව **විරල** මාධ්‍යයක් වේ. අනෙක් අතට ආලෝකය ඝනතර මාධ්‍යයක සිට විරල මාධ්‍යයකට ගමන් කරන විට එය ඒ අභිලම්බයෙන් ඉවතට වර්තනය හෙවත් අපගමනය වේ.

- එනමුත් පතන කිරණයක් අභිලම්බය ඔස්සේ වෙයි නම් එය අභිලම්බය ඔස්සේ ම දෙවැනි මාධ්‍යයේ ද ගමන් කෙරේ.



9.3 රූපය

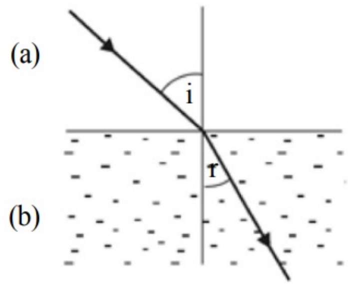


9.4 රූපය

- තව ද, වර්තිත කිරණයක් ප්‍රත්‍යාවර්ත කළ හොත් එය එහි මුල් පථය ඔස්සේ ම ආපසු ගමන් කරයි.

වර්තන නියම

1. පතන කිරණයක්, වර්තන කිරණයක්, පතන ලක්ෂ්‍යයේ දී අතුරු මුහුණකට ඇඳි අභිලම්බයක් යන සියල්ල එක ම තලයේ පිහිටයි.
2. දෙන ලද මාධ්‍ය දෙකක් තුළින් ගමන් කරන නිශ්චිත වර්ණයකින් යුත් ආලෝක කිරණ සඳහා පතන කෝණයේ සයිනය වර්තන කෝණයේ සයිනයට නියත අනුපාතයක් දරයි.



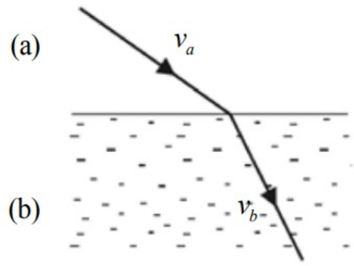
9.5 රූපය

$$\frac{\sin i}{\sin r} = n \ (n \text{ - නියතයකි})$$

- පළමු මාධ්‍යය වාතය හෝ රික්තය හෝ වේ නම් ඉහත අනුපාතය දෙවැනි මාධ්‍යයේ නිරපේක්ෂ වර්තන අංකය ලෙස හැඳින්වේ.
- පළමු මාධ්‍යය වාතය හෝ රික්තය හෝ නොවේ නම් ඉහළ අනුපාතය පළමු මාධ්‍යයට සාපේක්ෂව දෙවැන්නේ වර්තන අංකය ලෙස හැඳින්වේ.

$$_a n_b = \frac{\sin i}{\sin r}$$

වර්තනය සිදු වන මාධ්‍ය දෙකෙහි ද ආලෝකයේ ප්‍රවේගය මෙන් ම එහි තරංග ආයාම ඇසුරෙන් ද වර්තන අංකය සඳහන් කළ හැකි ය.



9.6 රූපය

(a) සහ (b) යන මාධ්‍ය දෙක තුළ දී ආලෝකයේ ප්‍රවේග පිළිවෙළින් v_a සහ v_b නම්,

$$_a n_b = \frac{v_a}{v_b} = \frac{f\lambda_a}{f\lambda_b} = \frac{\lambda_a}{\lambda_b}$$

(b) නම් මාධ්‍යයේ සිට (a) නම් මාධ්‍යයට වර්තනය වන කිරණයක් සැලකීමෙන්,

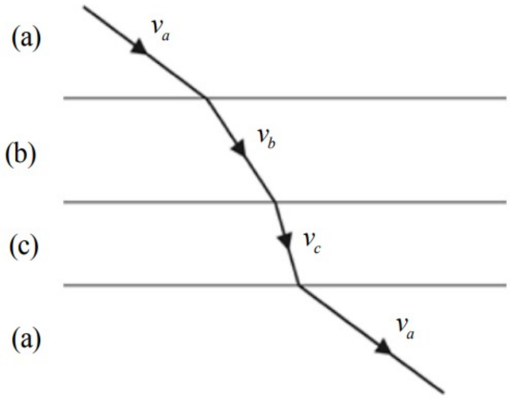
$$_b n_a = \frac{v_b}{v_a}$$

$$\therefore \ _b n_a = \frac{1}{_a n_b}$$

උදාහරණක් ලෙස $_a n_g = \frac{3}{2}$ නම් $_g n_a = \frac{1}{3/2} = \frac{2}{3}$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

තව ද a, b සහ c යන මාධ්‍ය තුනක් තුළින් වර්තනය වී නැවත a මාධ්‍යයට ඇතුළුවන ආලෝක කිරණයක් සැලකීමෙන්,



9.7 රූපය

$$ {}_a n_b = \frac{v_a}{v_b} $$

$$ {}_c n_a = \frac{v_c}{v_a} $$

$$ {}_b n_c = \frac{v_b}{v_c} $$

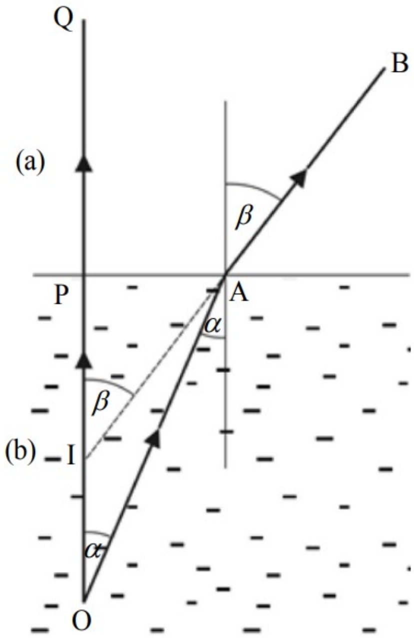
$$ \therefore {}_a n_b \times {}_b n_c \times {}_c n_a = \frac{v_a}{v_b} \times \frac{v_b}{v_c} \times \frac{v_c}{v_a} = 1 $$

$$ \therefore {}_b n_c = \frac{1}{{}_a n_b \times {}_c n_a} = \frac{{}_a n_c}{{}_a n_b} = \frac{{}_a n_c}{{}_a n_b} $$

උදාහරණක් ලෙස

$$ {}_a n_g = 3/2, \quad {}_a n_w = 4/3 \text{ නම් } \therefore {}_w n_g = \frac{{}_a n_g}{{}_a n_w} = \frac{3/2}{4/3} = 9/8 $$

වර්තනයෙන් සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බ



9.8 රූපය

O යනු වීදුරු වැනි ඝනතර මාධ්‍යයක පිහිටි වස්තුවකි. එයින් නික්මෙන OA වැනි කිරණයක් AB ඔස්සේ වාතයට වර්තනය වන අතර, අතුරු මුහුණතට ලම්බවන OP කිරණය අපගමනයකින් තොරව PQ ඔස්සේ ගමන් කරයි. ඉහළින් ඇති (a) වැනි විරල මාධ්‍යයක සිට නරඹන ඇසකට ලැබෙන PQ සහ AB කිරණ I නම් වූ ලක්ෂ්‍යයක සිට නික්මෙන බව පෙනෙයි. I යනු O වස්තුවෙහි ප්‍රතිබිම්බයයි.

(b) මාධ්‍යයේ සිට (a) මාධ්‍යයට ගමන් කරන කිරණ සැලකීමෙන්,

$$ {}_b n_a = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta} $$

$$ \therefore {}_a n_b = \frac{1}{{}_b n_a} = \frac{\sin\beta}{\sin\alpha} = \frac{PA/IA}{PA/OA} = \frac{OA}{IA} $$

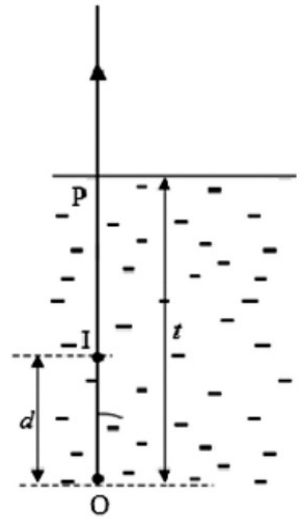
Pට සිරස්ව ඉහළින් සිට නරඹන ඇසකට ළඟා වන්නේ Pට ආසන්නයේ පතිත වන OA කිරණ පමණි. එවිට A, Oට ඉතා ආසන්න වන හෙයින්,

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$$\text{IA} \approx \text{IP} \text{ සහ } \therefore \text{OA} \approx \text{OP}$$

$$\therefore {}_a n_b = \frac{\text{OP}}{\text{IP}} = \frac{\text{සත්‍ය ගැඹුර}}{\text{දෘශ්‍ය ගැඹුර}}$$

දෘශ්‍ය විස්ථාපනය



9.9 රූපය

දෘශ්‍ය විස්ථාපනය $(d) = \text{OI} = \text{OP-IP}$

$$d = \text{OP} - \frac{\text{OP}}{{}_a n_b} = \text{OP}\left(1 - \frac{1}{{}_a n_b}\right)$$

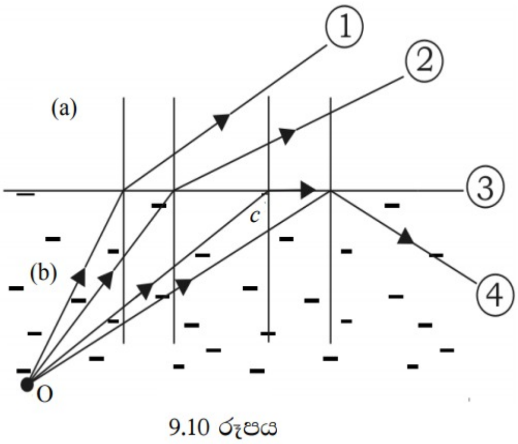
$$d = t\left(1 - \frac{1}{{}_a n_b}\right)$$

O ලක්ෂ්‍යයේ ඇති වස්තුවල වර්තනය හේතු කොට ගෙන I ලක්ෂ්‍යයකට විස්ථාපනය වී ඇති බව පෙනෙයි.

ඉහත ප්‍රකාශනය සමාන්තර පැති සහිත පාරදෘශ්‍ය කුට්ටියකට පහළින් ඇති වස්තුවක දෘශ්‍ය විස්ථාපනය සඳහා ද වලංගු වේ. t යනු පාරදෘශ්‍ය කුට්ටියෙහි ඝනකම වන අතර d යනු දෘශ්‍ය විස්ථාපනය වේ.

පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනය

ජලය හෝ වීදුරු වැනි ඝනතර මාධ්‍යයක (b) සිට වාතය වැනි විරල මාධ්‍යයකට (a) ගමන් කරන කිරණ සලකා බලමු.



9.10 රූපය

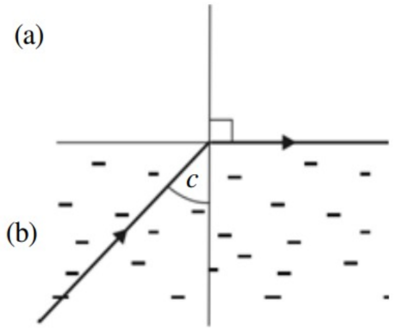
1. විරල මාධ්‍යයට ඇතුළුවීමේ දී කිරණය අභිලම්බයෙන් ඉවතට වර්තනය වෙමින් අතුරු මුහුණත වෙතට නැමෙයි.
2. පතන කෝණය වැඩි කිරීමේ දී වර්තන කිරණය අතුරු මුහුණත වෙත වඩ වඩා නැමෙයි.
3. පතන කෝණය තව දුරටත් වැඩි කිරීමේ දී වර්තන කිරණය මාධ්‍ය වෙන් කරන අතුරු මුහුණත ඔස්සේ යන පරිදි වූ අවස්ථාවක් ඇති වේ. මේ අවස්ථාවේ දී පතන කෝණය අවධි කෝණය ලෙස හැඳින්වේ.

4. පතන කෝණයට අවධි කෝණය ඉක්මවීමේ දී අතුරු මුහුණත දර්පණයක් ලෙස ක්‍රියාත්මක වෙමින් කිරණය ගහනතර මාධ්‍යයෙහි ම මුළුමනින් ම පරාවර්තනය වේ. මේ සංසිද්ධිය පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනය ලෙස හැඳින්වේ.

(පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනය ඇරඹීමට පෙර සිට ම අතුරු මුහුණතෙහි ආංශික පරාවර්තනය එක්තරා ප්‍රමාණයකින් සිදු වන බව දක්වේ).

පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනය සඳහා අවශ්‍යතා

1. ආලෝකය එකිනෙකට සාපේක්ෂව ගහනතර මාධ්‍යයක සිට විරල මාධ්‍යයකට ගමන් කළ යුතු ය.
2. කිරණයේ ගහනතර මාධ්‍යයෙහි පතන කෝණය මාධ්‍ය දෙක අතර අවධි කෝණය ඉක්මවිය යුතු ය.



9.11 රූපය

ගහනතර මාධ්‍යයක (b) සිට විරල මාධ්‍යයකට (a) ගමන් කරන කිරණයක අවධි කෝණ අවස්ථාව සැලකීමෙන්

$$_{b}n_{a}=\frac{\sin c}{\sin 90^{\circ}}=\frac{\sin c}{1}$$

$$\therefore\ _{a}n_{b}=\frac{1}{\sin c}$$

විසඳූ අභ්‍යාසය

1. ටැංකියක පතුල ඝනකම 6 cm ක් වූ ද වර්තනාංකය 3/2ක් වූ ද වීදුරු තහඩුවකි. ටැංකිය තුළ 8 cmක් ගැඹුරට වර්තනාංක 4/3ක් වූ ජලය ඇත. වීදුරු පතුලෙහි යටි පැත්තේ තිබෙන සලකුණක් දෙස එයට සිරස් ව ඉහළින් සිට නරඹන්නකුට පෙනෙන පරිදි එම සලකුණෙහි දෘශ්‍ය විස්ථාපනය කුමක් ද?

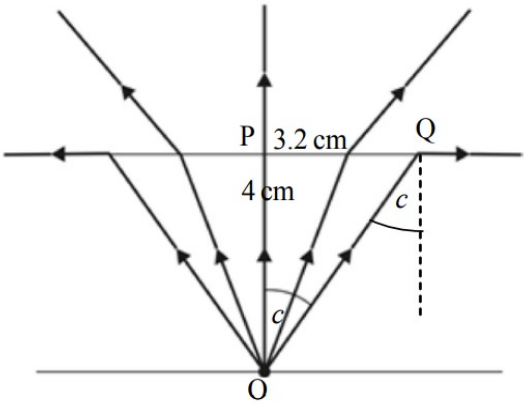
නරඹන්නා වාතයෙහි සිට නිරීක්ෂණය කරන හෙයින්
වීදුරු තහඩුව නිසා ඇති වන දෘශ්‍ය විස්ථාපනය $=6\left(1-\frac{1}{3/2}\right)=6\times\frac{1}{3}=2\text{ cm}$

ජලය නිසා ඇති වන දෘශ්‍ය විස්ථාපනය $=8\left(1-\frac{1}{4/3}\right)=8\times\frac{1}{4}=2\text{ cm}$

මුළු දෘශ්‍ය විස්ථාපනය $=2+2\ =4\text{ cm}$

2. ඝනකම 4 cmක් වූ ඍජුකෝණාස්‍රාකාර වීදුරු තහඩුවක යටි පැත්තෙහි දීප්ත ලක්ෂ්‍යයක් ඇත. මේ ලක්ෂ්‍යයෙන් නික්මෙන ආලෝකය වීදුරු තහඩුවේ ඉහළ පෘෂ්ඨය මත පතිත වී, ඒ පෘෂ්ඨය ආලෝකමත් කරමින් නිර්ගමනය වේ. එහි පතන කෝණය අවධි කෝණය වන තෙක් මෙය සිදු වන අතර, ඒ කෝණය අවධි කෝණය ඉක්මවන විට ආලෝකය පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයකට ලක් වෙමින් අරය 3.2 cm වෘත්තාකාර ආලෝක ලපයක් වීදුරු පෘෂ්ඨය මත නිර්මාණය කරයි. වීදුරුවල වර්තන අංකය සොයන්න.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



9.12 රූපය

වීදුරුවල අවධි කෝණය c නම්

$$\tan c = \frac{3.2}{4.0} = \frac{32}{40} = \frac{4}{5} = 0.8000$$

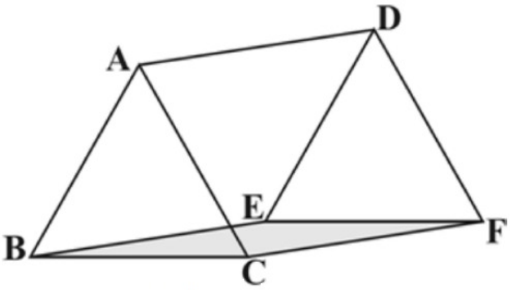
$$\therefore c = \tan^{-1}(0.8000) = 38^\circ 40'$$

වීදුරුවල වර්තන අංකය

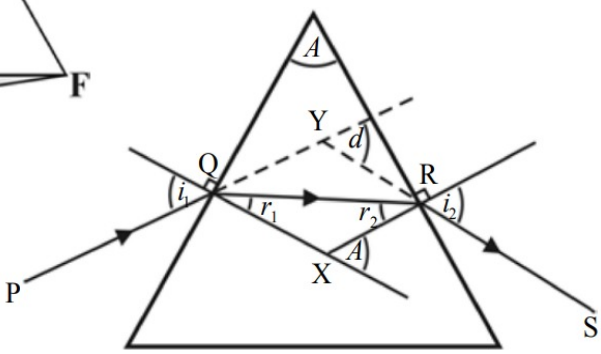
$$n = \frac{1}{\sin c} = \frac{1}{\sin(38^\circ 40')} = 1.60$$

ප්‍රිස්ම තුළින් වර්තනය

ප්‍රිස්මයක් ත්‍රිකෝණාකාර මුහුණත් දෙකකින් ද සෘජුකෝණාස්‍රාකාර මුහුණත් තුනකින් ද වට වී ඇත. එහි ABC වැනි ඡේදයක් ප්‍රධාන ඡේදය ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එහි ශීර්ෂ කෝණය ප්‍රිස්මයේ වර්තක කෝණය නැත හොත් ප්‍රිස්ම කෝණය ලෙස හැඳින්වේ.



9.13 රූපය



9.14 රූපය

PQRS යනු වීදුරු වැනි පාරදෘශ්‍ය මාධ්‍යයකින් තැනූ ප්‍රිස්මයක් තුළින් ගමන් කරන ආලෝකය කිරණයක පථයයි. Qහි දී එය ඝනතර මාධ්‍යයට ඇතුළු වන විට එහි අභිලම්බය වෙත අපගමනය වන අතර Rහි දී එය ඝනතර මාධ්‍යයෙන් ඉවත් වෙමින් එය විරල මාධ්‍යයට නික්මෙන විට එහි අභිලම්බයෙන් ඉවත් ව අපමනය වේ. PQ පතන කිරණය හා RS නිර්ගත කිරණය අතර කෝණය කිරණයේ අපගමන කෝණය ලෙස හැඳින්වේ. රූපයේ දක්වා ඇති i_1, i_2, r_1 සහ r_2 කෝණ ද ප්‍රිස්මයේ වර්තක කෝණය ද අපගමන කෝණය ද අතර පහත දැක්වෙන සබඳතා ජ්‍යාමිතිය මගින් ලබා ගත හැකි ය.

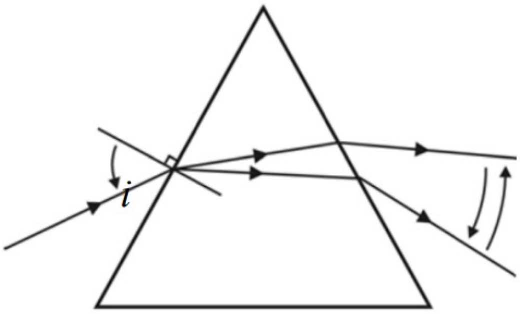
$r_1 + r_2 = A$.............................9.1

$(i_1 - r_1) + (i_2 - r_2) = d$

$(i_1 + i_2) - (r_1 + r_2) = d$

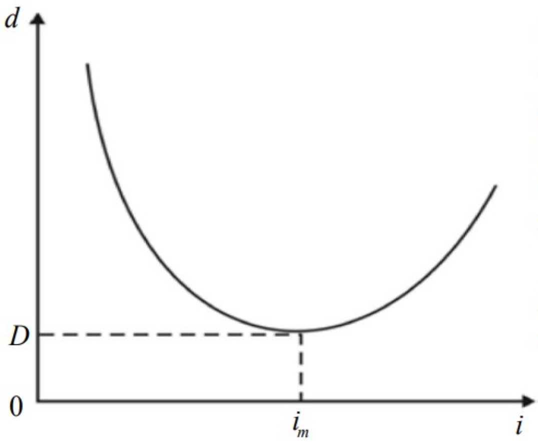
$i_1 + i_2 - A = d$

$\therefore\ i_1 + i_2 = A + d$.....................9.2



9.15 රූපය

පතන කෝණය (i) කුඩා අගයකින් ආරම්භ කොට ක්‍රමයෙන් වැඩි කළ හොත් නිර්ගත කිරණය පළමුව අපගමන කෝණය අඩු වන දෙසට ගමන් කරන බව පෙනී යයි. එසේ ගමන් කොට අපගමන කෝණය අවම වන පිහිටීමකට පැමිණ, අනතුරුව ආපසු හැරී අපගමන කෝණය වැඩි වන දෙසට නිර්ගත කිරණය ගමන් කරයි.



9.16 රූපය

පතන කෝණයට (i) ට එදිරිව අපගමන කෝණය ප්‍රස්තාරගත කළ විට පහත දැක්වෙන ආකාරයේ වක්‍රයක් ලැබේ. මේ වක්‍රයෙන් ද දැක්වෙන්නේ අපගමනයට අවම අගයක් ඇති බවයි. අපගමනයේ මේ අවම අගය ''අවම අපගමන කෝණය'' ලෙස හැඳින්වේ.

අවම අපගමන අවස්ථාවේ දී කිරණය ප්‍රිස්මය තුළින් සමමිතිකව ගමන් කරන බව දැක්වෙයි.

එනම්, අවම අපගමන අවස්ථාවේ දී

$i_1 = i_2 = i$ සහ $r_1 = r_2 = r$

$\therefore 2r = A$

$r = A/2$

තව ද $2i = A + D$

$$i = \frac{A + D}{2}$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

ප්‍රිස්ම ද්‍රව්‍යයේ වර්තන අංකය

$$n = \frac{\sin i}{\sin r}$$

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$$

නිදසුන

ප්‍රිස්ම කෝණය 60^{o} ක් හා වර්තන අංකය $1\cdot 50$ වීදුරුවලින් තනා ඇති ප්‍රිස්මයක අවම අපගමන කෝණය ගණනය කරන්න.

$$n = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\frac{A}{2}}$$

$$1.50 = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\sin\frac{60}{2}} = \frac{\sin\left(\frac{A+D}{2}\right)}{0\cdot 5}$$

$$\sin\left(\frac{A+D}{2}\right) = 1\cdot 50 \times 0\cdot 5 = 0\cdot 75$$

$$\frac{A+D}{2} = \sin^{-1}(0.75) = 48^{\circ}35'$$

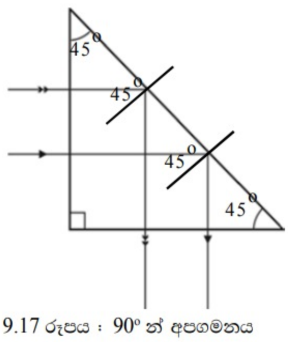
$$D = 2\times 48^{\circ}35' - A = 97^{\circ}10' - 60^{\circ} = 37^{\circ}10'$$

වීදුරු ප්‍රිස්මයකින් ආලෝක කිරණ අපගමනය කිරීම

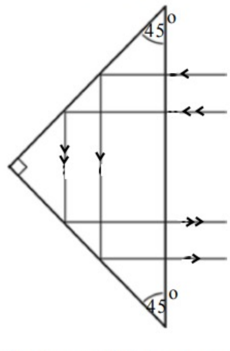
වීදුරුවල වර්තන අංකය ආසන්න වශයෙන් 3/2 ලෙස ගත හොත් එහි අවධි කෝණය

$$c = \sin^{-1}\left(\frac{1}{n}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{1}{1.5}\right) = \sin^{-1}(0.667) = 42^{\circ}$$

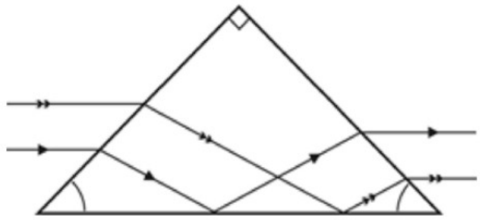
මේ අනුව 42^{0} ඉක්මවූ පතන කෝණයකින් වීදුරු වාතය අතුරු මුහුණතක පතිත වන ආලෝක කිරණයක් පූර්ණ අභ්‍යන්තර පරාවර්තනයට ලක් වේ. මේ කරුණු ප්‍රයෝජනයට ගනිමින් සමද්විපාද ඍජුකෝණී ප්‍රිස්මයක් මඟින් පහත දැක්වෙන අපගමනයන් සිදු කළ හැකි ය.



9.17 රූපය : 90^{o} න් අපගමනය



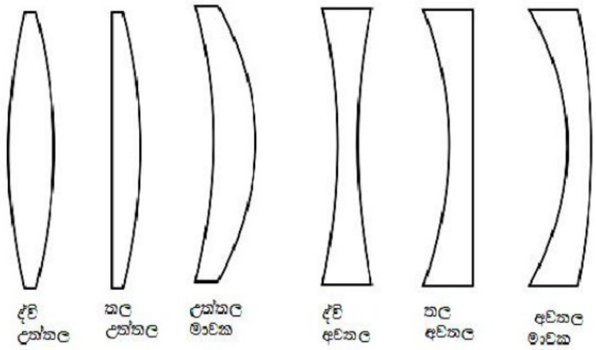
9.18 රූපය : 180^{o} න් අපගමනය



9.19 රූපය - 360^0 න් අපගමනය

සිහින් කාච තුළින් වර්තනය

කාච ඒවායේ ජ්‍යාමිතික හැඩයන් අනුව උත්තල කාච හා අවතල කාච යනුවෙන් දෙවර්ගයකට අයත් වේ. උත්තල කාචවල මධ්‍යය ඝනකමින් ද දාර සිහින්ව ද යුතු වන අතර, අවතල කාචවල දාර ඝනකමින් ද මධ්‍යය සිහින් බැවින් ද යුතු වේ.

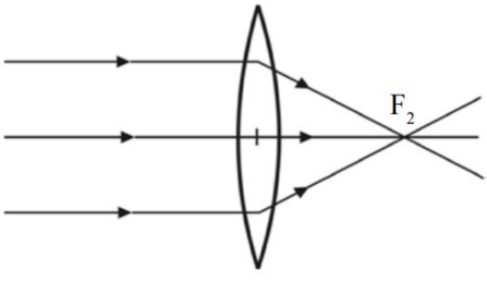


9.20 රූපය

සියලු උත්තල කාච ඒවා තුළින් වර්තනය වන ආලෝක කදම්බ අභිසාරී කරන හෙයින් ඒවා අභිසාරී කාච ලෙස ද සියලු අවතල කාච ඒවා තුළින් වර්තනය වන ආලෝක කදම්බ අපසාරී කරන හෙයින් ඒවා අපසාරී කාච ලෙස ද හැඳින්වේ.

කාචයක මධ්‍ය ලක්ෂ්‍ය හරහා ගමන් කරන කිරණ කිසිදු අපගමනයකින් තොරව ගමන් කරන අතර, ඒ ලක්ෂ්‍යය කාචයේ ප්‍රකාශ කේන්ද්‍රය ලෙස හැඳින්වේ. කාචයේ පෘෂ්ඨ දෙකෙහි වක්‍රතා කේන්ද්‍ර යා කරන රේඛාව කාචයේ ප්‍රධාන අක්ෂය ලෙස ද හැඳින්වේ.

ප්‍රධාන නාභි

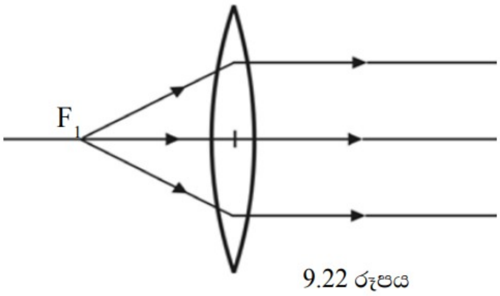


9.21 රූපය

උත්තල කාචයක ප්‍රධාන අක්ෂයට ආසන්න හා සමාන්තර කිරණ වර්තනයෙන් පසු ප්‍රධාන අක්ෂයේ පොදු ලක්ෂ්‍යයකට අභිසාරී වේ. (9.21 රූපය)

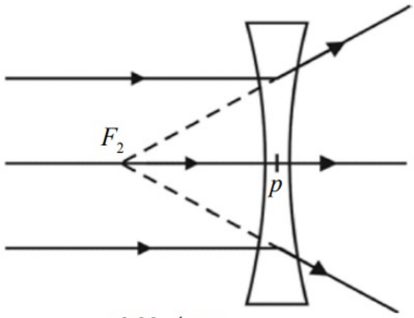
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

කාචයේ ප්‍රතිවිරුද්ධ පැත්තේ පතනය වන එවැනි ම සමාන්තර කදම්බයක් පළමු පැත්තේ F_1 ලක්ෂ්‍යයකට අභිසාරී වේ. (9.22 රූපය) මේ F_2 සහ F_1 ලක්ෂ්‍ය කාචයේ ප්‍රධාන නාභි ලෙස හැඳින්වේ.

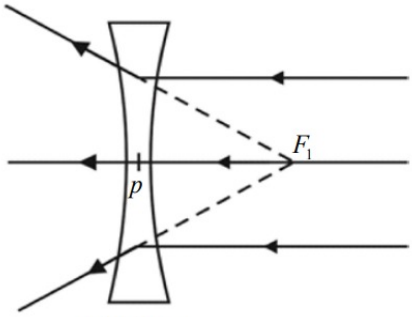


9.22 රූපය

අවතල කාච සඳහා ද පහත දැක්වෙන පරිදි එම ආකාරයේ ම ප්‍රධාන නාභි පිහිටයි.



9.23 රූපය



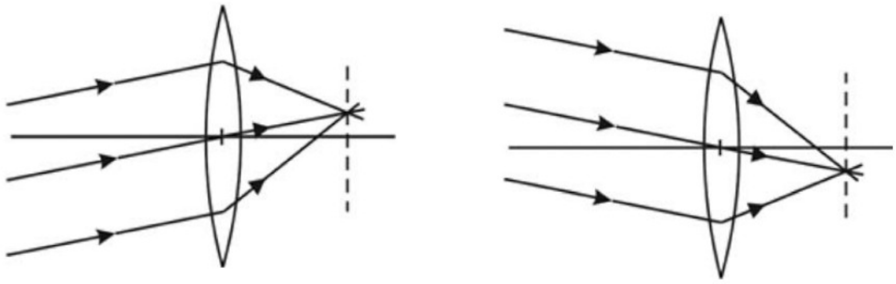
9.24 රූපය

කාචයේ ප්‍රකාශ කේන්ද්‍රයේ සිට එක් එක් ප්‍රධාන නාභියට ඇති දුර කාචයේ නාභීය දුර ලෙස හැඳින්වෙන අතර, ඕනෑ ම කාචයක නාභි දුර දෙක එකිනෙකට සමාන වේ.

නාභීය තල

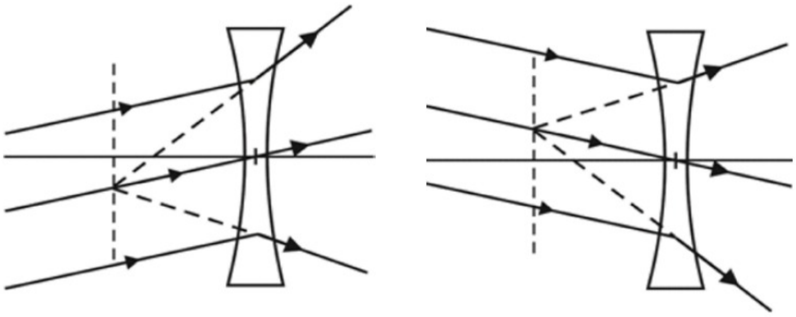
කාචයක ප්‍රධාන නාභිය හරහා ප්‍රධාන අක්ෂයට ලම්බව ඇති තල නාභී තල ලෙස හැඳින්වේ. ප්‍රධාන අක්ෂයට සමාන්තර නොවන සමාන්තර කදම්බ

1. උත්තල කාචයකින් වර්තනය වීමෙන් පසු විරුද්ධ පැත්තේ නාභීය තලයෙහි ලක්ෂ්‍යයකට අභිසාරී වේ.



9.25 රූපය

2. අවතල කාචයකින් වර්තනය වීමෙන් පසු පළමු පැත්තේ ම නාභිය තලයේ වූ ලක්ෂ්‍යයකින් අපසාරී වන්නාක් සේ දිස් වේ.



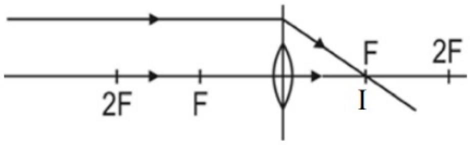
9.26 රූපය

කාචවලින් තනනු ලබන ප්‍රතිබිම්බ

කාචයකින් තනනු ලබන ප්‍රතිබිම්බය නිර්මාණය කිරීම සඳහා වස්තුවෙහි ඉහළ ම ලක්ෂ්‍යයෙන් නික්මෙන කිරණ දෙකක් උපයෝගි කර ගත හැකි ය. මින් එකක් ප්‍රධාන අක්ෂයට සමාන්තරව කෙළින් ගමන් කරන කිරණය වන අතර, අනෙක ප්‍රකාශ කේන්ද්‍රය හරහා යන කිරණය වේ.

උත්තල කාචයකින් සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බය

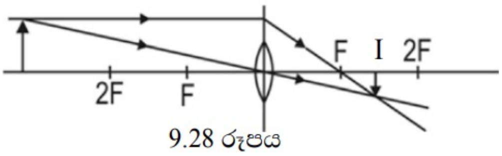
1. වස්තුව අනන්තයෙහි තැබූ විට



9.27 රූපය

නාභිය මත, තාත්වික, බොහෝ දුරට ලක්ෂ්‍යාකාර ප්‍රතිබිම්බයක් සෑදේ.

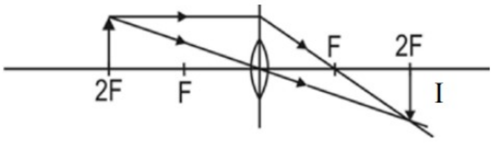
2. වස්තුව 2Fට දුරින් තැබූ විට



9.28 රූපය

නාභියට පිටතින්, තාත්වික, යටිකුරු සහ වස්තුවට වඩා කුඩා ප්‍රතිබිම්බයක් සෑදේ.

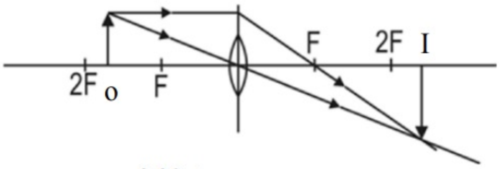
3. වස්තුව 2F මත තැබූ විට



9.29 රූපය

නාභිය දුර මෙන් දෙගුණයක් දුරින්, තාත්වික, යටිකුරු සහ වස්තුවට සමාන ප්‍රතිබිම්බයක් සෑදේ.

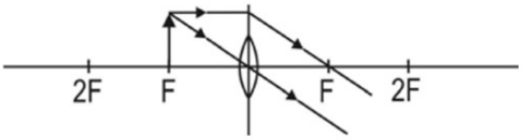
4. වස්තුව F හා 2F අතර තැබූ විට
නාභීය දුර මෙන් දෙගුණයටත් වඩා දුරින් තාත්වික, යටිකුරු, වස්තුවට වඩා විශාල ප්‍රතිබිම්බයක් සෑදේ.



9.30 රූපය

5. වස්තුව F මත තැබූ විට

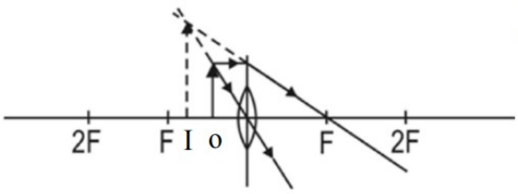
ප්‍රතිබිම්බය අනන්තයේ දී විශාලිත වේ.



9. 31 රූපය

6. වස්තුව F හා P අතර තැබූ විට

අතාත්වික, උඩුකුරු, වස්තුවට වඩා විශාල ප්‍රතිබිම්බයක් සෑදේ.

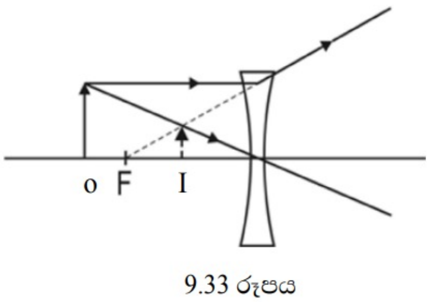


9.32 රූපය

උත්තල කාචයකින් තනනු ලබන තාත්වික ප්‍රතිබිම්බ ඒවායේ වස්තු සමග හුවමාරු කළ හැකිවේ. මෙසේ වස්තුවක් හා ප්‍රතිබිම්බයක් හුවමාරු කළ හැකි ලක්ෂ්‍ය **ප්‍රතිබද්ධ ලක්ෂ්‍ය** ලෙස හැඳින්වේ.

අවතල කාචයකින් සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බ

වස්තුවෙහි සියලු පිහිටීම් සඳහා ප්‍රතිබිම්බය අතාත්වික වස්තුවට වඩා කුඩා උඩුකුරුව කාචය සහ එහි ප්‍රධාන නාභිය අතර වෙයි.

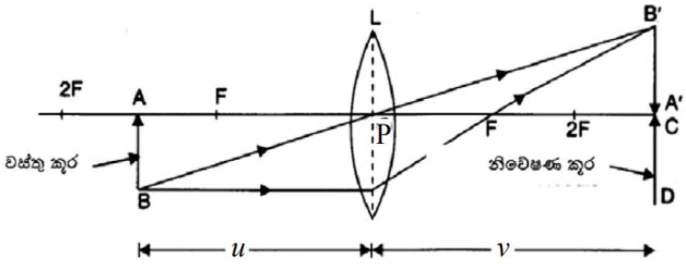


9.33 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

උත්තල කාචයකින් සෑදෙන තාත්වික ප්‍රතිබිම්බය නිවේෂණය කිරීම

තාත්වික ප්‍රතිබිම්බ නිවේෂණය කිරීම සඳහා පහත දැක්වෙන සඳහන් ක්‍රම පහසුවෙන් භාවිත කර ගත හැකි ය.



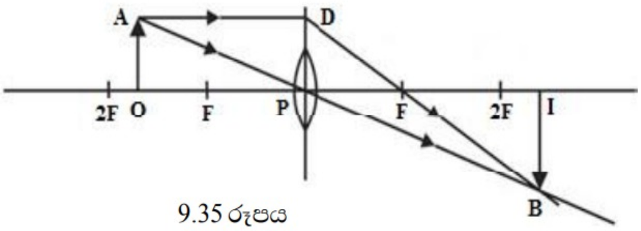
9.34 රූපය

කාචය සහ වස්තු කූර එක ම අක්ෂයේ තබා සීරුමාරු කර තාත්වික යටිකුරු ප්‍රතිබිම්බයක් තනා ගනු ලැබේ. මේ ප්‍රතිබිම්බයේ පිහිටීම නිවේෂණය කිරීම සඳහා නිවේෂණ කූරක් සීරුමාරු කර ප්‍රතිබිම්බය සමඟ සමපාත කරගනු ලැබේ. මෙය ඉටු කර ගැනීම සඳහා ප්‍රතිබිම්බයේ තුඩත් නිවේෂණ කූරේ තුඩත් නිරීක්ෂණය කරමින් නිරීක්ෂකයාගේ ඇස දෙපසට චලනය කරමින් සාපේක්ෂ චලිතයක් නැති ව එම තුඩු සම්පාත වී එකට චලනය වන තෙක් නිවේෂණ කූර සීරුමාරු කරනු ලැබේ.

ප්‍රතිබිම්බයේ පිහිටීම මෙසේ නිවේෂණය කිරීමෙන් පසු ප්‍රතිබිම්බයේ දුරත් මැන ගැනීමෙන් එය හා ආශ්‍රිත ගණනයෙන් සිදු කළ හැකි වේ.

කාච සූත්‍රය

කාචය ඉදිරියේ තැබූ වස්තුවක වස්තු දුරත් එහි ප්‍රතිබිම්බ දුරත් කාචයේ නාභීය දුරත් සමඟ දක්වන සම්බන්ධය කාච සූත්‍රයෙන් දැක්වෙයි. වස්තුවත් ප්‍රතිබිම්බයත් දැක්වෙන ඕනෑ ම කිරණ රූපසටහනක් යොදා ගනිමින් මේ සූත්‍රය ව්‍යුත්පන්න කළ හැකි ය.



9.35 රූපය

IBP හා *OAP* සමරූපි ත්‍රිකෝණ සැලකීමෙන්,

$$\frac{IB}{OA}=\frac{IP}{OP}\text{.......................}9.3$$

IBF හා *PDF*, සමරූපි ත්‍රිකෝණ සැලකීමෙන්

$$\frac{IB}{PD}=\frac{IF}{PF}\text{...................}9.4$$

නමුත් $PD = OA$, 9.3 හා 9.4 සමීකරණ සැලකීමෙන්

$$\frac{IP}{OP} = \frac{IF}{PF}$$

$$IP \times PF = IF \times OP$$

$$IP \times PF = (IP - PF)OP$$

$$IP \times PF = IP \times OP - PF \times OP$$

$\div IP \times PF \times OP$ $\qquad \frac{1}{OP} = \frac{1}{IF} - \frac{1}{IP}$

$$\therefore \frac{1}{OP} + \frac{1}{IP} = \frac{1}{IF} \text{..................}9.5$$

කාච දෙවර්ගයම මෙන් ම සියලු වර්ගයේ (තාත්වික හා අතාත්වික) ප්‍රතිබිම්බ සඳහා ද පොදු වූ සූත්‍රයක් ලබා ගැනීම සඳහා ලකුණු සම්මුතියක් අවශ්‍ය වේ.

කාටීසියානු ලකුණු සම්මුතිය

සියලු දුරවල් කාචයේ ප්‍රකාශ කේන්ද්‍රයේ සිට මනිනු ලැබේ. පතන ආලෝකයේ දිශාවට මනිනු ලබන දුරවල් සෘණ ලෙස ද ඒ ආලෝකයේ දිශාවට විරුද්ධ වූ දිශාවට මනිනු ලබන දුරවල් ධන ලෙස ද සලකනු ලැබේ.

ඉහත කිරණ රූපසටහනට අනුව,

$IP = -v$; $\quad OP = +u$; $\quad IF = -f$

9.5 සමීකරණයට අනුව,

$$\therefore \frac{1}{-v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{-f}$$

$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ ලෙස කාච සූත්‍රය ලැබේ.

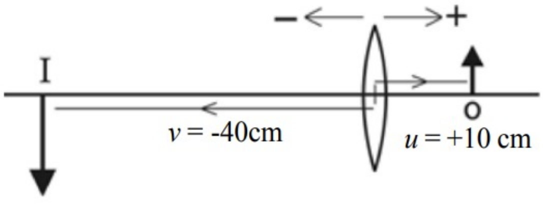
තව ද, රේඛීය විශාලනය $(m) = \dfrac{\text{ප්‍රතිබිම්බ උස}}{\text{වස්තු උස}}$

$$= \frac{OP}{IP} = \left|\frac{v}{u}\right|$$

විසඳූ අභ්‍යාස

1. උත්තල කාචයක 10 cm ක් ඉදිරියෙන් වස්තුවක් තැබූ කල විශාලනය 4ක් වූ තාත්වික ප්‍රතිබිම්බයක් ඇති වේ. කාචයේ නාභීය දුර කුමක් ද?

   එම විශාලනයෙන් යුත් අතාත්වික ප්‍රතිබිම්බයක් ඇති වීම සඳහා වස්තුව තැබිය යුත්තේ කාචයේ සිට කොපමණ දුරකින් ද?



© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විශාලනය $(m) = \frac{v}{u} = 4$

$$= \frac{v}{10} = 4 \Rightarrow v = 40 \text{ cm}$$

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{-40} - \frac{1}{10} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{-5}{40} = \frac{1}{f}$$

$$f = -8 \text{ cm}$$

අතාත්වික ප්‍රතිබිම්බය සඳහා ද $\frac{v}{u} = 4 \Rightarrow v = 4u$ ප්‍රතිබිම්බ අතාත්වික හෙයින් එය වස්තුව ඇති පැත්තේ ම පිහිටයි.

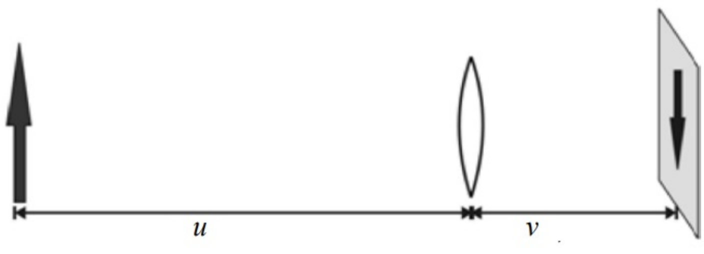
$$\therefore \frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{4u} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-8}$$

$$\frac{-3}{+4u} = \frac{-1}{8}$$

$$u = \frac{+3 \times 8}{4} = \underline{\underline{6 \text{ cm}}}$$

2. උත්තල කාචයක අක්ෂයේ කුඩා දීප්ත වස්තුවක් තැබූ කල එය මෙන් දෙගුණයක් විශාලව තියුණු ප්‍රතිබිම්බයක් තිරයක් මත සැදේ. තිරය කාචයෙන් තවත් 20 cm ක් ඈත් කොට වස්තුව සීරුමාරු කළ විට එය මෙන් තුන් ගුණයකින් විශාල වූ ප්‍රතිබිම්බයක් තිරය මත සැදේ. කාචයේ නාභීය දුර සොයන්න.



$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

සියලු රාශීන් සඳහා ලකුණු සම්මුතිය යෙදීමෙන්,

$$\frac{1}{-v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{-f}$$

$$\therefore \frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\times\ v;\quad 1+\frac{v}{u}=\frac{v}{f}$$

$$1+m=\frac{v}{f}$$

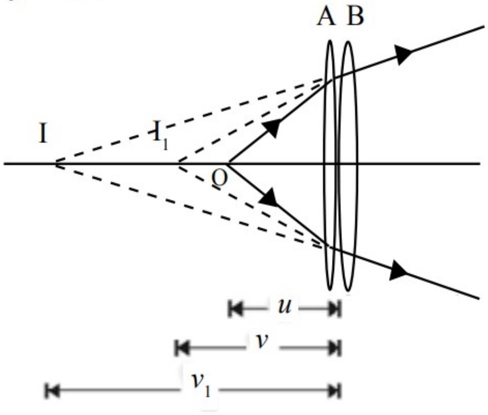
පළමු ප්‍රතිබිම්බය සඳහා ආදේශයෙන්, $1+2=\frac{v_1}{f}$ ....(1)

දෙවැනි ප්‍රතිබිම්බය සඳහා ආදේශයෙන්, $1+3=\frac{v_2}{f}$ ....(2)

(2) - (1) න්, $1=\frac{v_2-v_1}{f}=\frac{20}{f}$

$$f=20\text{ cm}$$

සංයුක්ත කාච



9.36 රූපය

නාභීය දුර f_1 සහ f_2 වන සහ යන තුනී කාච දෙකක් එකිනෙක ස්පර්ශව තබා ඇතැයි සිතමු. කාච දෙකෙහි පොදු අක්ෂයෙහි O නම් කුඩා වස්තුවක් තබා ඇත. එයින් නික්මෙන කිරණ A කාචයෙන් වර්තනය වීමෙන් පසු B කාචය නොතිබේ නම් I_1 ප්‍රතිබිම්බය තනන්නේ යැයි සිතමු.
මේ ප්‍රතිබිම්බය සඳහා කාච සූත්‍රය යෙදීමෙන්

$$\frac{1}{v_1}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1}\text{.......................}9.6$$

එහෙත් මේ කිරණ B කාචයෙන් වර්තනය වීමේ දී I_1 ප්‍රතිබිම්බය එම කාචයට වස්තුවක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. එවිට අවසාන ප්‍රතිබිම්බය සඳහා වස්තු දුර v_1 වේ. ප්‍රතිබිම්බ දුර v නම්,

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{v_1}=\frac{1}{f_2}\text{..................}9.7$$

9.7 + 9.6 න්

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}\text{...............}9.8$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

මේ කාච සංයුක්තය නාභීය දුර f වන තනි කාචයකට සම වේ නම්,

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}\text{....................}9.9$$

9.8 හා 9.9, $\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$

සංයුක්ත කාචයේ නාභීය දුර ලබා දෙන ඉහත සමීකරණය කාච දෙවර්ගය සඳහා ම ලකුණු සම්මුතියට අදාළ ලකුණු යොදා ගනිමින් භාවිත කළ හැකි ය.

නිදසුන්

නාභීය දුර 30 වන උත්තල කාචයක් නාභීය දුර 45ක් වන අවතල කාචයක් සමඟ ස්පර්ශව තබා ඇත. මේ කාච සංයුක්තයේ නාභීය දුර කුමක් ද? එය අභිසාරී ද? නැත හොත් අපසාරී ද?

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}=\frac{1}{-30}+\frac{1}{45}=\frac{-3+2}{90}=\frac{-1}{90}$$

$$\therefore f=-90\text{ cm}$$

නාභීය දුරෙහි සලකුණ සෘණ වන හෙයින් සංයුක්තය අභිසාරී කාචයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. මෙයින් ලැබෙන අදහස නම් අවතල කාචයට වැඩි නාභීය දුරක් තිබුණ ද උත්තල කාචය එයට වඩා බලවත් ය. මේ අනුව කාචවල බලය තීරණය වන්නේ ඒවායේ නාභීය දුරින් නොව, නාභීය දුරෙහි පරස්පරයෙන් $\frac{1}{f}$ බව තහවුරු වෙයි.

මේ අනුව කාචයක බලය $P=\frac{1}{f}$

ඒකකය : ඩයොප්ටරය (D)

ඩයෝප්ටරය යනු නාභීය දුර 1m වන කාචයක බලයයි.

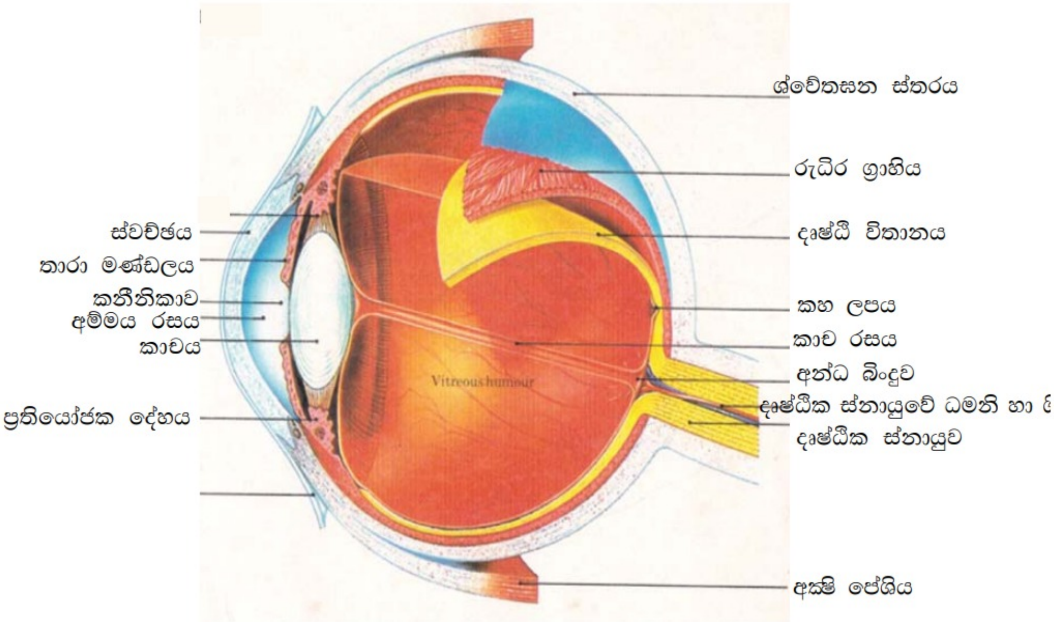
ලකුණු සම්මුතිය : උත්තල කාචයක බලය (+) වන අතර, අවතල කාචයක බලය (-) වේ. මේ අනුව කාටීසීයානු සම්මුතියට අදාළව $P=-\frac{1}{f}$ ලෙස ද දැක්විය හැකි ය.

දහ වන පරිච්ඡේදය

මිනිස් ඇස හා අක්ෂි දෝෂ

මිනිස් ඇස

මිනිස් ඇස මිනිස් සිරුරෙහි අංගයක් වන අතර, එය දෘෂ්ටිය පිළිබඳ සංවේදනය ලබා දෙයි.



10.1 රූපය

ඉහත දක්වා ඇති පරිදි ඇසෙහි ප්‍රධානතම උපාංගය අක්ෂි කාචයයි. අභිසාරී කාචයක් වන එය ජල්ලි වැනි පාරදෘශ්‍ය ද්‍රව්‍යයකින් සැදී ඇති අතර ඇසෙන් නරඹනු ලබන වස්තූන්ගේ ප්‍රතිබිම්බ තැනීමට ඉවහල් වෙයි. මේ යටිකුරු ප්‍රතිබිම්බ පතිත වීම සඳහා දෘෂ්ටි විතානය තිරයක් ලෙස ක්‍රියා කරයි. කෙඳි මිලියන ගණනකින් යුක්ත වූ දෘෂ්ටි ස්නායු මඟින් දෘෂ්ටි විතානයේ සෛලවලින් ලබා ගන්නා තොරතුරු මොළය කරා සම්ප්‍රේෂණය කරනු ලබයි.

කනීනිකාව යනු ඇසට ආලෝකය ඇතුළුවීම සඳහා අක්ෂි කාචයට ඉදිරියෙන් ඇති විවරයයි. තාරා මණ්ඩලය නම් වූ ප්‍රාචීරය මඟින් ඇසට ඇතුළු වන ආලෝක ප්‍රමාණය අදාළ පරිදි පාලනය කිරීම සඳහා කනීනිකාවේ තරම සීරුමාරු කරයි.

ස්වච්ඡ මණ්ඩලය, කාචයට ආවරණයක් ලෙස එයට ඉදිරියෙන් ඇති චක්‍රාකාර පාරදෘශ්‍ය පටලයක් වන අතර, එය සහ කාචය අතර ඇති හිදැස අම්මය රසය නම් වූ පාරදෘශ්‍ය දියරයකින් පිරී පවතී.

ඇසෙන් නරඹනු ලබන වස්තූන්ගේ වස්තු දුර විශාල පරාසයක් තුළ වෙනස් විය හැකි වුව ද, අක්ෂි කාචය සහ දෘෂ්ටි විතානය අතර ප්‍රතිබිම්බ දුර නියතයක් වන හෙයින් ප්‍රතිබිම්බය නිසි පරිදි දෘෂ්ටි විතානය මත නාභිගත කිරීම සඳහා කාචයේ නාභීය දුර අදාළ පරිදි සීරුමාරු කළ යුතු ය. මෙය සිදු කරනු ලබන්නේ ප්‍රතියෝජක පේශීන් මඟින් කාචයේ වක්‍රතාවන් අදාළ පරිදි සීරුමාරු කිරීමෙනි. මේ ක්‍රියාවලිය 'අක්ෂි ප්‍රතියෝජනය' ලෙස හැඳින්වේ.

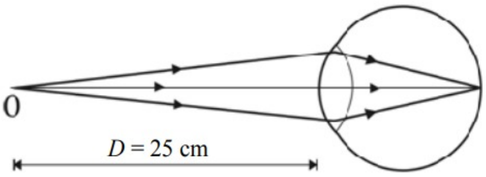
ඇසක විශද දෘෂ්ටියේ පරාසය

ඕනෑ ම ඇසකින් නරඹනු ලබන වස්තූන් පැහැදිලිව දෘශ්‍යමාන වීම සඳහා ඒ වස්තු එක්තරා නිශ්චිත දුර පරාසයක් තුළ තැබිය යුතු වේ. මේ පරාසයෙහි ඇසට ආසන්නත ම ලක්ෂ්‍යය ඇසෙහි 'අවිදූර ලක්ෂ්‍යය' ලෙස හැඳින්වෙන අතර ඒ ලක්ෂ්‍යයට ඇසෙහි සිට ඇති දුර 'විශද දෘෂ්ටියෙහි අවම දුරයි'. තව ද වස්තූන් පැහැදිලිව දිස් වන දූරස්ථ ම ලක්ෂ්‍යය 'දූර ලක්ෂ්‍යයයි'.

නීරෝගී ඇසක අවිදූර ලක්ෂ්‍යය ඇසේ සිට 25cmක් දුරින් පිහිටන්නේ යැයි සැලකෙන අතර, දූර ලක්ෂ්‍යය දක්වා අනන්ත දුරක් ඇතැයි සැලකෙයි. මේ සීමාවන් අතර දුර පරාසය නීරෝගී ඇසක විශද දෘෂ්ටියේ පරාසයයි. යම් ඇසක අවිදූර ලක්ෂ්‍යය සහ දූර ලක්ෂය ඉහත දැක්වෙන අගයන්ට වෙනස් වූ දුරින් පිහිටන්නේ නම් එම ඇස 'දෘෂ්ටි දෝෂ' වලින් පෙළෙන්නේ යැයි කියනු ලැබේ.

නීරෝගී ඇසක ප්‍රතිබිම්බ නාභිගත කිරීම

1. අවිදූර ලක්ෂ්‍යයේ ඇති වස්තුව



10.2 රූපය

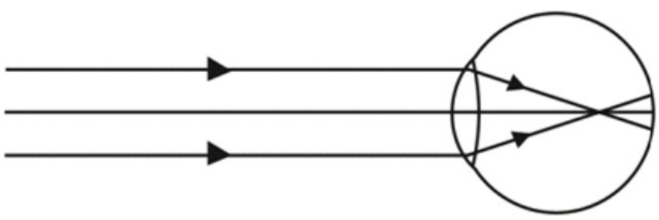
2. දූර ලක්ෂ්‍යයේ ඇති වස්තුව

10.3 රූපය

දෘෂ්ටි දෝෂ

අවිදූර දෘෂ්ටිකත්වය

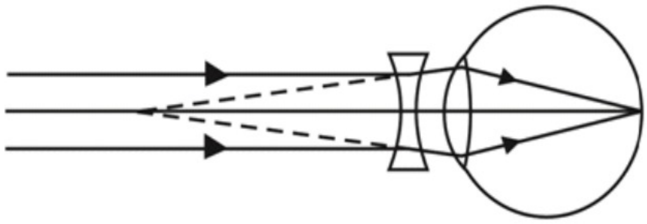
අවිදූර දෘෂ්ටිකත්වය යනු ඇසේ සිට අනන්ත දුරකින් පිහිටි වස්තු පැහැදිලිව දැකීමට ඇස අපොහොසත් වීමයි. මෙයට හේතුව වන්නේ ඇසේ සිට අනන්ත දුරින් පිහිටි වස්තුවකින් එන සමාන්තර කිරණ අක්ෂි කාචය තුළින් වර්තනය වීමෙන් පසු දෘෂ්ටි විතානය මත නොව, එයට ඉදිරියෙන් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයකට නාභිගත වීම නිසා දෘෂ්ටි විතානය මත තියුණු ප්‍රතිබිම්බයක් ඇති නොවීමයි.



10.4 රූපය

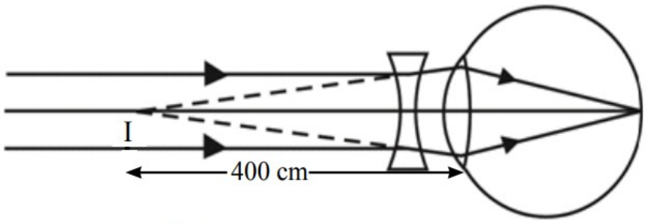
මෙයට පිළියම වන්නේ කිරණ නාභිගත වන ලක්ෂ්‍යය දෘෂ්ටි විතානය දක්වා ඈත් කිරීමට සමත් වන සුදුසු අපසාරී කාචයක් ඇසට ඉදිරියෙන් භාවිත කිරීමයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



10.5 රූපය

නිදසුනක් වශයෙන්, අවිදූර දෘෂ්ටිකත්වයෙන් පෙළෙන අයකුට ඇසේ සිට 400 cm කට වඩා දුරින් පිහිටි වස්තු පැහැදිලිව නොපෙනේ යැයි සිතමු. අනන්ත දුරින් පිහිටි වස්තු පැහැදිලිව දැකීමට නම්, එම දුරින් පිහිටි වස්තුවක ප්‍රතිබිම්බයක් ඇසේ සිට 400 cmක් දුරින් තැනීමට සමත් වන කාචයක් තෝරා ගත යුතු වෙයි.



10.6 රූපය

කාච සූත්‍රය $\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ යෙදීමෙන්,

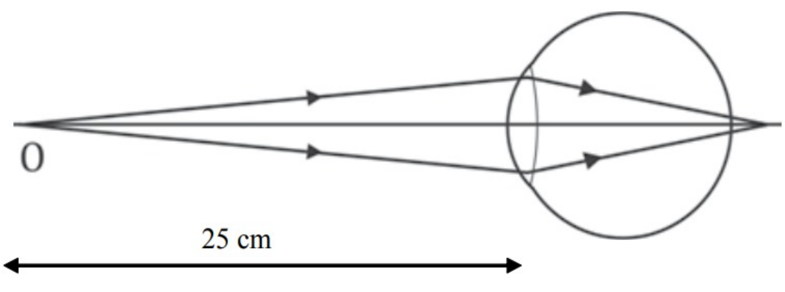
$$\frac{1}{400}-\frac{1}{\infty}=\frac{1}{f}$$

$$f = 400 \text{ cm}$$

නාභිය දුර 400 cmක් අපසාරි කාචයක් තෝරා ගෙන භාවිත කළ යුතු වේ.

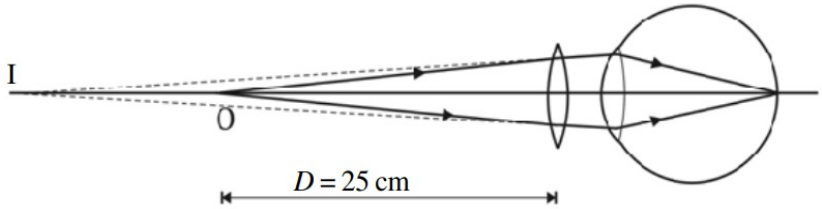
2. දූර දෘෂ්ටිකත්වය

දූර දෘෂ්ටිකත්වය යනු ඇසේ සිට සාමාන්‍ය අවිදූර ලක්ෂ්‍යය වන 25 cmක් දුරින් තැබූ වස්තු පැහැදිලිව දෘශ්‍යමාන නොවීමයි. මෙයට හේතුව වන්නේ ඇසේ සිට 25 cmක් දුරින් තැබූ වස්තුවකින් එන කිරණ අක්ෂි කාචයෙන් වර්තනය වීමෙන් පසු දෘෂ්ටි විතානය මත නොව, එයට පිටුපස ලක්ෂ්‍යයකට අභිසාරී වීම නිසා දෘෂ්ටි විතානය මත තියුණු ප්‍රතිබිම්බයක් ඇති නොවීමයි.



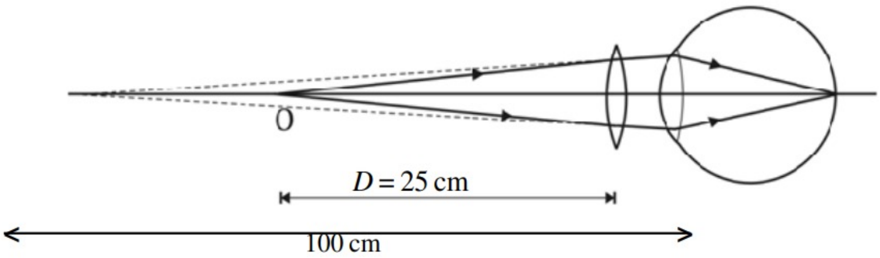
10.7 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.



10.8 රූපය

මෙයට පිළියම වනුයේ කිරණ අභිසාරී වන ලක්ෂ්‍යය දෘෂ්ටි විතානය දක්වා ඉදිරියට ගෙනවුත් එහි නාභිගත කිරීමට සලස්වන සුදුසු අභිසාරී කාචයක් ඇසට ඉදිරියෙන් භාවිත කිරීමයි.



10.9 රූපය

නිදසුනක් වශයෙන්, දූර දෘෂ්ටිකත්වයෙන් පෙළෙන්නකුට ඇසේ සිට 100 cm කට වඩා මෑතින් පිහිටි වස්තු පැහැදිලිව නොපෙනේ යැයි සිතමු. ඇසේ සිට 25 cm ක් දක්වා පිහිටි වස්තු පැහැදිලිව දැක ගැනීම සඳහා එම දුරින් (25 cm) තැබූ වස්තුවක ප්‍රතිබිම්බය 100 cmක් දුරින් තනනු ලබන කාචයක් තෝරා ගත යුතු වේ.

කාච සූත්‍රය $\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ යෙදීමෙන්,

$$\frac{1}{100}-\frac{1}{25}=\frac{1}{f}$$

$$f=\frac{-100}{3}=-33\frac{1}{3}cm$$

නාභීය දුර 33 1/3 cmක් වන අභිසාරී කාචයක් තෝරා ගෙන භාවිත කළ යුතු වේ.

3. වෘද්ධ දෘෂ්ටිකතාව (හතළිස් ඇඳිරිය)

පුද්ගලයකු වියපත්වීම සමඟ ඇති වන මේ ආබාධය හේතුවෙන් ඇසට ආසන්න වස්තු පැහැදිලිව දෘෂ්ටි විතානයේ නාභිගත කිරීමේ නොහැකියාවක් ක්‍රමයෙන් වර්ධනය වේ. මෙහි මූලික ලක්ෂණය වන්නේ මඳ ආලෝක තත්ත්වයෙහි නැරඹීමේ අපහසුව, කුඩා වස්තු නාභිගත කිරීමේ දුබලතා යනාදියයි. වයස අවුරුදු 40 - 50 පරාසය තුළ පුද්ගලයන්ට මේ ආබාධය ඇති වීමේ ප්‍රවණතාව වැඩි බව දක්වා ඇත. සුදුසු කාච භාවිත කිරීම මේ ආබාධයට පිළියම වෙයි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

4. විෂම දෘෂ්ටිකතාව

ස්වච්ඡ මණ්ඩලයේ ඉදිරිපස වර්තන පෘෂ්ඨයෙහි වක්‍රතාවන් විවිධ තලයන්හි එකිනෙකින් වෙනස් වීම නිසා විෂම දෘෂ්ටිකතාව ඇති වේ. නිදසුනක් වශයෙන්, එහි තිරස් තලයේ සහ සිරස් තලයේ වක්‍රතාවන් එකිනෙකින් වෙනස් වේ නම් එම තලයන්හි නාභීය දුර ද එකිනෙකින් වෙනස් වේ. එවිට එක් තලයක රේඛා නාභිගත වන විට අනෙක් තලයේ රේඛා නාභිගත නො වේ. තල දෙකෙහි ම රේඛා නාභිගත කිරීමට තැත් කිරීමේ දී ඇස්වල පේශීන්ගේ වේදනාව ඇති වේ.

විෂම දෘෂ්ටිකතාවට පිළියම් වශයෙන් සිලින්ඩරාකාර කාච භාවිත කරනු ලැබේ.

විසඳූ අභ්‍යාසය

අවිදූර දෘෂ්ටිකත්වයෙන් පෙළෙන අයකුගේ දූර ලක්ෂ්‍යය ඇසේ සිට 100 cm දුරින් පිහිටා ඇති අතර, ඔහුගේ අවිදූර ලක්ෂ්‍යය ඇසේ 20 cm දුරින් පිහිටයි. ඉතා ඈතින් පිහිටි වස්තු පැහැදිලිව නැරඹීම සඳහා ඔහු විසින් භාවිත කළ යුතු කාච කවරේ ද?
මේ කාච භාවිතයේ දී ඔහුගේ අවිදූර ලක්ෂ්‍යය කුමක් වේ ද?

ඈතින් ඇති වස්තු පැහැදිලිව පෙනීම සඳහා, භාවිත කරනු ලබන කාචය, අනන්ත දුරින් ඇති වස්තුවක ප්‍රතිබිම්බය ඇසේ සිට 100 cm ක් දුරින් තැනීමට සමත් විය යුතු ය.

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{100}-\frac{1}{\infty}=\frac{1}{f}$$

$$f=100\text{ cm}$$

නාභීය දුර 100 cmක් වන අපසාරි කාචයක් තෝරා ගෙන භාවිත කළ යුතු වේ.

මේ කාචය භාවිත කරන විට අවිදූර ලක්ෂ්‍යය සෙවීම සඳහා,

$$v=20\text{ cm}\quad f=100\text{ cm},\ u=?$$

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{20}-\frac{1}{u}=\frac{1}{100}$$

$$u=25\text{ cm}$$

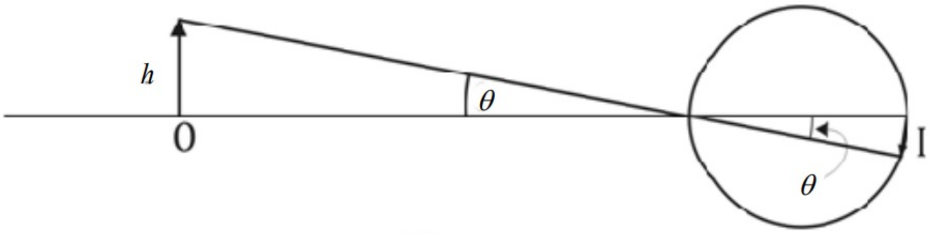
කාචය භාවිත කරන විට අවිදූර ලක්ෂ්‍යය ඇසේ සිට 25 cmක් දුරිනි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

එකොළොස් වන පරිච්ඡේදය

ප්‍රකාශ උපකරණ

දෘෂ්ටි කෝණය



11.1 රූපය

ඇසක් ඉදිරිපස තබා ඇති O නම් වස්තුවෙන් ඇසේ දෘෂ්ටි විතානයෙහි සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බය I යැයි සිතමු. වස්තුව මගින් ඇසේ ආපාතිත කෝණය දෘෂ්ටි කෝණය ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එය ප්‍රතිබිම්බය I මගින් තනනු ලබන ප්‍රතිමුඛ කෝණයට සමාන බව ඉහත රූපයෙන් පෙනෙයි. මේ අනුව දෘෂ්ටි කෝණය විශාල වන තරමට දෘෂ්ටි විතානය මත ප්‍රතිබිම්බය ද විශාල වන බව සැලකිය හැකි ය.

එහෙයින් ප්‍රකාශ උපකරණ සැලසුම් කොට ඇත්තේ වස්තුව මගින් ඇසෙහි ආපාතිත දෘෂ්ටි කෝණය විශාල කර, එමගින් ඇසේ විශාල දෘෂ්ටි කෝණයක් ලබා දෙන ප්‍රතිබිම්බයක් තැනීමටයි. ප්‍රතිබිම්බයෙහි සහ වස්තුවේ විශාලත්වයන්ට වඩා ඒවා මගින් ඇසේ ආපාතිත දෘෂ්ටි කෝණ කෙරෙහි වැඩි සැලකිල්ලක් දක්වමින් ප්‍රකාශ උපකරණ සඳහා රේඛීය විශාලනය වෙනුවට කෝණික විශාලනය භාවිත වේ. කෝණික විශාලනයෙහි පොදු අර්ථ දැක්වීම වන්නේ

$$m = \frac{\text{ප්‍රතිබිම්බය මගින් ඇසෙහි ආපාතිත කෝණය}}{\text{වස්තුව මගින් ඇසෙහි ආපාතිත කෝණය}}$$

කෙසේ වුව ද උපකරණයෙහි අදාළ සීරුමාරුවෙහි ප්‍රතිබිම්බයේ සහ වස්තුවේ පිහිටීම අනුව කෝණික විශාලනය සඳහා වූ ඉහත ප්‍රකාශනය සුදුසු පරිදි සංශෝධනය විය හැකි ය.

අණ්වීක්ෂය

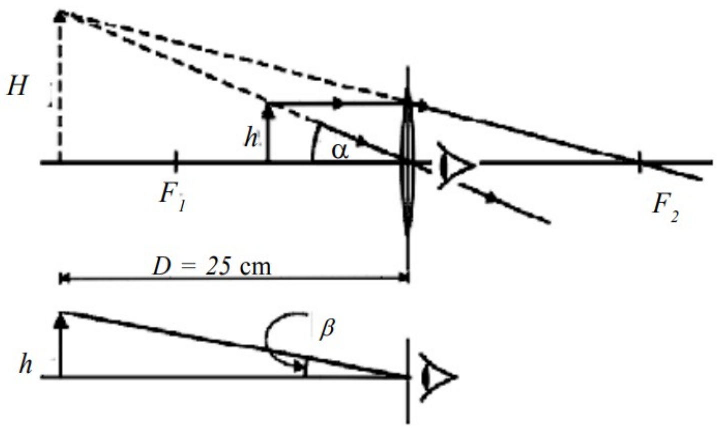
අණ්වීක්ෂය යනු ඇසට ආසන්නව පිහිටි ඉතා කුඩා වස්තුවල විශාලිත ප්‍රතිබිම්බ තනා නැරඹීම සඳහා යොදා ගන්නා වූ ප්‍රකාශ උපකරණයකි. අණ්වීක්ෂ භාවිතයේ දී ලබා ගන්නා වූ ප්‍රතිබිම්බය ඇසේ සම්මත අවිදූර ලක්ෂ්‍යය වන 25 cm ක් දුරින් තනා ගැනීම සාමාන්‍ය සිරිතයි. එවිට අණ්වීක්ෂය සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ඇතැයි කියනු ලැබේ. සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ඇති අණ්වීක්ෂයක කෝණික විශාලනය (හෙවත් විශාලක බලය) මෙසේ අර්ථ දක්වෙයි.

$$\text{කෝණික විශාලනය } (m) = \frac{\text{අවිදූර ලක්ෂ්‍යයේ ඇති ප්‍රතිබිම්බයෙන් ඇසෙහි ආපාතිත කෝණය}}{\text{අවිදූර ලක්ෂ්‍යයේ තැබූ වස්තුවෙන් ඇසෙහි ආපාතිත කෝණය}}$$

අණ්වීක්ෂයක සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ප්‍රතිබිම්බය ඇසෙහි අවිදූර ලක්ෂ්‍යයෙහි තනා ගත් විට එහි උපරිම විශාලනය ලැබෙන බව සැලකිය යුතු ය.

සරල අණ්වීක්ෂය

විශාලක කාචය ලෙස ද හැඳින්වෙන සරල අණ්වීක්ෂය කෙටි නාභීය දුරින් යුත් එක් උත්තල කාචයකින් යුක්ත වේ. නරඹනු ලබන වස්තුව කාචයේ ප්‍රධාන නාභියට මෑතින් වූ පිහිටීමක කාචය ඉදිරියේ තබා එහි අතාත්වික, උඩුකුරු විශාලිත ප්‍රතිබිම්බයක් තනා ගනු ලැබේ. වස්තුව සීරුමාරු කර මේ ප්‍රතිබිම්බය ඇසේ අවිදූර ලක්ෂ්‍යයෙහි තනා ගත් විට අණ්වීක්ෂය සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ඇත. යොදා ගත් කාචයේ නාභීය දුර f ලෙස සලකමු.



11.2 රූපය

$$\text{කෝණික විශාලනය } (m) = \frac{\alpha}{\beta} = \frac{\tan\alpha}{\tan\beta} = \frac{\frac{H}{D}}{\frac{h}{D}} = \frac{H}{h}$$

අණ්වීක්ෂයෙහි කෝණික විශාලනය එහි රේඛීය විශාලනය සමඟ සසඳමු.

$$\text{රේඛීය විශාලනය } (m) = \frac{\text{ප්‍රතිබිම්බ උස}}{\text{වස්තු උස}}$$

එනම් සරල අණ්වීක්ෂයෙහි කෝණික විශාලනය එහි රේඛීය විශාලනයට අගයෙන් සමාන වේ.

ජ්‍යාමිතිකව $\frac{H}{h} = \frac{v}{u}$

එමනිසා සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ඇති සරල අණ්වීක්ෂයෙහි කෝණික විශාලනය $m = \frac{v}{u}$

කාච සූත්‍රය $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ ලකුණු සම්මුතිය සමඟ යෙදීමෙන්

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

$$\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{-f}$$

$$\text{x } v \;;\quad 1-\frac{v}{u}=\frac{-v}{f}$$

$$1-m=\frac{-D}{f}$$

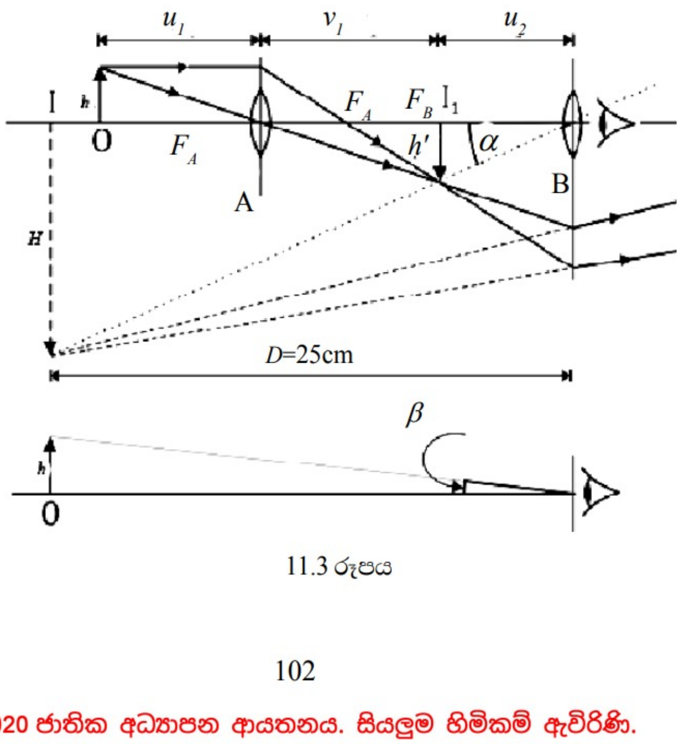
$$m=1+\frac{D}{|f|}$$

සංයුක්ත අණ්වීක්ෂය

සංයුක්ත අණ්වීක්ෂය කාච දෙකක් යොදා ගනිමින් දෙවරක් විශාලනය වූ ප්‍රතිබිම්බයක් ලබා ගනිමින් වඩා අධික කෝණික විශාලනයක් ලබා ගැනීමට සමත් වෙයි.

වස්තුවට ආසන්නයේ ඇති කාචය අවනෙත ලෙස හැඳින්වෙන අතර, එය ඉතා කෙටි නාභීය දුරින් යුත් අභිසාරි කාචයකි. ඇසට ආසන්නයේ ඇති උපනෙත ලෙස හැඳින්වෙන කාචය ද අවනෙතෙහි නාභීය දුරට මඳක් වැඩි නාභිය දුරකින් යුක්ත අභිසාරි කාචයකි.

නරඹනු ලබන වස්තුව අවනෙතෙහි නාභියට මඳක් පිටතින් තබා තාත්වික යටිකුරු විශාල වූ ප්‍රතිබිම්බයක් පළමුව තනා ගනු ලබයි. අනතුරුව උපනෙත තබනු ලබන්නේ මේ ප්‍රතිබිම්බය එහි නාභියට වඩා මෑතින් තිබෙන ලෙස ය. එවිට ඒ ප්‍රතිබිම්බය උපනෙතට වස්තුවක් වෙමින් වඩාත් විශාල වූ, යටිකුරු, අතාත්වික ප්‍රතිබිම්බයක් තනයි. උපනෙත සීරුමාරු කර මේ අවසන් ප්‍රතිබිම්බය ඇසෙහි අවිදූර ලක්ෂ්‍යයෙහි තනා ගත් විට අණ්වීක්ෂය සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි පවතී.



11.3 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

කෝණික විශාලනය (m) $= \dfrac{\alpha}{\beta} = \dfrac{\tan\alpha}{\tan\beta} = \dfrac{\frac{H}{D}}{\frac{h}{D}} = \dfrac{H}{h} = \dfrac{H}{h_1} \cdot \dfrac{h_1}{h}$

$$m = \left|\frac{D}{u_2}\right| \cdot \left|\frac{v_1}{u_1}\right| \text{ ....(1)}$$

(B) සඳහා ලකුණු සම්මුතිය සහිතව කාච සූත්‍රය යෙදීමෙන්,

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{D} - \frac{1}{u_2} = \frac{1}{-f_B}$$

ඉහත සමීකරණය D වලින් ගුණ කිරීමෙන් උපනෙතින් ලැබෙන රේඛීය විශාලනය

$$1 - \frac{D}{u_2} = -\frac{D}{f_B} \Rightarrow \frac{D}{u_2} = 1 + \left|\frac{D}{f_B}\right| \text{ ....(2)}$$

අවනෙත සඳහා කාච සූත්‍රය යෙදීමෙන්

$$: \frac{1}{-v_1} - \frac{1}{u_1} = \frac{1}{-f_A}$$

ලකුණු සම්මුතිය සමඟ කාච සූත්‍රය අවනෙත (A) සඳහා යෙදීමෙන්,

$$\frac{1}{v_1} + \frac{1}{u_1} = \frac{1}{f_A}$$

ඉහත සමීකරණය v_1 මගින් ගුණ කිරීමෙන් අවනෙත මඟින් ලැබෙන රේඛීය විශාලනය පහත දැක්වෙන ආකාරයට ලබා ගත හැකි ය.

$$1 + \frac{v_1}{u_1} = \frac{v_1}{f_A} \quad \Rightarrow \quad \frac{v_1}{u_1} = \frac{v_1}{f_A} - 1 \text{ ....(3)}$$

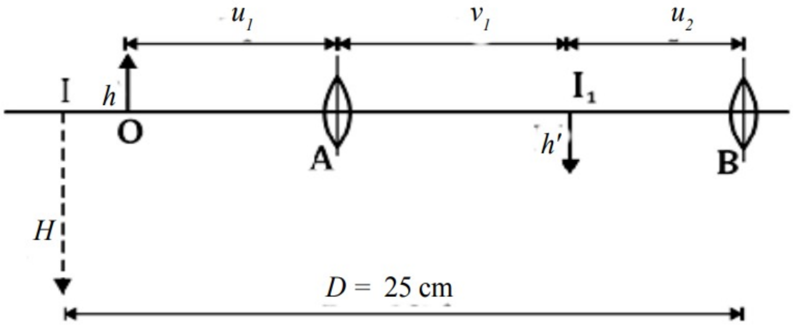
$\dfrac{D}{u}$ යන $\dfrac{v_1}{u_1}$ සඳහා (1) සමීකරණයට, (2) හා (3) සමීකරණවලින් ආදේශයෙන්,

$$m = \left(1 + \frac{D}{f_B}\right)\left(\frac{v_1}{f_A} - 1\right)$$

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

විසඳූ අභ්‍යාසය

සංයුක්ත අණ්වීක්ෂයකට නාභීය දුර 2 cmක් වන අවනෙත් කාචයක් ද නාභීය දුර 5 cmක් වන උපනෙත් කාචයක් ද ඇත. අවනෙතට 2.5 cmක් ඉදිරියෙන් තැබූ වස්තුවක අවසන් ප්‍රතිබිම්බය ඇසෙහි සිට 25 cmක් දුරින් පිහිටයි නම්, ඇති වූ කෝණික විශාලනයත් කාච දෙක අතර දුරත් කවරේ ද?



කලින් ඔප්පු කළ පරිදි $m = \frac{D}{u_2} \cdot \frac{v_1}{u_1}$

උපනෙත සඳහා $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ යෙදීමෙන්,

$$\frac{1}{25} - \frac{1}{u_2} = \frac{1}{-5} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{u_2} = \frac{1}{25} + \frac{1}{5} = \frac{6}{25}$$

අවනෙත සඳහා $\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ යෙදීමෙන්,

$$\frac{1}{v_1} - \frac{1}{2.5} = \frac{1}{-2} \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{v_1} = \frac{1}{2.5} - \frac{1}{2} = \frac{-5}{50} = -\frac{1}{10}$$

$$v_1 = -10 \quad \therefore m_B = \frac{D}{u_2} = \frac{25}{\frac{25}{6}} = 6 \ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

$$\therefore m_A = \frac{v_1}{u_1} = \frac{10}{2.5} = 4 \ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

$(1) \times (2)$; කෝණික විශාලනය $m = m_A \text{ x } m_B = 4 \text{ x } 6 = 24$

කාච අතර දුර $= v_1 + u_2 = 10 + \frac{25}{6} = \frac{85}{6} = 14\frac{1}{6}$ cm

දූරේක්ෂ

දූරේක්ෂ යනු නක්ෂත්‍ර වස්තු වැනි දුර වස්තුවල විශාලිත පැහැදිලි ප්‍රතිබිම්බ තනා නිරීක්ෂණය කිරීම සඳහා යොදා ගනු ලබන ප්‍රකාශ උපකරණ වෙයි.

දූරේක්ෂ භාවිතයේ දී අවසාන ප්‍රතිබිම්බය අනන්ත දුරෙහි තනා ගැනීම සාමාන්‍ය සිරිතයි. මෙසේ අවසාන ප්‍රතිබිම්බය අනන්තයේ තනා ගත් විට දූරේක්ෂය සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ඇතැයි කියනු ලැබේ. සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ඇති දූරේක්ෂයක කෝණික විශාලනය පහත දැක්වෙන පරිදි අර්ථ දැක්වේ.

$$\text{කෝණික විශාලනය} = \frac{\text{අනන්තයේ ඇති ප්‍රතිබිම්බය ඇසෙහි ආපාතනය කරන කෝණය}}{\text{අනන්තයේ ඇති වස්තුව ඇසෙහි ආපාතනය කරන කෝණය}}$$

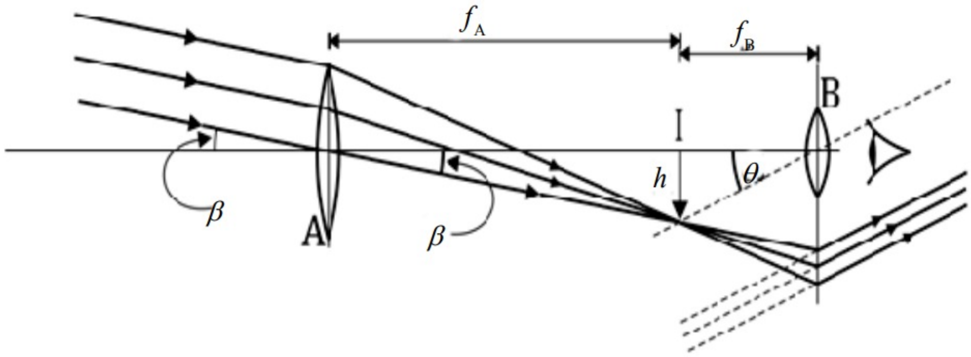
දූරේක්ෂය සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ඇති විට අත්වන වාසියක් වන්නේ එවිට අවසාන ප්‍රතිබිම්බය අනන්තයෙහි වන හෙයින් එය නැරඹීමේ දී ඇස උපරිම සහනයෙන් යුතුව පැවතීමයි.

නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය

නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය, දිගු නාභීය දුරකින් යුත් අභිසාරී කාචයක් වන අවනෙතකින් ද කෙටි නාභීය දුරකින් යුත් අභිසාරී කාචයක් වන උපනෙතකින් ද යුක්ත වේ.

අවනෙත දුර වස්තුවක තාත්ත්වික යටිකුරු විශාලිත ප්‍රතිබිම්බයක් එහි ද්විතීයික ප්‍රධාන නාභීය තලයේ තනයි. උපනෙත තබන්නේ මේ ප්‍රතිබිම්බය එහි ප්‍රධාන නාභියට වඩා මෑතින් පවතින ලෙස ය. එවිට එම ප්‍රතිබිම්බය උපනෙතට වස්තුවක් වෙමින්, අතාත්වික, යටිකුරු වඩාත් විශාලිත අවසන් ප්‍රතිබිම්බය තනයි. උපනෙත සීරුමාරු කර මේ අවසන් ප්‍රතිබිම්බය අනන්තයේ තනා ගත් කල දූරේක්ෂය සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි පවතී. මෙය සිදු වන විට උපනෙතෙහි ප්‍රධාන නාභිය, අවනෙතින් තනන ලද පළමු ප්‍රතිබිම්බය සමඟ සමපාත වනු ඇත.

සාමාන්‍ය සීරුමාරුව



11.4 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

කෝණික විශාලනය $(m) = \dfrac{\alpha}{\beta} = \dfrac{\tan\alpha}{\tan\beta} = \dfrac{\dfrac{h}{f_B}}{\dfrac{h}{f_A}} = \left|\dfrac{f_A}{f_B}\right|$

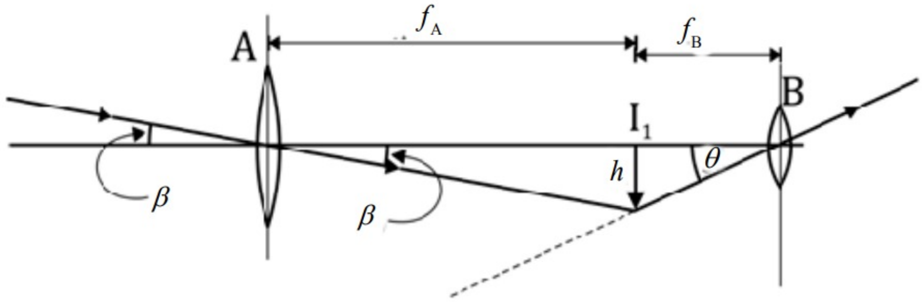
කාච අතර දුර $= |f_A| + |f_B|$

විසඳූ අභ්‍යාසය

සාමාන්‍ය සීරුමාරුවෙහි ඇති නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂයක කාච දෙක අතර දුර 100 cmක් වන අතර, ලැබී ඇති විශාලනය 24කි. අවනෙතෙහි සහ උපනෙතෙහි නාභීය දුර සොයන්න.

මෑතින් ඇති වස්තුවක් නාභිගත කිරීම සඳහා උපනෙත 4 cmක් පිටතට ඇදීමට සිදු වූයේ නම්, එම වස්තුව අවනෙතෙහි සිට කොපමණ දුරින් පිහිටා තිබේ ද? මේ සීරුමාරුව කළ විට විශාලනය කුමක් වේ ද?

විසඳුම



$$m = \frac{f_A}{f_B} = 24 \text{ ....(1)}$$

$$f_A + f_B = 100 \text{ ....(2)}$$

(1) සහ (2) විසඳීමෙන්

$f_A = 96\text{ cm}$ $\qquad f_B = 4\text{ cm}$

මෑතින් ඇති වස්තුව සඳහා ද අවසාන ප්‍රතිබිම්බය අනන්තයේ ඇතැයි සලකයි. එවිට පළමු ප්‍රතිබිම්බය I_1 සෑදෙනු ඇත්තේ අවනෙතෙහි සිට (96+4) cm හෙවත් 100 cm දුරිනි.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇව්රිණි.

අවනෙත සඳහා $\frac{1}{v}-\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$ යෙදීමෙන්

$$\frac{1}{-100}-\frac{1}{u}=\frac{1}{-96}$$

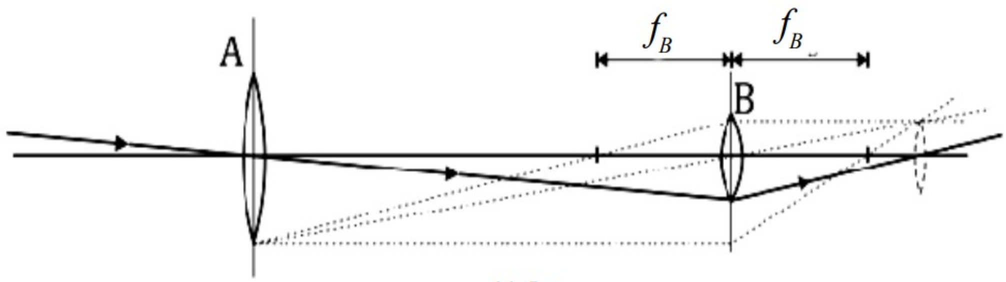
$$\frac{1}{u}=\frac{1}{96}-\frac{1}{100}=\frac{100-96}{9600}=\frac{4}{9600}$$

එමනිසා වස්තු දුර $u = 2400\text{ cm}$

නව විශාලනය $\beta \;=\frac{100}{4}=25$

අක්ෂි වලය

අණ්වීක්ෂවලින් සහ දූරේක්ෂවලින් සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බ නැරඹීමේ දී වැදගත් වන සාධකයක් වන්නේ ප්‍රතිබිම්බයෙහි උපරිම දීප්තිය ලබා ගැනීම සඳහා එය නැරඹීමට ඇස තැබීම සඳහා වඩාත් ම සුදුසු ස්ථානය කුමක් ද යන්නයි. මේ පිළිබඳ සොයා බැලීම සඳහා උපනෙතකින් සහ අවනෙතකින් සමන්විත ප්‍රකාශ උපකරණයකින් සෑදෙන ප්‍රතිබිම්බ සලකා බලමු.



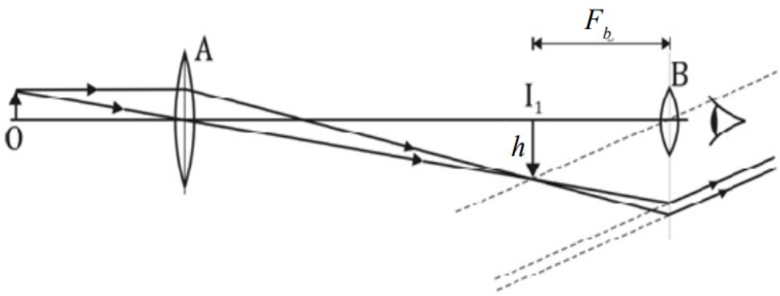
11.5 රූපය

අවනෙතෙහි ප්‍රකාශ කේන්ද්‍රය හරහා යන කිරණය උපනෙත තුළින් වර්තනය වීමෙන් පසු කාචවල ප්‍රධාන අක්ෂය ඡේදනය කරන ස්ථානයෙහි උපනෙත මගින් අවනෙතෙහි ප්‍රතිබිම්බය තනනු ලබයි. මෙය අක්ෂි වලය ලෙස හඳුන්වන ලබන අතර, ප්‍රතිබිම්බය නැරඹීම සඳහා ඇස තැබීමට වඩාත් ම සුදුසු ස්ථානය ලෙස සැලකෙයි. මන්ද යත්, අවනෙත තුළින් එය හරහා එන සියලු කිරණ උපනෙතින් වර්තනය වීමෙන් පසු වඩාත් ම සාන්ද්‍රව ගමන් කරනුයේ අක්ෂිවලය තුළින් වන බැවිනි. අක්ෂිවලයෙහි පිහිටීම ගණනය කිරීම සඳහා අවනෙත වස්තුව ලෙසින් ගෙන උපනෙතට කාච සූත්‍රය යෙදිය යුතු වෙයි.

අණ්වීක්ෂ සහ දූරේක්ෂ සාමාන්‍ය සීරුමාරුව නොවන සීරුමාරු සඳහා භාවිත වන අවස්ථා ඇත. එවැනි අවස්ථා දෙකක් මෙහි දැක්වේ.

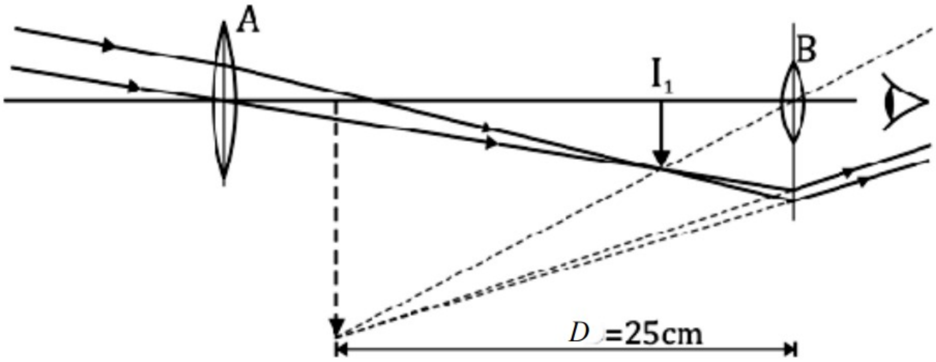
© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

1. සංයුක්ත අන්වීක්ෂය, අවසන් ප්‍රතිබිම්බය අනන්තයේ තනන සීරුමාරුව



11.6 රූපය

2. නක්ෂත්‍ර දූරේක්ෂය, අවසන් ප්‍රතිබිම්බය අවිදූර ලක්ෂ්‍යයෙහි තනන සීරුමාරුව



11.7 රූපය

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.

පරිශීලන ග්‍රන්ථ

Breithaupt, J. (2003) *Understanding Physics For Advanced Level - Fourth Edition.* Nelson Throne, Cheltenham, UK.

Edmonds Jr., D. S. (1993).*Cioffari's Experiments in College Physics -Ninth Edition.* D. C. Heath and Company, Massachusetts, USA.

Muncaster, R. (1993). *A-level Physics - Fourth Edition.* Stanley Thornes (Publishers) Ltd, Cheltenham, UK.

Nelkon, M. & Ogborn, J. M. (1987). *Advanced Level Practical Physics - Fourth Edition.* Heinemann Educational Books, London, UK.

Tyler, F. (1961). *A Laboratory Manual of Physics - Second Edition.* Edward Arnold Publishers Limited, London, UK.

© 2020 ජාතික අධ්‍යාපන ආයතනය. සියලුම හිමිකම් ඇවිරිණි.