Explore the World with a New Vision...

Advanced Level PHYSICS

Oscillations & Waves
Unit - 03
Part IV

සැකසුම : සමිත රත්නායක

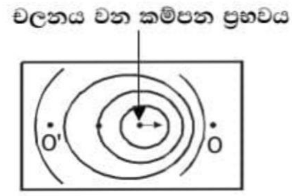
ඩොප්ලර් ආවරණය [The Doppler effect]

තරංග පිටකරන ප්‍රභවයක් හා එම තරංග අත්විඳින නිරීක්ෂකයෙක් අතර සාපේක්ෂ චලිතයක් ඇති වන විට නිරීක්ෂකයා අත්විඳින සංඛ්‍යාතය(දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය), ප්‍රභවය තරංග පිට කළ සංඛ්‍යාතයට (සත්‍ය සංඛ්‍යාතය) වඩා වෙනස් වීමේ සංසිද්ධිය.

රැළිති ටැංකිය මගින් ඩොප්ලර් ආවරණය ආදර්ශනය කිරීම
[Demonstration of Doppler effect by using ripple tank]

S නැමැති ලක්ෂ්‍ය කම්පන ප්‍රභවය මගින් රැළිති ටැංකියේ ජල පෘෂ්ටය මත උපදවන වෘත්තාකාර තරංග පෙරමුණු දෙස ඉහළින් බැලූ විට ඇතිවන දර්ශනය පහත දැක්වේ. 1 රූපයෙහි ස්ථාවර කම්පන ප්‍රභවයක්ද 2 රූපයෙහි චලනය වන කම්පන ප්‍රභවයක්ද නිරූපණය කර තිබේ.

1 රූපය



2 රූපය

1 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි O හා O' නිරීක්ෂකයින් කරා ළඟා වන තරංග පෙරමුණ S අසලින් ඉපදුනු ඒවාම බව පෙනේ. මේ අනුව O හා O', ප්‍රභවයේ සත්‍ය සංඛ්‍යාතය අත් විඳී.

එහෙත් 2 රූපයේ දැක්වෙන පරිදි S ප්‍රභවය O දෙසට චලනය කළ හොත් O කරා ළඟා වන තරංග පෙරමුණ එක ළඟ ඇහිරෙන බවද O' කරා ළඟාවන තරංග පෙරමුණ එකිනෙකින් ඈත්වන බවද දැකිය හැකිය. තවද ඉහත සෑම අවස්ථාවකදීම ජල තරංග ගමන් ගන්නේ එකම නියත වේගයකිනි. මේ අනුව O, වැඩි සංඛ්‍යාතයක්ද O', අඩු සංඛ්‍යාතයක්ද අත් විඳින බව පෙනේ. මෙය ඩොප්ලර් ආවරණයයි.

දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය සෙවීම
[Finding the observed (apperent) frequancy]

මේ සඳහා පහත සංකේත යොදා ගැනේ.

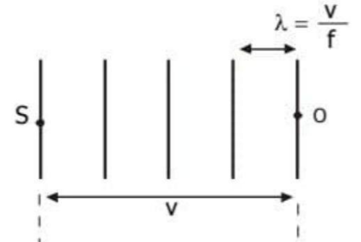
S	–	තරංග ප්‍රභවය	O	–	නිරීක්ෂකයා
f	–	ප්‍රභවයේ සත්‍ය සංඛ්‍යාතය	f'	–	නිරීක්ෂකයාගේ දෘශ්‍ය සංඛ්‍යාතය
V_s	–	ප්‍රභවයේ ප්‍රවේගය	V_o	–	නිරීක්ෂකයාගේ ප්‍රවේගය
V	–	මාධ්‍ය තුල තරංග ප්‍රවේගය			

$$f' = \frac{\text{නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව තරංග ප්‍රවේගය (V)}}{\text{නිරීක්ෂකයා වෙත ළඟා වන තරංගවල තරංග ආයාමය}}$$

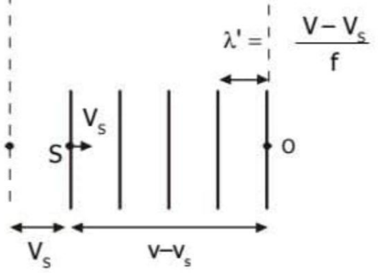
අචල නිරීක්ෂකයා හා චලනය වන ප්‍රභවය

ළඟා වන තරංගවල තරංග ආයාමය, සාපේක්ෂව චලිතයක් නොමැති විට පවතින තරංග ආයාමයට වඩා අඩු හෝ වැඩි වීම සිදු වේ.

1. අචල නිරීක්ෂකයා වෙත ප්‍රභවය චලනය වීම



සාපේක්ෂ චලිතයක් නොමැති විට S මගින් 1s කදී පිටකල වක්‍ර සංඛ්‍යාව වන f, V දුරක පැතිර ඇත.

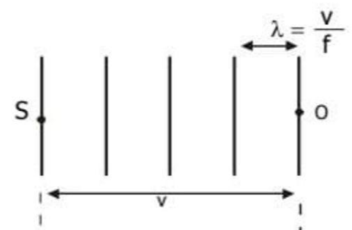


S, O දෙසට චලිතය වන විට, 1s කදී පිටකල වක්‍ර සංඛ්‍යාව වන f, $(V - V_S)$ දුරක පැතිර ඇත.

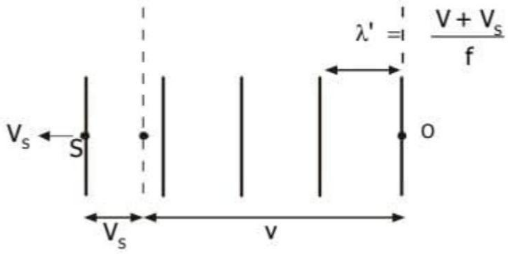
$f' = V' / \lambda'$

$$f' = \frac{V}{V - V_S} \cdot f \qquad f' > f$$

2. අචල නිරීක්ෂකයා වෙතින් ඉවතට ප්‍රභවය චලනය වීම



සාපේක්ෂ චලිතයක් නොමැති විට S මගින් 1s කදී පිටකල වක්‍ර සංඛ්‍යාව වන f, V දුරක පැතිර ඇත.



S, O ගෙන් ඉවතට චලිතය වන විට, 1s කදී පිටකල වක්‍ර සංඛ්‍යාව වන f, $(V + V_S)$ දුරක පැතිර ඇත.

$f' = V' / \lambda'$

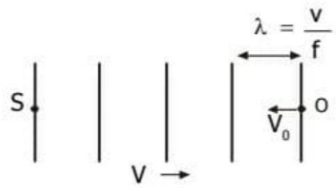
$$f' = \frac{V}{V + V_S} \cdot f \qquad f' < f$$

අචල ප්‍රභවය හා චලනය වන නිරීක්ෂකයා

[(Stationary source and moving observer]

මෙවිට නිරීක්ෂකයා වෙත ළඟා වන තරංගවල තරංග ආයාමය නොවෙනස්ව පවතින අතර $(\lambda'=\lambda)$ නිරීක්ෂකයාට සාපේක්ෂව තරංග ප්‍රවේගය අඩු හෝ වැඩිවේ.

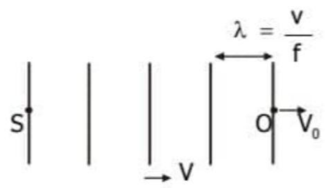
01. අචල ප්‍රභවය වෙතට නිරීක්ෂකයා චලනය වීම



$$V' = V + V_0$$
$$f' = V' / \lambda'$$

$$\boxed{f' = \frac{V + V_0}{V} \cdot f} \quad f' > f$$

02. අචල ප්‍රභවය වෙතින් ඉවතට නිරීක්ෂකයා චලනය වීම



$$V' = V - V_0$$
$$f' = V' / \lambda'$$

$$\boxed{f' = \frac{V - V_0}{V} \cdot f} \quad f' < f$$

චලනය වන ප්‍රභවය හා චලනය වන නිරීක්ෂකයා
[Moving source and moving observer]

1.

$$\boxed{f' = \frac{V + V_0}{V + V_S} f}$$

2.

$$\boxed{f' = \frac{V - V_0}{V - V_S} f}$$

3.

$$\boxed{f' = \frac{V + V_0}{V - V_S} f}$$

4.

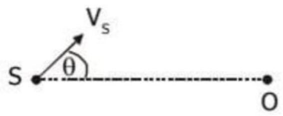
$$\boxed{f' = \frac{V - V_0}{V + V_S} f}$$

- සාධාරණ වශයෙන්,

$$\boxed{f' = \frac{V \pm V_0}{V \pm V_S} \cdot f}$$

ප්‍රභවය හෝ නිරීක්ෂකයා යන දෙදෙනාගෙන් කවරෙක් නිශ්චලද යන්න මත හා දෘෂ්‍ය සංඛ්‍යාතය අඩුවේද නැතහොත් වැඩිවේද යන්න මත මෙම සාධාරණ සූත්‍රයෙන් අවශ්‍ය අවස්ථාවක් සඳහා සූත්‍රය ලබා ගත හැකිය.

- ඉහත සූත්‍ර වලංගු වීම සඳහා $V > V_0 , V_S$ විය යුතුය.

- 

$$f' = \frac{V}{V - V_s \cos\theta} \cdot f$$

මෙවැනි අවස්ථාවකදී සමීකරණයට යෙදිය යුත්තේ O හා S යා කරන රේඛාව ඔස්සේ ඇති ප්‍රවේග සංරචකයි.

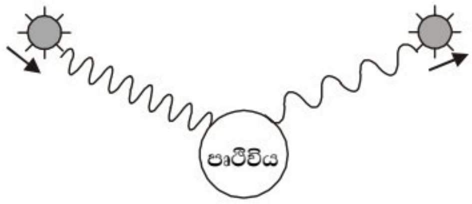
-

$f' = f$ ඩොප්ලර් ආචරණයක් සිදු නොවේ.

ඩොප්ලර් ආවරණයේ යෙදීම්
[Applications of Doppler effect]

1. තරුවල වර්ණාවලීන් අධ්‍යයනයේදී

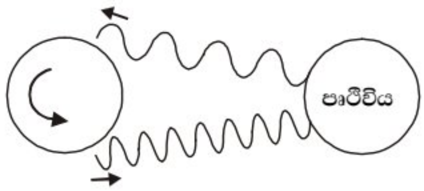
තරුවක් පෘථිවිය දෙසට ගමන් කරන විට ඩොප්ලර් ආවරණයට අනුව ඉන් නිකුත් කරන විද්‍යුත් චුම්භක තරංගවල සංඛ්‍යාතය වැඩි වේ. මෙවැනි තරුවක් නිල් ආලෝකය දෙසට නැඹුරු වූ (Blue shift) වර්ණාවලියක් සහිත තරුවක් ලෙස හැඳින්වේ.



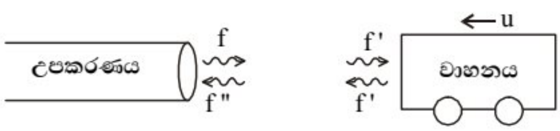
තරුවක් පෘථිවියෙන් ඉවතට ගමන් කරන විට ඩොප්ලර් ආවරණයට අනුව ඉන් නිකුත් කරන විද්‍යුත් චුම්භක තරංගවල සංඛ්‍යාතය අඩු වේ. මෙවැනි තරුවක් රතු ආලෝකය දෙසට නැඹුරු වූ (Red shift) වර්ණාවලියක් සහිත තරුවක් ලෙස හැඳින්වේ.

- මේ දක්වා අධ්‍යයනය කර ඇති බොහෝ තරුවල වර්ණාවලි, රතු ආලෝකය දෙසට නැඹුරුව පැවතීම, අප ප්‍රසාරණය වන විශ්වයක ජීවත් වන බවට ප්‍රබල සාක්ෂියක් වී තිබේ.

- එකම තාරකාවේ දෙපසින් එන විද්‍යුත් චුම්භක තරංගවල වෙනස පදනම් කර ගනිමින් තරුවේ භ්‍රමණ වේගය නිර්ණය කල හැකිය.



2. වාහනවල වේග නිර්ණය කරන පොලිස් රේඩාර් යන්ත්‍ර



උපකරණය මගින් සංඛ්‍යාතය f වූ රේඩාර් තරංගයක් (විද්‍යුත් චුම්භක තරංග විශේෂයකි) වාහනය දෙසට නිකුත් කරයි. වාහනයට දැනෙන පරිදි එහි සංඛ්‍යාතය f' නම්,

$$f' = \left(\frac{v + v_o}{v}\right) f$$ මගින්

$$f' = \left(\frac{c + u}{c}\right) f$$ C - ආලෝකයේ වේගය

දැන් වාහනය මගින් මෙම f' සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් තරංග පරාවර්තනය කරනු ලබයි. ඒවා නැවත උපකරණයට ලැබෙන විට සංඛ්‍යාතය f" නම්,

$$f' = \left(\frac{v}{v - v_s}\right) f$$ මගින්

$$f'' = \left(\frac{c}{c - u}\right) f'$$

$$f'' = \left(\frac{c}{c - u}\right) \times \left(\frac{c + u}{c}\right) f = \left(\frac{c + u}{c - u}\right) f$$

ඩොප්ලර් විස්ථාපනය $(\Delta f) \;=\; f'' - f$

$$\Delta f = \left(\frac{c+u}{c-u}\right) f - f$$

$$= f\left[\left(\frac{c+u}{c-u}\right) - 1\right]$$

$$\Delta f = \frac{f \times 2u}{c - u}$$

$c >> u$ බැවින් $c - u \simeq c$

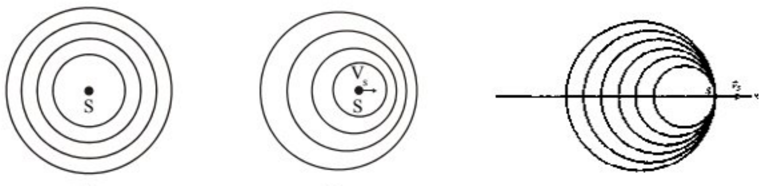
$$\therefore \quad \Delta f = \frac{f \times 2u}{c} \rightarrow u = \frac{\Delta f \times c}{2f}$$

3. රුධිර ප්‍රවාහ වේගය සෙවීමේදී,

මෙය ඇතැම් රෝග විනිශ්චයේදී වැදගත් වේ. මෙහිදී යොදා ගන්නා ක්‍රමය වාහනයක වේගය නිර්ණය කිරීමේ ක්‍රමයට බොහෝ දුරට සමානය. කෙසේ වුවද මෙහිදී යොදා ගනු ලබන්නේ විද්‍යුත් චුම්භක තරංග නොව පාර ධ්වනික (ultra sound) ($f > 20000$ Hz) තරංගයි.

4. මව් කුස තුල සිටින බිළිඳෙකුගේ හෘද ස්පන්ධන වේගය නිර්ණය කිරීම.

උත්ස්වනික වේග, පීඩන තරංග
(SUPERSONIC SPEEDS, SHOCK WAVES)



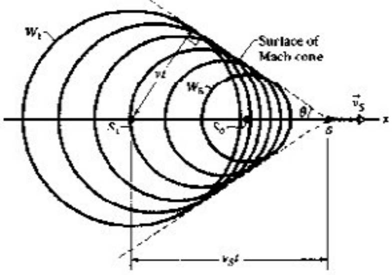
❶ ❷ ❸

❶ රූපයෙහි දැක්වෙන්නේ ස්ථාවර ධ්වනි ප්‍රභවයක් මගින් බිහිකල ගෝලාකාර තරංග පෙරමුණු සෑම දිශාවක් ඔස්සේම සමාන පරතර සහිතව ප්‍රගමනය වන ආකාරයයි.

❷ රූපයෙහි දැක්වෙන්නේ දකුණු අත දෙසට ධ්වනි වේගයට (V) වඩා අඩු වේගයකින් ($V_s < V$) ගමන් කරන ධ්වනි ප්‍රභවයකි. ප්‍රභවයට ඉදිරියෙන් තරංග පෙරමුණු එක ළඟ ඇහිරෙන බව පෙනේ.

❸ රූපයේ දැක්වෙන්නේ දකුණු අත දෙසට ධ්වනි වේගයට සමාන වේගයකින් ($V_s = V$) ගමන් කරන ධ්වනි ප්‍රභවයකි. ප්‍රභවයද තරංග පෙරමුණු ගමන් කරන වේගයෙන්ම ගමන් කරන බැවින් තරංග පෙරමුණු එක මත එක අධිස්ථාපනය වේ. මෙවිට ප්‍රභවය ඉදිරියේ ගොඩ නැගෙන වාත ප්‍රතිරෝධය " ධ්වනි බාධකයක් " (Sound barrier) ලෙස හැඳින්වේ.

- ප්‍රභවය, වාතය තුල ධ්වනි වේගයට වඩා වැඩි වේගයකින් ($V_s > V$) චලනය වන අවස්ථාවක් සලකා බලමු.



- මෙවැනි වේග උත්ස්වනික වේග (Supersonic speeds) ලෙස හැඳින්වෙන අතර තව දුරටත් ඩොප්ලර් ආචරණයේ සමීකරණ

$$\left\{ f' = \frac{V \pm V_0}{V \pm V_s} \times f \right\}$$ වලංගු නොවේ.

- S_1 සිට S_6 දක්වා වූ ප්‍රභවයේ පිහිටුම් 6 කට අදාළ ගෝලීය තරංග පෙරමුණු ඉහත රූපයේ දක්වේ. ප්‍රභවය S_1 පිහිටුමේ ඇති විට W_1 තරංග පෙරමුණද S_6 පිහිටුමේ ඇති විට W_6 තරංග පෙරමුණද ඇති කරයි. මෙම ඕනෑම තරංග පෙරමුණක අරය Vt වේ. මෙහි V යනු සලකා බලන උසේදී වාතය තුල ධ්වනි වේගය වන අතර t යනු ප්‍රභවය එම තරංග පෙරමුණ නිකුත් කල මොහොතේ සිට ගත වී ඇති කාලයයි.

- ඉහත ද්විමාන රූපයෙන් දක්වෙන පරිදි සියලුම තරංග පෙරමුණු V හැඩයේ ආවරණයක් දිගේ පොකුරක් ලෙස පිහිටයි. තරංග පෙරමුණු ඇත්ත වශයෙන්ම ත්‍රිමාන ලෙස විහිදෙන අතර පොකුරු වීම නිසා මැක් කේතුව (Mach cone) නමින් හැඳින්වෙන කේතුවක් සාදයි. මෙම කේතුක පෘෂ්ඨයේ ඕනෑම ලක්ෂයක් හරහා යන විට පොකුරු තරංග පෙරමුණ හදිසියේ වෙනස් වන වායු පීඩනයේ ඉහළ සහ පහළ යෑම් ඇති කරන බැවින්, පෘෂ්ඨය දිගේ පීඩන තරංගයක් (Shock wave) ඇති වේ යැයි කියනු ලැබේ.

- රූපයේ දක්වෙන පරිදි මෙම කේතුවේ අර්ධ කෝණය වන θ " මැක් කේතු කෝණය " (Mach cone angle) ලෙස හැඳින්වෙන අතර,

$$\sin\theta = \frac{Vt}{V_s t} = \frac{V}{V_s}$$ මගින් දෙනු ලැබේ.

- V_s / V අනුපාතයට මැක් අංකය (Mach number) යැයි කියනු ලැබේ. කිසියම් අහස් යානයක් මැක් අංක 2.5 කින් පියාසර කරන්නේ යැයි පැවසීමෙන් අදහස් වන්නේ එහි වේගය අහස් යානය පියාසර කරන වාතය තුල ධ්වනි වේගය මෙන් 2.5 වාරයක් බවයි.

- ධ්වනි වේගය අභිබවා යන අහස් යානයකින් හෝ ප්‍රක්ෂිප්තයකින් ජනිත වූ පීඩන තරංගයක් මගින් පිපිරීම් හඬක් නිපදවයි. මෙය ස්වනික ගිගුරුමක් (Sonic boom) ලෙස හැඳින්වේ. මෙහිදී වායු පීඩනය පළමුව වැඩිවී ඉන් පසු සාමාන්‍ය තත්ත්වයට ආපසු පැමිණීමට පෙර සාමාන්‍ය තත්ත්වයට වඩා අඩුවෙයි. ස්වනික ගිගුරුම හටගන්නේ මෙහි ප්‍රතිඵලයක් ලෙසය. එය ඇසෙන්නේ මැක් කේතුව තුල සිටින්නෙකුටය.

- ස්වනික ගිගුරුමට හේතු වූ පීඩන තරංගය මගින් අති විශාල ශක්ති ප්‍රමාණයක් සම්ප්‍රේෂණය කරයි. මෙම ශක්තිය තරංග පෙරමුණුවලින් සැදි කේතුක පෘෂ්ඨයේ සාන්ද්‍රණය වී ඇත. යම් ගොඩනැගිල්ලක් හෝ පුද්ගලයෙකු මෙම කේතුක පෘෂ්ඨය සමග ගැටනු විට පීඩන තරංගයේ අධික ශක්තිය නිසා හානි විය හැකිය.

- ගුවන් යානයක ඉදිරිපස කොටසින් මෙන්ම පසුපස කොටසින්ද ස්වනික ගිගුරුමක් ඇති වේ. එම ස්වනික ගිගුරුම් දෙක අතර කාලය ගුවන් යානයේ දිග මත රඳා පවතින අතර එය 0.1s පමණ වේ. නමුත් පොළොවට ළඟාවන විට ශ්‍රවණය කල හැකි තරම් කාල වෙනසක් ඇති වී ආසන්න ස්වනික ගිගුරුම් දෙකක් ශ්‍රවණය වේ.

- ජෙට් යානයේ තටු මගින් නිපදවන ලද පීඩන තරංගයෙන් වායු පීඩනය ක්ෂණිකව පහත වැටීමට ලක්වන බැවින් වාතයේ ඇති ජල අණු ඝනීභවනය වීමෙන් මීදුමක් සෑදීම පහත රූපයේ ආකාරයට දිස්වේ.

- රයිෆලයකින් වෙඩි තැබූ විට ඇසෙන ශබ්දයෙන් කොටසක් උණ්ඩය මගින් ඇති කරන ස්වනික ගිගුරුම වේ. දිගු කසයක් වේගයෙන් වනන විට එහි තුඩ ධ්වනි වේගයට වඩා වැඩි වේගයකින් චලනය වෙමින් කුඩා ස්වනික ගිගුරුමක් ඇති කරන අතර කසයේ පිපුරුමක් ඇතිවේ.

ධ්වනිය [Sound]

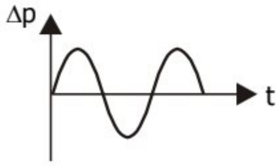
කණෙහි සංවේදනයක් (දැනීමක්) ඇති කරන ශක්ති විශේෂය ධ්වනිය ලෙස හැඳින්වේ. ධ්වනියෙහි ප්‍රභේද දෙකකි.

1. ඝෝෂා (noises)
2. සංගීත ස්වර (musical notes)

ඝෝෂාවකදී කන් බෙරය මත ගැටෙන වාතයේ පීඩනය, කාලය සමඟ වෙනස් වන්නේ නිශ්චිත රටාවකින් තොරවය. එහෙත් ස්වරවලදී කන් බෙරය මත ගැටෙන වාතයේ පීඩනය කාලය සමඟ නිශ්චිත රටාවකට වෙනස් වේ.

ඝෝෂා - (noises)

සංගීත ස්වර - (musical notes)



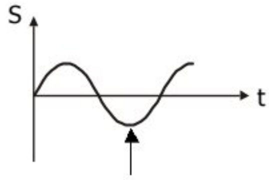
ධ්වනි ලක්ෂණ [Characteristics of sound]

කිසියම් හඬක් තවත් හඬකින් වෙන් කර හඳුනා ගැනීම සඳහා මිනිසා කණ විසින් යොදා ගනු ලබන්නේ යැයි සැලකිය හැකි ගුණාංග "ධ්වනි ලක්ෂණ" ලෙස හැඳින්වේ. ධ්වනි ලක්ෂණ තුනකි.

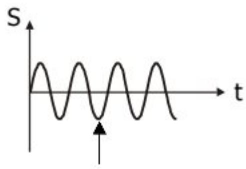
1. තාරතාව
2. විපුලතාව (හඬේ සැර)
3. ධ්වනි ගුණය

තාරතාව [Pitch]

අන් සියළුම ලක්ෂණ සමාන වී සංඛ්‍යාතය පමණක් වෙනස් වූ ධ්වනි තරංග දෙකක් වෙන්කර හඳුනා ගැනීමට මිනිස් කණට හැකිය. සංඛ්‍යාතයට සෘජුවම සංවේදී නොවන කණ මේ සඳහා යොදා ගන්නා සංඛ්‍යාතය මත රඳා පවතින ධ්වනි ලක්ෂණය තාරතාවයි.



අවච තාරතාව (f↓)



උච්ච තාරතාව (f↑)

- මිනිස් කණෙහි සංවේදනයක් ඇති කරන සංඛ්‍යාත පරාසය 20 Hz සිට 20000 Hz දක්වා වේ.

- 20000 Hz ට වඩා වැඩි සංඛ්‍යාතයකින් යුත් ධ්වනි තරංග පාර - ධ්වනික (ultra sound) හෙවත් අති-ධ්වනික තරංග ලෙස හැඳින්වේ.

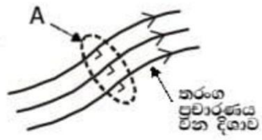
  භාවිත :-
  i. සියුම් උපකරණ පිරිසිදු කිරිම
  ii. ද්‍රව වර්ග ජීවානුහරණය කිරිම
  iii. රසායනික ප්‍රතික්‍රියාවල සීඝ්‍රතාවය වැඩි කිරිම
  iv. මුහුදු පත්ල ගවේෂණය සඳහා යොදා ගන්නා සෝනාර් උපකරණ වල
  v. රුධිර සංසරණ වේගය මැනීම
  vi. වකුගඩුවේ සෑදෙන ගල් විනාශ කිරිම

- 20 Hz ට වඩා අඩු සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් ධ්වනි තරංග අධෝ ධ්වනික (infra sound) තරංග ලෙස හැඳින්වේ.

තරංගයක තීව්‍රතාව (I)
[Intensity of a wave]

- තරංග ප්‍රචාරණය වන දිශාවට ලම්බකව තෝරාගත් ඒකක වර්ගඵලයක් තුළින් 1s ක දී ගමන් ගන්නා ශක්තිය එම වර්ගඵලය තෝරාගත් ස්ථානයේදී තරංගවල තීව්‍රතාව ලෙස අර්ථ දක්වේ.

තරංග ප්‍රචාරණය වන දිශාවට ලම්බක A වර්ගඵලය තුළින් t කාලයකදී ගැලූ ශක්තිය E නම්,

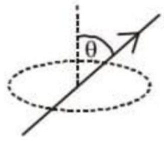


$$\boxed{I = \frac{E}{At}} \qquad \boxed{I = \frac{P}{A}}$$

$\frac{E}{t} = P$ යනු ක්ෂමතාවයි.

I → Wm^{-2} [MT^{-3}]

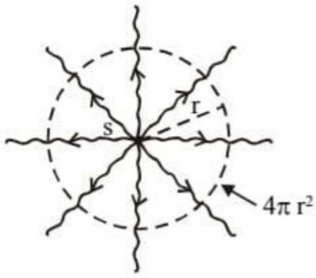
- වර්ගඵලයට ඇඳි ලම්බකය, තරංග ප්‍රචාරණය වන දිශාවට θ කෝණයක් ආනත නම්,



$$I = \frac{E}{A\cos\theta\, t}$$

- තරංගයක තීව්‍රතාව එහි විස්ථාපන විස්ථාරයේ වර්ගයටත් සංඛ්‍යාතයේ වර්ගයටත් සමානුපාතික වේ. (විද්‍යුත් චුම්බක තරංග හැර)
- තීව්‍රතාව අදිශ රාශියකි.

ලක්ෂීය ප්‍රභවයක තීව්‍රතාව
[Intensity of a point source]



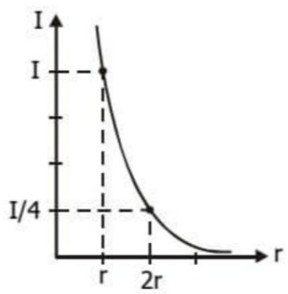
රූපයේ දැක්වෙන්නේ ක්ෂමතාව P වන ලක්ෂීය ප්‍රභවයකි. ප්‍රභවයේ සිට r දුරක් ඈතින් වූ ලක්ෂ්‍යයක තීව්‍රතාව සෙවිය යුතු යැයි සිතමු.

මේ සඳහා ප්‍රභවය කේන්ද්‍රය කර ගත් අරය r වූ ගෝලීය පෘෂ්ටයක් සලකන්න. ප්‍රභවය විසින් තත්පරයකදි පිට කල ශක්ති ප්‍රමාණය වන P, r දුරකදි $4\pi r^2$ වර්ගඵලයක් හරහා ඊට ලම්බකව ගමන් කරයි.

$$4\pi r^2 \;,\; 1 \longrightarrow P$$

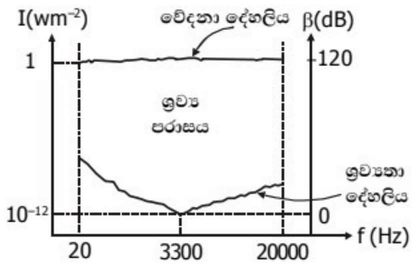
$$1 \;,\; 1 \longrightarrow \frac{P}{4\pi r^2} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

- P නියත නම් $I \propto \frac{1}{r^2}$



ශ්‍රව්‍යතා දේහලිය (Threshold of hearing)

මිනිස් කණෙහි සංවේදනයක් ඇතිකල හැකි අවම තීව්‍රතාවයි. මෙය සංඛ්‍යාතය මත වෙනස් වන්නකි.



මෙහි අවම අගය 10^{-12} Wm^{-2} වන අතර එය 3300 Hz ක පමණ සංඛ්‍යාතයකට අනුරූප වේ.

- සාමාන්‍ය භාවිතයේ දී ශ්‍රව්‍යතා දේහලිය ලෙස සැලකෙන්නේ 10^{-12} Wm^{-2} අගයයි.

වේදනා දේහලිය (Threshold of pain)

මිනිස් කණෙහි වේදනාවකින් තොර සංවේදනයක් ඇති කල හැකි උපරිම තීව්‍රතාවයි. මෙය සංඛ්‍යාතය මත එතරම් වෙනස් නොවේ.

සියළු සංඛ්‍යාත සඳහා 1 Wm^{-2} ට ආසන්න අගයක පවතී.

විපුලතාව හෙවත් හඬේ සැර (Loudness)

අන් සියළුම ලක්ෂණ සමාන වී තීව්‍රතාව පමණක් වෙනස් වූ ධ්වනි තරංග දෙකක් වෙන් කර හඳුනා ගැනීමට මිනිස් කණට හැකිය. තීව්‍රතාවට සෘජුවම සංවේදී නොවන කණ මේ සඳහා යොදා ගන්නා තීව්‍රතාව මත රඳා පවතින ධ්වනි ලක්ෂණය විපුලතාවයි.

- කණ සංවේදී වන්නේ විස්ථාපන විචලනවලට නොව පීඩන විචලනවලටය. ධ්වනි තරංගයක තීව්‍රතාව පීඩන විස්ථාරයේ (එනම් පීඩන විචලන පිළිබඳ ප්‍රස්ථාරයේ උච්ච අගයේ) වර්ගයට සමානුපාතික වේ. එබැවින් විපුලතාව, පීඩන විස්ථාරයේ වර්ගයට සමානුපාතික වේ යැයි කියනු ලැබේ.

ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම (β) [Sound intensity level]

විපුලතාව, ධ්වනි තීව්‍රතාවට අනුලෝමව සමානුපාතික වන නමුත් එම සමානුපාතිකත්වය එකට එකක් ලෙස නොහැසිරේ. තවද විපුලතාව යනු සාපේක්ෂව ඉදිරිපත් කල යුතු රාශියකි. මෙම කරුණු සැලකිල්ලට ගෙන විපුලතාව සාපේක්ෂව ඉදිරිපත් කිරීම සඳහා ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම නැමැති රාශිය යොදා ගනු ලැබේ.

$\beta = \log_{10} (I/I_0)$ B
$\beta = 10 \log_{10} (I/I_0)$ dB

I - තීව්‍රතා මට්ටම සෙවිය යුතු ස්ථානයේ තීව්‍රතාව

I_0 - සමුද්දේශ තීව්‍රතාව
(බොහෝ විට $I_0 = 10^{-12}$ Wm^{-2})

ඉහත සමීකරණවල β මගින් ලබා දෙන්නේ තීව්‍රතාව I_0 වන අවස්ථාවකදී කණට දැනුන හඬට සාපේක්ෂව තීව්‍රතාව I වන අවස්ථාවකදී කණට දැනෙන හඬ කෙතරම් ප්‍රබලද යන්නයි.

ධ්වනි ගුණය [Quality of sound]

සංඛ්‍යාතය හා විස්ථාරය එකම වන (එනම් තාරතාව හා විපුලතාව එකම වන) ධ්වනි තරංග දෙකක් වුවද ප්‍රභව දෙකකින් ජනනය වූ විට ඒවා වෙන් කර හඳුනා ගැනීමට මිනිස් කණට හැකිය.

කිසියම් මූලික ස්වරයක් භාණ්ඩ දෙකකින් ජනනය කල විට එම මූලිකයට අමතරව භාණ්ඩ දෙක සඳහා එකිනෙකට වෙනස් උපරිතාන කිහිපයක්ද බිහි වේ. මූලිකයේ හා උපරිතාන වල අධිස්ථාපනයෙන් බිහිවන සම්ප්‍රයුක්ත තරංගය අවස්ථා දෙකේදී එකිනෙකට වෙනස් බැවින් ඒවා වෙනස් සංවේදන කණෙහි ජනිත කරයි.

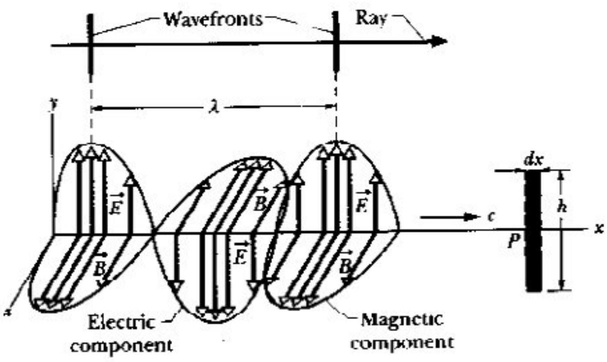
- ධ්වනි ගුණය යන්න උපරිතාන ඇතිවීම , උපරිතාන කොපමණ ප්‍රමාණයක් ඇති වුයේද යන්න හා ඒවායේ සාපේක්ෂ විස්ථාරයන් මත රඳා පවතී.

යාන්ත්‍රික (පදාර්ථ) තරංග [Mechanical (matter) waves]

බිහිවීමටත් ප්‍රචාරණයටත් ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයක් අවශ්‍ය වන්නා වූ තරංග මෙනමින් හැඳින්වේ. මාධ්‍යයක අංශු යාන්ත්‍රිකව කැළඹීමෙන් මෙම වර්ගයේ තරංග හට ගනී.
උදා: ධ්වනි තරංග, ජල පෘෂ්ඨයක ගමන් ගන්නා තරංග, ඇදි තන්තුවක තරංග, භූ කම්පන තරංග

විද්‍යුත් චුම්බක තරංග [Electromagnetic waves]

එකිනෙකට ලම්බක තලවල සීඝ්‍රයෙන් විචලනය වන විද්‍යුත් (E) හා චුම්බක (B) ක්ෂේත්‍ර මඟින් හටගන්නා තරංග විශේෂය මෙනමින් හැඳින්වේ. මේවායේ බිහිවීමට හා ප්‍රචාරණයට ද්‍රව්‍යමය මාධ්‍යයක් අත්‍යාවශ්‍ය නොවේ.



- විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල පැවැත්ම මුල් වරට ඉදිරිපත් කරන ලද්දේ 1865 දී ජේම්ස් ක්ලාක් මැක්ස්වෙල් නමැති විද්‍යාඥයා විසිනි.

- සියළුම විද්‍යුත් චුම්බක තරංග තීර්යක් තරංග වේ.

- ඕනෑම මොහොතක විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාව E හා එම මොහොතේ චුම්බක ක්ෂේත්‍රයේ ප්‍රබලතාව B වන විට විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල වේගය වන C,

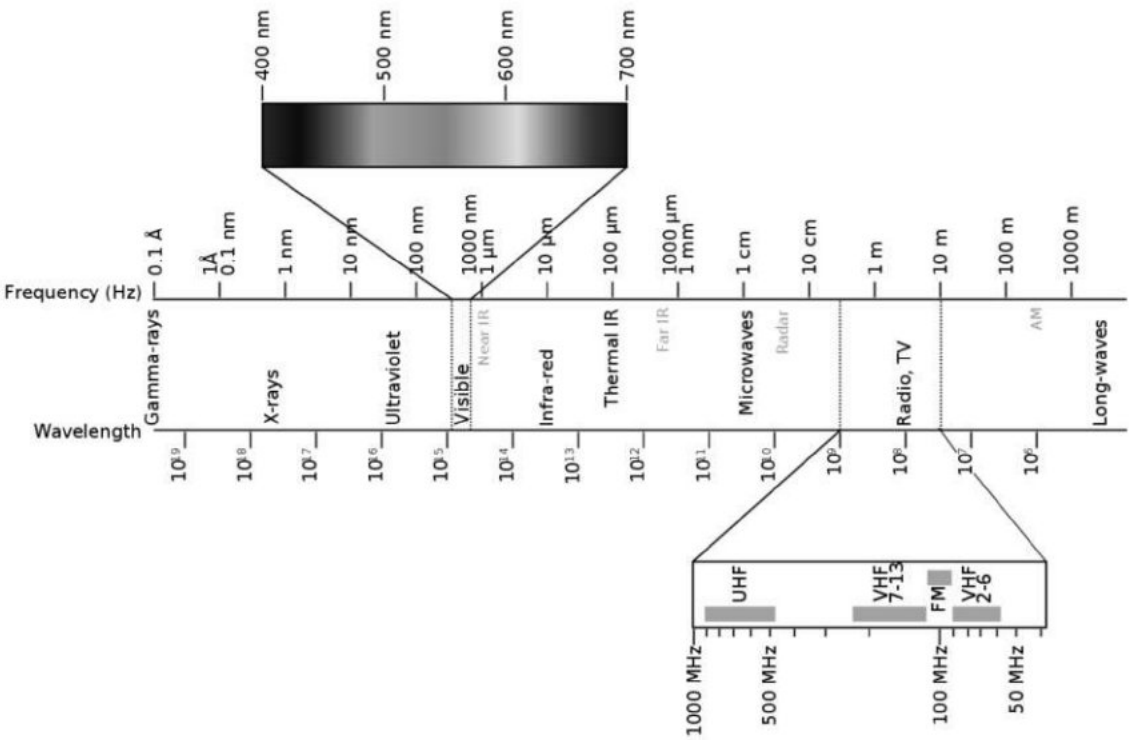
$$C = \frac{E}{B}$$ වේ.

- විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල බොහෝ ආචරණයන්ට හේතුව විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය වන බැවින් තරංගයේ තලය ලෙස සලකනු ලබන්නේ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රයේ තලයයි.

- විද්‍යුත් ආරෝපණයක් කම්පනය වන විට එනම් (සරල) අනුවර්තීය චලිතයේ යෙදෙන විට නැතහොත් විද්‍යුත් ආරෝපණයක් ත්වරණය හෝ මන්දනය වන විට විද්‍යුත් චුම්බක තරංග බිහි වේ.

විද්‍යුත් චුම්බක වර්ණාවලිය [Electromagnetic spectrum]

මේ දක්වා සොයාගෙන ඇති විද්‍යුත් චුම්බක තරංග ඒවායේ සංඛ්‍යාතයේ (තරංග ආයාමයේ) අනුපිළිවෙලට සකස් කළ විට ඊට විද්‍යුත් චුම්බක වර්ණාවලිය යැයි කියනු ලැබේ.



- සියළුම විද්‍යුත් චුම්බක තරංග රික්තයකදී පොදු වේගයකින් ($c = 3\times10^{8}ms^{-1}$) ගමන් ගන්නා අතර ඊට ආලෝකයේ වේගය යැයි කියනු ලැබේ.

- වෙනත් මාධ්‍යයකදි විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල වේගය $3\times10^{8}ms^{-1}$ ට වඩා අඩුවන අතර සංඛ්‍යාතය මත වේග වෙනසක්ද සිදු වේ.

විද්‍යුත් චුම්බක තරංගවල භාවිතය [Uses of electromagnetic waves]

γ - කිරණ

වෛද්‍ය උපකරණ ජීවානුහරණය කිරීමට γ කිරණ යොදා ගනී. γ කිරණ මඟින් බැක්ටීරියා වර්ග පහසුවෙන් විනාශ කර අල, ලූනු හා ධාන්‍ය වර්ග වැඩි කලක් නරක් නොවී තබා ගත හැකිය. පැළැටි හා සත්වයන්ගේ ජාන විපර්යාස ඇති කොට නව ප්‍රභේදන (ඵලදාව වැඩි / රෝගවලට ඔරොත්තු දිය හැකි) බිහි කිරීමටද γ කිරණ යොදා ගැනේ.

X - කිරණ

වෛද්‍ය විද්‍යාවේ X කිරණ ඡායාරූප ලබා ගැනීම සිදු කෙරේ. විවිධ ව්‍යුහයන්ගේ වාත කුහර, පිපිරුම් හෝ දුර්වල ස්ථාන අනාවරණය කර ගැනීම, ඇතුළත නොපෙනෙන හෝ ළඟා විය නොහැකි හෝ විවෘත කිරීමේ අවදානමක් ඇති හෝ අවශ්‍යතාවක් නැති ව්‍යුහයන්ගේ ඇතුළත පරීක්ෂා කිරීම (ගුවන් තොටුපළ හා රේගු කටයුතුවලදී) සඳහා X කිරණ යොදා ගැනේ. සංකීර්ණ හෝ නව අණු වල ව්‍යුහය හඳුනා ගැනීමටද X කිරණ භාවිත වේ.

පාර ජම්බුල කිරණ

ඔක්සිජන් ප්‍රතික්‍රියා කර ඕසෝන් (O_3) සෑදීම සඳහා පාර ජම්බුල කිරණ අවශ්‍ය වන අතර ඕසෝන් මඟින් පාර ජම්බුල ආලෝකය උරා ගනී. පාර ජම්බුල කිරණ සමහර විෂබීජ විනාශ කිරීමට යොදා ගැනේ. මේ නිසා පාර ජම්බුල පහන් ආරෝග්‍යශාලාවල, සැත්කම් කාමරවල හා සැත්කම් සඳහා භාවිත වන උපකරණ ජීවානුහරණය සඳහා භාවිත කෙරේ.

සුපිරි වෙළඳසැල්වල මස් වර්ග ගබඩා කර ඇති රාක්කවලට ඉහලින් පාර ජම්බුල පහන් දැල්වීමෙන් මස් වර්ග වැඩි කලක් නරක් නොවී තබා ගත හැක. බැංකු කටයුතුවලදී කෙනෙකුගේ අත්සන පරීක්ෂා කිරීමටද අඩු තීව්‍රතාවයෙන් යුත් පාර ජම්බුල පහන් භාවිත වේ.

දෘෂ්‍ය ආලෝකය

මිනිස් ඇස සංවේදී වන්නේ විද්‍යුත් චුම්බක වර්ණාවලියේ මෙම කොටසටය. එහි වර්ණ හතක් අඩංගු වේ. දම් (400-450nm), නිල් (450-520nm), කොළ (520-560nm), කහ (560-600nm), තැඹිලි (600-625nm), සහ රතු (625-700nm) යනුවෙනි. තරංග ආයාමය 560nm (කහ - කොළ) සඳහා ඇසෙහි සංවේදනය උපරිම වන බව සොයා ගෙන තිබේ.

අධෝරක්ත කිරණ

අපට විශේෂයෙන් තාප සංවේදනය දැනෙන්නේ අධෝරක්ත කිරණ නිසාය. යුධමය කටයුතුවලදී හා අභ්‍යාවකාශ ගවේෂණයේදි අධෝරක්ත කැමරා භාවිත කෙරේ. වයස්ගත වීමේදී වැළඳෙන හන්දිපත් රුදාව හා හන්දි නැවීමට නොහැකිවීම අවම කිරීමේ පිළියමක් ලෙස අධෝරක්ත ලාම්පු භාවිත වේ. එවැනි ලාම්පුවක් අවශ්‍ය ස්ථානයට එල්ල කළ විට ඉතා ඉක්මණින් එම පෙදෙස රත් වී එහි ඇති රුධිර හා කේෂ නාළිකා ප්‍රසාරණය වී රුධිර සංසරණය සීඝ්‍ර වීම නිසා සහනයක් දැනේ. සමෙහි ඇති පිළිකා ගැටිති අන්වේෂණය කිරීමට ද අධෝරක්ත කිරණ යොදා ගැනේ.

ක්ෂුද්‍ර තරංග

ජංගම දුරකථන භාවිතයේ දී) ක්ෂුද්‍ර තරංග භාවිතයට ගැනේ. තවද අහස් යානා හා නැව් ආදියේ ගමනාගමනය නිර්ණය කිරීමේදි යොදා ගන්නා රේඩාර් (Radar - Radio detection and ranging) පද්ධතිවල ක්ෂුද්‍ර තරංග භාවිත වේ. රේඩාර් පද්ධතියක ක්ෂුද්‍ර තරංග සම්ප්‍රේෂණය වන්නේ වරින් වර නිකුත් කරන ස්පන්දන (pulses) ආකාරයටය. ක්ෂුද්‍ර තරංග උඳුන්වල ක්‍රියාකාරීත්වය.

රේඩියෝ තරංග

රූපවාහිනි හා ගුවන් විදුලි සංඥා සම්ප්‍රේෂණය සඳහා වාහකයක් ලෙස යොදා ගැනේ. රේඩියෝ තරංග සම්ප්‍රේෂණයේදී ක්‍රම දෙකක් යොදා ගැනේ. එක් ක්‍රමයක් AM (Amplitude Modulation - විස්ථාර මූර්ජනය) වන අතර අනෙක් ක්‍රමය FM (Frequency Modulation - සංඛ්‍යාත මූර්ජනය) වේ. AM ක්‍රමය සඳහා වාහක රේඩියෝ තරංගවල සංඛ්‍යාතය 530 kHz සිට 1605 kHz දක්වා තෝරා ගන්නා අතර FM ක්‍රමය සඳහා මෙය 88 MHz සිට 108 MHz දක්වා වේ.

ලේසර් [LASER]

i. " ලේසර් " යනු මොනවාද ?

----

ii. පදාර්ථය හා විද්‍යුත් චුම්බක විකිරණ අතර අන්තර් ක්‍රියාව වෙන්කල හැකි මූලික කොටස් තුන විස්තර කරන්න.

a. අවශෝෂණය

----

b. ස්වයංසිද්ධ විමෝචනය

----

c. උත්තේජිත විමෝචනය

iii. ගහන අපවර්තනය යනු කුමක්ද ?

iv. ගහන අපවර්තනයක් ලබාගන්නේ කෙසේද ?

v. ප්‍රකාශ අනුනාදකය යනු කුමක්ද ?

vi. " ලේසර් " සාමාන්‍ය ආලෝකයෙන් වෙනස්වන මූලික ලක්ෂණ මොනවාද ?

අභ්‍යාස

01. **Time target :** 2 minutes

සයිරනය හඬවමින් ගමන් ගන්නා ගිලන් රථයක් ඔබ වෙතට එන විට 560 Hz සංඛ්‍යාතයක්ද ඔබව පසු කර යන විට 480 Hz සංඛ්‍යාතයක්ද ඇසේ. වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය 343 ms^{-1} නම් ගිලන් රථයේ වේගය ගණනය කරන්න.

02. **Time target :** 4 minutes

A ට 400 Hz සංඛ්‍යාතයක් ඇති ධ්වනි ප්‍රභවයක්ද B ට 410 Hz සංඛ්‍යාතයක් ඇති ධ්වනි ප්‍රභවයක් ද සපයා ඇත. A ස්ථාවරව සිටියදී ඔහුගෙන් බැහැරට B, 1 ms^{-1} ප්‍රවේගයකින් ගමන් කරයි. ධ්වනියේ ප්‍රවේගය 330 ms^{-1} ලෙස ගත් කළ A ටත් B ටත් තත්පරයට කවර නුගැසුම් සංඛ්‍යාවක් ඇසෙයිද ?

03. **Time target :** 3 minutes

500 Hz ස්වරයක් පිටකරන නලාවක් 1.5 ms^{-1} ප්‍රවේගයකින් ස්ථාවර නිරීක්ෂකයෙකු ලඟ සිට පැතලි බිත්තියක් දෙසට ලම්බ ලෙස චලනය වෙයි. තත්පරයට කවර නුගැසුම් ගණනක් නිරීක්ෂකයාට ඇසෙයිද ?
(ධ්වනියේ ප්‍රවේගය 336 ms^{-1} ලෙස ගෙන සුළඟක් නැතැයි සලකන්න)

04. **Time target :** 3 minutes

ස්ථාවර ප්‍රභවයක් මගින් පිට කරන රතු ආලෝකය, කොළ පැහැයෙන් පෙනෙන ලෙස පුද්ගලයෙකුට එම ප්‍රභවය වෙත දිව යාහැකිදැයි සොයන්න. රතු හා කොළ වර්ණ සඳහා තරංග ආයාම පිළිවෙලින් 6200 A^0 හා 5400 A^0 වන අතර ආලෝකයේ ප්‍රවේගය 3×10^8 ms^{-1} වේ.

05. **Time target :** 3 minutes

ඈත ඇති තරුවක විමෝචන වර්ණාවලියේ එක්තරා රේඛාවක තරංග ආයාමය 600.80 nm සේ මැනේ. එහි නියම තරංග ආයාමය 600.00 nm වේ.

i. තරුව චලනය වන්නේ නිරීක්ෂකයා දෙසටද ? ඔහුගෙන් ඉවතටද ?
ii. තරුවේ වේගය ගණනය කරන්න. (ආලෝකයේ ප්‍රවේගය 3.0×10^8 ms^{-1})

06. **Time target :** 4 minutes

කර්මාන්ත ශාලාවක සයිරන් නලාවකින් නිකුත් කරන සංඛ්‍යාතය 300 Hz වේ. මේ අවස්ථාවේ 15 ms^{-1} නියත ප්‍රවේගයකින් උතුරු දෙස සිට සුළඟක් හමයි. දකුණු දෙසින් 20 ms^{-1} ප්‍රවේගයකින් නලාව දෙසට එන සයිකල්කරුවෙකුට ඇසෙන සංඛ්‍යාතය කුමක්ද? සුළඟ වයඹ දෙසින් එම වේගයෙන්ම හමයි නම් සහ සයිකල්කරු උතුරු දෙසින් පැමිණෙන්නේ නම් ඔහුට ඇසෙන සංඛ්‍යාතය කුමක්ද ? නිශ්චල වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය 340 ms^{-1} වේ.

07. **Time target :** 3 minutes

ස්ථාවර ප්‍රභවයක් මගින් පිට කරන තරංග ආයාමය 0.1 m වූ ක්ෂුද්‍ර තරංග ඒ වෙතට ලඟාවන ගුවන් යානයක් මගින් පරාවර්තනය කරයි. විමෝචිත හා නිරීක්ෂිත තරංග මගින් 900 Hz සංඛ්‍යාතයෙන් යුතු නුගැසුම් බිහි කරයි නම් ගුවන් යානයේ ප්‍රවේගය සොයන්න. ක්ෂුද්‍ර තරංග ප්‍රවේගය 3×10^8 ms^{-1} වේ.

08. **Time target :** 2 minutes

එක්තරා පරතරයකින් තැබූ ස්ථාවර ධ්වනි ප්‍රභව දෙකක් තරංග ආයාමය λ වූ ධ්වනි තරංග නිකුත් කරයි. ප්‍රභව දෙක යා කරන රේඛාව ඔස්සේ U ප්‍රවේගයෙන් ගමන් ගන්නා නිරීක්ෂකයෙකුගේ නුගැසුම් සංඛ්‍යාතය $2U / \lambda$ බව පෙන්වන්න.

09. **Time target :** 3 minutes

ළමයෙකු සංඛ්‍යාතය 423 Hz වන නලාවක් පිඹිමින් 1.6 ms^{-1} වේගයෙන් විශාල සුමට බිත්තියක් දෙසට ලම්බකව ගමන් කරයි. ඔහුට තත්පරයකට නුගැසුම් කීයක් ඇසේද ? (වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය 340 ms^{-1} වේ.)

10. **Time target :** 5 minutes

ළමයෙක් 500 Hz සංඛ්‍යාතය නිකුත් කරන විද්‍යුත් නලාවක් එක් කොනකට ගැට ගසා 70 cm ක් දිග ලණුවක් මගින් ඔහුගේ හිස වටා තත්පරයකට පරිභ්‍රමණ 5ක් වන සේ කරකවනු ලැබේ. ඔහුට තරමක් දුරින් සිටින තවත් ළමයෙකුට ඇසිය හැකි උපරිම හා අවම සංඛ්‍යාත මොනවාද ? මෙම දෙවන ළමයාට ඇසෙන සංඛ්‍යාතය, කාලය සමඟ විචලනය වන ආකාරය ප්‍රස්ථාරගත කරන්න. (වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය 340 ms^{-1} වේ.)

11. **Time target :** 3 minutes

සිරසින් 30^0 ක් ඈතට චලනය වන ඔන්චිල්ලාවක ඉන්නා ළමයෙක් 1.0 kHz සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් නළාවක් හඬවයි. ඔන්චිල්ලාව එල්ලා ඇති ලක්ෂයයේ සිට නළාවට දුර 2.0 m වේ. වාතයේ ධ්වනි ප්‍රවේගය 330 ms^{-1} නම් ඔන්චිල්ලාව ඉදිරියේ සිටින ළමයෙකුට ඇසෙන උපරිම හා අවම සංඛ්‍යාත ගණනය කරන්න. දෙවන ළමයාගේ හිස ඔන්චිල්ලාවේ පහළම ලක්ෂ්‍යය හරහා යන තිරස් රේඛාවේ පවතී යැයි සලකන්න.

12. **Time target :** 3 minutes

සංඛ්‍යාතය 512 Hz වන සරසුලක් කම්පනය කර ගොඩනැගිල්ලක මුදුනේ සිටින පුද්ගලයෙකු විසින් නිශ්චලතාවයෙන් අත හරින ලදී. සරසුල නිදහසේ පහලට වැටේ නම් ගොඩනැගිල්ල මුදුනේ සිටින පුද්ගලයාට 480 Hz සංඛ්‍යාතයක් ඇසෙන මෙහොතේදී සරසුලේ පිහිටීම සොයන්න. වාතය තුළ ධ්වනි ප්‍රවේගය 340 ms^{-1} වේ.

13. **Time target :** 3 minutes

රූපයේ දක්වෙන පරිදි ලී ඝනකයකට ශබ්ද විකාශකයක් සවි කර ඊට දුනු නියතය 20 Nm^{-1} වූ සැහැල්ලු දුන්නක් ඈඳා තිබේ. දුන්නේ අනෙක් කෙලවර අචල බිත්තියකට සවි කර ඇත. ලී ඝනකයේ හා ශබ්ද විකාශකයේ මුළු ස්කන්ධය 5 kg වේ. සුමට තලය මත පද්ධතිය සිදු කරන සරල අනුවර්තිය චලිතයේ විස්ථාරය 0.5 m ලෙස සලකා ශබ්ද විකාශනය 440 Hz ශබ්දයක් නිකුත් කරන විට ස්ථාවරව සිටින නිරීක්ෂකයාට ඇසෙන උපරිම හා අවම සංඛ්‍යාත සොයන්න. වාතය තුල ධ්වනි වේගය 340 ms^{-1} වේ.

14. **Time target :** 4 minutes

අචල ප්‍රභවයකින් සංඛ්‍යාතය f වන ධ්වනි තරංගයක් V_0 ප්‍රවේගයෙන් ප්‍රභවය වෙතට චලිත වන වස්තුවක් වෙතට එල්ල කොට ඇත. වස්තුවට ළඟා වන තරංග වල සංඛ්‍යාතය f^1 නම්,

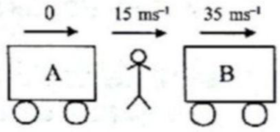
$f^1 - f = \frac{V_0}{V}$ f බව පෙන්වන්න. මෙහි V යනු වාතය තුල ධ්වනි ප්‍රවේගයයි.

$V_0 << V$ නම් වස්තුවෙන් පරාවර්තනය කරනු ලබන තරංගවල නිරීක්ෂිත සංඛ්‍යාතයත් ප්‍රභවය පිටකල සංඛ්‍යාතයත් අතර

වෙනස $\frac{2V_0}{V}$ f බව පෙන්වන්න.

මිනිස් සිරුරක් තුළ රුධිර ධාවන වේගය මැනීම සඳහා උපකරණයක් මගින් 2 MHz සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් අතිධ්වනි තරංග ස්පන්දනයක් රුධිර සෛල මතට වැදී පරාවර්තනය වීමට සලස්වනු ලැබේ. උපකරණය මගින් ම අනාවරණය කරගනු ලැබූ පරාවර්තිත තරංගවල සංඛ්‍යාතය 0.2kHz වලින් වැඩි වී ඇති බව පෙනුනි. සෛලවල ගමන් මාර්ගය ධ්වනි තරංග ප්‍රචාරණය වන දිශාවට 60^0 කෝණයකින් ආනතව ඇතැයිද ජේශීන් තුල අතිධ්වනි තරංග වල වේගය 1500 ms^{-1} ලෙසද සලකා රුධිර ධාවන වේගය සොයන්න. රුධිර සෛල ගමන් කරන්නේ උපකරණය වෙතටද ? ඉන් ඉවතටද ? ජේශීන් තුළ ධ්වනි ප්‍රවේගය හා සසඳන විට රුධිර සෛල වල ප්‍රවේගය ඉතා කුඩාය.

15. රූපයේ දක්වෙන A හා B දුම්රිය දෙකෙහි නලාවල සංඛ්‍යාතය 392 Hz වේ. A නිශ්චලව තිබියදී A ගෙන් බැහැරට B, 35 ms^{-1} ප්‍රවේගයෙන් ගමන් කරයි. A හා B අතර සිටින නිරීක්ෂකයෙකු 15 ms^{-1} ප්‍රවේගයෙන් A සිට B දෙසට ගමන් ගනී. වාතය තුල ධ්වනි ප්‍රවේගය 340 ms^{-1} ලෙස ගන්න.



i. A නිසා නිරීක්ෂකයාට ඇසෙන සංඛ්‍යාතයත්

ii. B නිසා නිරීක්ෂකයාට ඇසෙන සංඛ්‍යාතයත්

iii. නිරීක්ෂකයාට ඇසෙන නුගැසුම් සංඛ්‍යාතයත් සොයන්න.

16. **Time target :** 5 minutes

A හා B නැමැති සබ්මැරීන දෙකක් ජලය තුළ එකිනෙක දෙසට ගමන් කරමින් තිබේ. A හි වේගය 10 ms^{-1} වන අතර B හි වේගය 20 ms^{-1} වේ. A මගින් 1400 Hz සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් සෝනාර් තරංගයක් නිකුත් කරනු ලැබේ. ජලය තුල ධ්වනි වේගය 1500 ms^{-1} ලෙස ගන්න.

i. B හි සිටින්නෙකු විසින් අනාවරණය කර ගන්නා සංඛ්‍යාතය සොයන්න.

ii. A හා B එකිනෙකෙහි නොගැටී ඉතා ආසන්නයෙන් ගමන් ගනී නම් එකිනෙක පසු කරන මෙහොතේදී B හි සිටින්නෙකුට දැනෙන සංඛ්‍යාත වෙනස සොයන්න.

iii. A හා B එකිනෙකා දෙසට ගමන් කරන අවස්ථාවේදී A ගෙන් නිකුත් කල ශබ්දය B හි වැදී කොටසක් පරාවර්තනය වේ. A හි සිටින්නෙකු මෙම පරාවර්තිත ශබ්දය අනාවරණය කරගන්නේ නම් එහි සංඛ්‍යාතය කොපමණද ?

17. **Time target :** 4 minutes

ගොදුරක් දෙසට 36 $km\,h^{-1}$ වේගයෙන් පියඹා යන වවුලකු 66 kHz සංඛ්‍යාතයෙන් යුතු අති - ධ්වනි තරංගයක් නිකුත් කරයි. පරාවර්තනය වී එන තරංගයේ සංඛ්‍යාතය, නිකුත් කල තරංගයේ සංඛ්‍යාතයට වඩා 200 Hz වැඩි නම් ගොදුර පියාඹන වේගය සොයන්න. ගොදුර පියාඹනුයේ වවුලා දෙසටද නැතිනම් වවුලාගෙන් ඉවතටද ? වාතය තුල අති - ධ්වනි තරංගවල ප්‍රවේගය 340 ms^{-1} ලෙස ගන්න.

18. **Time target :** 4 minutes

f' සංඛ්‍යාතයෙන් යුත් අති - ධ්වනි තරංග නිකුත් කරන වවුලෙකු v' ප්‍රවේගයෙන් ගොදුරක් දෙසට පියඹා යයි. ගොදුර, වවුලා දෙසට ගමන් කරන්නේ නම් හා ඉන් පරාවර්තනය කෙරෙන තරංගවල වවුලා විසින් නිරීක්ෂක සංඛ්‍යාතය f'' නම්

ගොදුර චලනය වන ප්‍රවේගය $v\left[\dfrac{f''(v-v')-f'(v+v')}{f''(v-v')+f'(v+v')}\right]$ මගින් දෙනු ලබන බව පෙන්වන්න.

මෙහි v යනු වාතය තුල අති ධ්වනි තරංග ප්‍රවේගයයි.

19. **Time target :** 4 minutes

10 ms^{-1} ප්‍රවේගයකින් ගමන් කරන රථයක් 500 Hz සංඛ්‍යාතයකින් යුතු එහි නලාව හඬවයි. එවිට එම රථය පිටුපසින් 20 ms^{-1} ක ප්‍රවේගයනින් ඒ දෙසටම ගමන් කරන දෙවන රථයකට එම නලා හඬ ඇසෙයි. තවද එම හඬ දෙවැනි රථයට ඉදිරියේ ඇති පාලම් හිසකින් පරාවර්තනය විමෙන්ද ඇසෙයි. දෙවැනි රථයේ රියැදුරුට ඇසෙන සංඛ්‍යාත මොනවාද ? වාතය තුල ධ්වනි ප්‍රවේගය 340 ms^{-1} ලෙස ගන්න.

20. **Time target :** 5 minutes

එකිනෙකෙහි ප්‍රවේගය 34 ms^{-1} වන දුම්රිය දෙකක් සමාන්තර දුම්රිය මාර්ග දෙකක් දිගේ එකිනෙක දෙසට ගමන් කරයි. එක් දුම්රියක් එහි නලාවෙන් 500 Hz සංඛ්‍යාතයෙන් යුතු ශබ්දයක් නිකුත් කරයි. අනෙක් දුම්රියේ රියදුරාට ඇසෙන සංඛ්‍යාතය කුමක්ද? දුම්රිය මාර්ගයට සමාන්තරව 15 ms^{-1} ක වේගයෙන් දෙවන දුම්රිය දෙසට හමන සුළඟක් නිසා ඉහත ගණනය කරන ලද සංඛ්‍යාතය වෙනස් වන්නේ ද ? එසේ නම් එය කොපමණද ? සුළඟ ප්‍රතිවිරුද්ධ දෙසට හමයි නම් පිළිතුර කුමක් වනු ඇත් ද ?
(නිශ්චල වාතය තුල ධ්වනි ප්‍රවේගය = 340 ms^{-1} වේ.)

21. **Time target :** 3 minutes

ගුවන් යානයක් මගින් නිපදවන පීඩන තරංගයට අනුරූප මැක් කේතුවේ ශීර්ෂ කෝණය 62^0 ක් නම් ඊට අනුරූප මැක් අංකය සොයන්න. තවද වාතය තුල ධ්වනි වේගය $330\ ms^{-1}$ නම් ගුවන් යානයේ වේගයද සොයන්න.

22. **Time target :** 3 minutes

නයිට්‍රජන් වායුව තුලින් ප්‍රක්ෂිප්තයක් $418\ ms^{-1}$ වේගයෙන් ගමන් කරන විට ජනනය වන පීඩන තරංගයේ අර්ධ කෝණය 53^0 ක් නම් නයිට්‍රජන් වායුව තුල ධ්වනි වේගය සොයන්න.

23. **Time target :** 4 minutes

මැක් අංකය 1.5 වූ වේගයකින් 5000 m ක් ඉහලින් පියාසර කරන ගුවන් යානයක් $t = 0$ දී පොළොව මත සිටින ඔබගේ හිසට ඉහලින් ගමන් කලේ යැයි සිතන්න. ස්වනික ගිගුරුම ඔබට ඇසෙන්නේ කොපමණ කාලයකට පසුද ? වාතයේ ධ්වනි වේගය $330\ ms^{-1}$ ලෙස ගන්න.

24. **Time target :** 4 minutes

5^0C ක උෂ්ණත්වයේදී වාතය තුල ධ්වනි වේගය මෙන් දෙගුණයක වේගයෙන් ගමන් ගන්නා ගුවන් යානයක් මගින් ජනිත කරන ස්වනික ගිගුරුම පොළොව මත සිටින්නෙකුට ඇසෙන්නේ ගුවන් යානය ඔහුගේ හිසට ඉහලින් ගමන් කිරීමෙන් මිනිත්තුවකට පසු නම් ගුවන් යානය ගමන් කල උස සොයන්න. පරිසර උෂ්ණත්වය 30^0C බවත් 30^0 දී වාතය තුල ධ්වනි වේගය $330\ ms^{-1}$ බවත් සලකන්න.

25. i. 90 dB ශබ්දයක්, 40 dB ශබ්දයකට වඩා කී ගුණයක් තීව්‍රවේද ?
ii. ශබ්දයක තීව්‍රතාව 10^5 ගුණයකින් වැඩිකළ විට එහි තීව්‍රතා මට්ටම කොපමණකින් වැඩි වේද ?
iii. යම් ශබ්දයක ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම තවත් ශබ්දයක ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටමට වඩා 8 dB ප්‍රමාණයකින් අඩුවේ නම් ශබ්ද දෙකේ ධ්වනි තීව්‍රතා අතර අනුපාතය සොයන්න.

26. **Time target :** 4 minutes

ලක්ෂීය ධ්වනි ප්‍රභවයක තීව්‍රතාව I වේ. එම ප්‍රභවය පවතින ස්ථානයේ තවත් එවැනිම ප්‍රභව 99 ක් තබන ලදී. එවිට දෙන ලද ලක්ෂයක ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම කොපමණ ප්‍රමාණයකින් වෙනස් වේද ?

EDU ZONE OFFICIAL

27. **Time target :** 2 minutes

වෘත්තයක පරිධිය මත සර්වසම යන්ත්‍ර 10 ක් තබා ඒවා එකම ශබ්දය නිකුත් කරන පරිදි ක්‍රියාත්මක කරනු ලැබේ. වෘත්ත කේන්ද්‍රයේ තීව්‍රතා මට්ටම 1B ප්‍රමාණයකින් අඩු කිරීම සඳහා ක්‍රියා විරහිත කළයුතු යන්ත්‍ර සංඛ්‍යාව සොයන්න.

28. **Time target :** 3 minutes

කලබලකාරී වීථියක ශබ්දයේ තීව්‍රතා මට්ටම 70 dB විය. එම වීථියට ඉහලින් පියාසර කළ ගුවන් යානයක් මගින් 80 dB ක් ඊට එක්විනි නම්, වීථියේ නව ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම සොයන්න.

29. **Time target :** 3 minutes

මිනිසෙකුගේ මුඛය ආසන්න වශයෙන් 3 cm අරයකින් යුත් විවරයක් ලෙස සලකා 70 dB පමණ තීව්‍රතා මට්ටමක් ඇතිවන ලෙස වේගවත් කථාවක් කරනා කථිකයෙකුගේ මුවින් විනාඩියකදී පිටවන ශක්තිය ජූල් වලින් සොයන්න.

30. **Time target :** 2 minutes

එක්තරා ධ්වනි ප්‍රභවයක සිට 4 m දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම 40 dB විය. ප්‍රභවයේ ප්‍රතිදාන ක්ෂමතාව කොපමණද ?

31. **Time target :** 3 minutes

ධ්වනි තරංග ප්‍රචාරණය වන දිශාවට 60^0 ක් ආනතව තෝරාගත් $5\ cm^2$ ක වර්ගඵලයක් හරහා විනාඩියකදී 1 mJ ක ශක්ති ප්‍රමාණයක් ප්‍රචාරණය වේ නම් එම ස්ථානයේ තීව්‍රතා මට්ටම සොයන්න.

32. **Time target :** 2 minutes

ලක්ෂ්‍යාකාර ධ්වනි ප්‍රභවයක සිට 8 m දුරින් නිරීක්ෂකයෙකු සිටී. ටික වේලාවකට පසු ප්‍රභවයේ ක්ෂමතාව හරි අඩක් විය. නිරීක්ෂකයාට මුලින් දුනුනු හඬට සමාන හඬක් ඇසීමට දැන් ඔහු සිටිය යුත්තේ ප්‍රභවයට කොතරම් ඈතින්ද?

33. **Time target :** 3 minutes

යම් ක්ෂමතාවයකින් ක්‍රියා කරන කුඩා ශබ්ද විකාශන යන්ත්‍රයක සිට 2 m දුරකදී ධ්වනි තීව්‍රතාව $1\ Wm^{-2}$ වේ. යන්ත්‍රයේ ක්ෂමතාව දෙගුණ කළ හොත් එහි සිට 4 m දුරකදී ධ්වනි තීව්‍රතාවත්, තීව්‍රතා මට්ටමත් සොයන්න.

34. **Time target :** 4 minutes

තරංගයක තීව්‍රතාව I ,
$I = uv$ යන සමීකරණය මගින් දෙනු ලැබේ. මෙහි u යනු සලකා බලන ස්ථානයේ ඒකක පරිමාවක තරංග ශක්තිය වන අතර v යනු තරංග ප්‍රවේගයයි.

i. $I = uv$ සමීකරණය මාන වශයෙන් නිවැරදි බව පෙන්වන්න.

ii. ක්ෂමතාව 50 000W වූ ලක්ෂීය ප්‍රභවයක් මගින් රේඩියෝ තරංග නිකුත් කරනු ලබයි. ඒවායේ වේගය $3 \times 10^8\ ms^{-1}$ ලෙස සලකා ප්‍රභවයේ සිට 480 km දුරින් වූ ස්ථානයක u හි අගය සොයන්න.

35. **Time target :** 4 minutes

ක්ෂමතාව 30 W වන ලක්ෂීය ප්‍රභවයක සිට 200 m ක් දුරින් වූ ස්ථානයක තබා ඇති කුඩා මයික්‍රෝෆෝනයකට ශබ්ද තරංග වලට ලම්බක $0.75\ cm^2$ ක වර්ගඵලයක් ඇතැයි සලකා පහත ඒවා සොයන්න.

i. මයික්‍රෝෆෝනය පිහිටි ස්ථානයේ ධ්වනි තීව්‍රතාව

ii. එම ස්ථානයේ ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම

iii. මයික්‍රෝෆෝනය මත ධ්වනි ශක්තිය පතනය වන සීඝ්‍රතාව

MCQ

Paper - 4

Time target : 30 minutes

01. සංඛ්‍යාතය 1000 Hz ට අනුරූප ශ්‍රව්‍යතා දේහලිය (threshold of hearing) සඳහා තීව්‍රතාව 10^{-13} $mWcm^{-2}$ වේ. 120dB තීව්‍රතා මට්ටමක් ඇති 1000 Hz ධ්වනිය මගින් 1 cm^2 හරහා ශක්තිය සම්ප්‍රේෂණය වන සීඝ්‍රතාව දළ වශයෙන්,

1. 6.0×10^{-6} W 2. 2.0×10^{-6} W 3. 3.0×10^{-5} W 4. 1.0×10^{-5} W 5. 1×10^{-4} W

02. ලේසර් කිරණ නිපදවීම සඳහා පහත සඳහන් තත්ත්වයන් අතරින් කිනම් තත්ත්වය / තත්ත්වයන් අවශ්‍ය වන්නේද?

A. ගහන අපවර්තනය
B. ලේසර් මාධ්‍යයට ශක්ති මට්ටම් දෙකකට වඩා තිබීම.
C. අවම වශයෙන් එක් මිත ස්ථායී ශක්ති මට්ටමක් තිබීම.

මින් සත්‍ය වන්නේ,

1. A පමණි. 2. B පමණි. 3. B හා C පමණි. 4. A හා B පමණි.
5. සියල්ලම සත්‍ය වේ.

03. මැච් (Mach) අංකය 3 ක් වූ උත්ස්වනික ජෙට් (Super Sonic Jet) යානයක වේගය වන්නේ,
(එම උසේදී වාතයේ ධ්වනි වේගය 300 ms^{-1} ලෙස ගන්න.)

1. 100 ms^{-1} 2. 300 ms^{-1} 3. 600 ms^{-1} 4. 900 ms^{-1} 5. 1200 ms^{-1}

04. ලේසර් කිරණ සාමාන්‍ය ආලෝකයෙන් වෙනස් වන ලක්ෂණයක් වන්නේ,

1. වර්තනය 2. විවර්තනය 3. පරාවර්තනය 4. සමවාරී වීම 5. වේගය

05. උත්තේජිත විමෝචනයේදී නිකුත් වන ෆෝටෝන පිළිබඳව අසත්‍ය ප්‍රකාශය තෝරන්න.

1. උත්තේජනය සඳහා උපයෝගී වන ෆෝටෝනවල සංඛ්‍යාතයට සමාන සංඛ්‍යාතයක් ඇති ෆෝටෝනයක් නිකුත් වේ.
2. උත්තේජනය සඳහා උපයෝගී වන ෆෝටෝනය, උත්තේජනය හේතුකොට ගෙන නිකුත් වූ ෆෝටෝනය සමග සමවරී වේ.
3. උත්තේජනයට උපයෝගී වූ ෆෝටෝනයත් , උත්තේජිත ෆෝටෝනයත් එකම දිශාවේ ගමන් කරයි.
4. උත්තේජනයට උපයෝගී වූ ෆෝටෝනයත් , උත්තේජිත ෆෝටෝනයත් එකම ධ්‍රැවණ අවස්ථාවක පිහිටයි.
5. උත්තේජනයට උපයෝගී වූ ෆෝටෝනයට වඩා උත්තේජිත ෆෝටෝනයේ ශක්තිය වැඩි වේ.

06. විද්‍යුත් චුම්බක කිරණ පදාර්ථය මගින් අවශෝෂණය කළ විට පහත සඳහන් ක්‍රියාවලි සිදු වේ යැයි යෝජනා කෙරේ.

A. සැමවිටම ඉහළ ශක්ති මට්ටම් එකක පමණක් ගහනය වැඩි විය හැක.
B. ඉහළ ශක්ති මට්ටම් කිහිපයක ගහනය වැඩි විය හැක.
C. මෙහිදී සිදුවන ස්වයං සිද්ධ විමෝචනය බාහිරඋත්තේජනයකින් තොරව සිදුවන ක්‍රියාවලියකි.

ඉහත ප්‍රකාශවලින් සත්‍ය ප්‍රකාශය / ප්‍රකාශ වනුයේ,

1. A පමණි. 2. B පමණි. 3. A හා B පමණි. 4. B හා C පමණි.
5. A, B හා C සියල්ලම.

07. ලක්ෂීය ධ්වනි ප්‍රභවයක සිට r දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක විස්ථාරය A නම් 2r දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍යයක විස්ථාරය වන්නේ,

1. 2A 2. A 3. A / 2 4. A / 4 5. A / 8

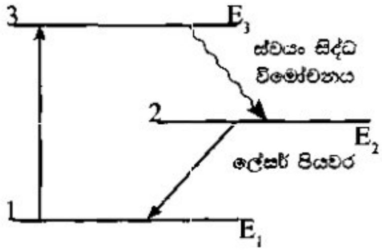
08. S_1 හා S_2 නම් සර්වසම ධ්වනි තරංග දෙකක් P ලක්ෂ්‍යයේදී එකම කලාවෙහි පිහිටයි. P හි සම්ප්‍රයුක්ත ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම, S_1 මගින් පමණක් ඇති කරන ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටමට වඩා n dB ප්‍රමාණයක් වැඩි නම් n හි අගය වනුයේ ($\log_{10} 4 = 0.6$)

1. 2 2. 4 3. 5 4. 6 5. 8

09. ලේසර් පිළිබඳව පහත කර ඇති ප්‍රකාශ වලින් අසත්‍ය ප්‍රකාශය වන්නේ,

1. ලේසර් නිපදවන්නේ උත්තේජිත විමෝචනය, ස්වයංසිද්ධ විමෝචනය ඉක්මවා ගිය විටය.
2. ලේසර් සමචාරී වේ.
3. ඒවා ඒක වර්ණ වේ.
4. නිර්මාණකාරී නිරෝධනය නිසා ඒවායේ විස්ථාරය වැඩිවේ.
5. වැඩිම ක්වොන්ටම් ශක්තිය ඇත්තේ ලේසර් වලටය.

10. පහත දී ඇති පද්ධතියේ,



$E_1 = -6.50$ eV $E_2 = -4.65$ eV $E_3 = -2.32$ eV

මෙමගින් නිකුත් වන ලේසර් ෆෝටෝනවල තරංග ආයාමය වනුයේ ($h = 6.63 \times 10^{-34}$ Js, $1\text{eV} = 1.6 \times 10^{-19}$ J, $c = 3.0 \times 10^{8}$ m/s)

1. 2.336×10^{-7} m 2. 6.707×10^{-7} m 3. 13.414×10^{-7} m 4. 2.683×10^{-6} m 5. 5.366×10^{-6} m

11. ලේසර් කිරණ නිපදවන යන්ත්‍රයක ලේසර් නලයේ දෙපැත්තේ සවි කරනු ලබන තල දර්පණවල ක්‍රියාකාරීත්වය හා සම්බන්ධවන භෞතික විද්‍යාවේ සංසිද්ධිය වනුයේ,

1. ධ්‍රැවණය 2. විවර්තනය 3. අනුනාදය 4. ගහන අපවර්තනය 5. අවශෝෂණය

12. පාදයක දිග 1 m වූ සමචතුරස්‍රයක ශීර්ෂවල සර්වසම යන්ත්‍ර 4 ක් තබා එකම ශබ්දය නිකුත් කරන පරිදි ක්‍රියාත්මක කරනු ලැබේ. එක් යන්ත්‍රයක් ක්‍රියා විරහිත කලහොත් කේන්ද්‍රයේ ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම වෙනස් වන ප්‍රමාණය වන්නේ,
($\log_{10} 2 = 0.3$ හා $\log_{10} 3 = 0.48$)

1. 1.2 B 2. 1.8 B 3. 0.12 B 4. 0.18 B 5. 0.16 B

13. සුපර් සොනික් තත්ව යටතේ පියාසර කරන ගුවන්යානයක් සඳහා මැක් අංකය 1.5 කි. යානය 3 ms^{-2} ක නියත ත්වරණයක් පවත්වා ගනී නම් එම මොහොතේ සිට මැක් අංකය 2 වීමට ගතවන කාලය
(වාතය තුල ධ්වනි ප්‍රවේගය 300 ms^{-1})

1. 1.5 s 2. 10 s 3. 50 s 4. 2.5 s 5. 4 s

14. අහසේ ගමන් කරමින් පැවති කුඩා ගුවන් යානයක් එකවර පුපුරා යයි. පිපිරීම ඇති වූ ස්ථානයේ සිට 100 m සහ 10 km ඈතින් වූ ස්ථාන දෙකක ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම් අතර වෙනස වන්නේ ඩෙසිබෙල වලින්

1. 2 2. 4 3. 8 4. 40 5. 100

15. ලේසර් නලයක දෙපැත්තේ ඇති පරාවර්තක (තල දර්පණ) දෙක පිළිබඳව කර ඇති පහත ප්‍රකාශ සලකා බලන්න.

A. ඒවා ලේසර් නලය තුළ පවතින ලේසර් ෆෝටෝන ඝනත්වය වැඩි කිරීම සඳහා උපකාරී වේ.
B. ඒවා එකක් හරහා ලේසර් කිරණ කදම්බය ආංශික ලෙස පිටතට ගැනීම සිදු කරයි.
C. එම දර්පණ දෙකම ලේසර් කිරණ ආංශික ලෙස පිටතට සම්ප්‍රේෂණය කරයි.

මින් නිවැරදි වන්නේ,

1. A පමණි. 2. B පමණි. 3. C පමණි. 4. A හා B පමණි. 5. A හා C පමණි.

16. ලේසර් කිරණවල භාවිතයන් නොවන්නේ,

1. අක්ෂි ශල්‍යකර්ම
2. රසායනික විද්‍යා විශ්ලේෂණ
3. පණිවුඩ හුවමාරුව
4. නිවෙස් අලෝකනය
5. සංගත තැටි තොරතුරු කියැවීම.

17. ලේසර් කිරණ වලින් සිදුවිය හැකි හානිය පිළිබඳ වැරදි ප්‍රකාශය තෝරන්න.
1. බොහෝ විට හානිය සිදුවන්නේ ජනනය වන තාපය හේතුවෙනි.
2. දී ඇති ඕනෑම ඇස් ආවරණයක් සියලුම ලේසර් වර්ග සඳහා යෝග්‍ය වේ.
3. හානිය දරුණු වන්නේ එක එල්ලේ බැලීමෙනි.
4. පරාවර්තිත කිරණද හානිදායක විය හැක.
5. පාරදෘෂ්‍ය ඕනෑම විදුරු වර්ගයකින් ඕනෑම ලේසර් කිරණ වර්ගයක් කපා දැමිය හැක.

18. මිනිසෙකු කථා කරන විට 1 m ක් ඈතින් වූ තැනක ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම 40 dB වේ. ශ්‍රව්‍යතා දේහලිය තීව්‍රතා මට්ටම 20dB නම් මිනිසා කථා කරන ශබ්දය පැහැදිලිව ඇසෙන උපරිම දුර වන්නේ,
1. 2 m 2. 5 m 3. 10 m 4. 15 m 5. 20 m

19. නියත ක්ෂමතාවක් සහිත ලක්ෂීය ධ්වනි ප්‍රභවයක සිට r_1 හා r_2 දුරින් පිහිටි ලක්ෂ්‍ය දෙකක ධ්වනි තීව්‍රතා මට්ටම් අතර වෙනස 3 dBකි. r_1 / r_2 හි අගය වනුයේ, ($\log_{10} 2 = 0.3$)
1. 1/2 2. $1/\sqrt{2}$ 3. 1/4 4. 2/3 5. $2/\sqrt{3}$

20. සංදර්ශනයකදී එක් වයලිනයක් වාදනය කල විට කිසියම් දුරක සිටින ශ්‍රාවකයෙකුට 60 dB තීව්‍රතා මට්ටමක් දැනේ. ඔහුට වේදනාවක් ගෙන දෙන තීව්‍රතා මට්ටමක් බිහි කිරීමට වාදනය කල යුතු සර්වසම වයලින අවම සංඛ්‍යාව වන්නේ,
1. 10^3 2. 10^4 3. 10^5 4. 10^6 5. 10^7

පිළිතුරු - අභ්‍යාස

01. 26.4 ms^{-1}	02. A : 8.76 B : 11.21	03. 4.4	04. 4.4 × 10^7 ms^{-1}
05. i. ඉවතට	ii. 4 × 10^5 ms^{-1}	06. 316.9 Hz, 318.2 Hz	07. 45 ms^{-1}
09. 4	10. 535 Hz, 470 Hz	11. 1007 Hz, 993 Hz	12. 25.7 m
13. 441.3 Hz, 438.7 Hz	14. 0.15 ms^{-1}		
15. i. 340 Hz	ii. 345 Hz	iii. 10	iv. 325.3 Hz
16. i. 1428 Hz	ii. 56 Hz	iii. 1457 Hz	
17. 9 ms^{-1}, ඉවතට	19. 514.3 Hz, 545.5 Hz	20. 611 Hz, 605.9 Hz, 616.8 Hz	
21. 1.94, 640.2 ms^{-1}	22. 333.8 ms^{-1}	23. 11.3 s	24. 23213 m
25. 0 dB, 120 dB	26. i. 10^5	ii. 50 dB	iii. $10^{0.8}$
27. 9	28. 80.4 dB	29. 28.3 × 10^{-9} J	30. 2 × $\overline{10}^{-6}$ W
31. 105.85 dB	32. $4\sqrt{2}$ m	33. 0.5 Wm^{-2}, 116.98 dB	34. 5.76 × 10^{-17} Jm^{-3}
35. i. 5.96 × 10^{-5} Wm^{-2}	ii. 77.76 dB	iii. 4.47 × 10^{-9} W	