

# ଧ୍ବନି (SOUND)



ପ୍ରତିଦିନ ସକାଳୁ ରାତିଯାଏ ଆମେମାନେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଧ୍ବନି ଶୁଣୁଥାଉ । ସେ ଧ୍ବନି ଘରେ ବିଭିନ୍ନ ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କଥୋପକଥନ ହୋଇପାରେ କିମ୍ବା ଟେଲିଫୋନ୍, ରେଡ଼ିଓ, ଟେଲିଭିଜନ ଇତ୍ୟାଦିରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ ବା ମନ୍ଦିରରେ ବାଜୁଥିବା ଘଣ୍ଟାର ଶବ୍ଦ ହୋଇପାରେ । ବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଶିକ୍ଷକ ଓ ସାଙ୍ଗସାଥୀମାନଙ୍କର ସ୍ବର ସହ ତୁମେ ବେଶ୍ ପରିଚିତ । ରାସ୍ତାରେ ଗଲାବେଳେ ସ୍କୁଟର, ମୋଟର ସାଇକେଲ, ଟ୍ରକ, କାର, ବସ୍ ଇତ୍ୟାଦିରୁ ନିଃସ୍ବତ ଶବ୍ଦ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ଶୁଣିଛ । ଆକାଶରେ ପକ୍ଷୀର କାକଳି ତଥା ଉଡ଼ାଜାହାଜର ଧ୍ବନି ସହ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ପରିଚିତ । ଧ୍ବନି ହେଉଛି ଶକ୍ତିର ଏକ ରୂପ । ଧ୍ବନି ଶକ୍ତି କାନରେ ଶୁଣିବାର ଏକ ଇନ୍ଦ୍ରିୟାନୁଭୂତି ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଫଳରେ ଆମେ ଧ୍ବନିକୁ ଶୁଣିପାରୁ । ଧ୍ବନିକୁ ଛାଡ଼ି ତୁମେ ଜାଣିଥିବା ଅନ୍ୟ ଶକ୍ତିଗୁଡ଼ିକ ହେଲା - ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି, ତାପ ଶକ୍ତି, ଆଲୋକ ଶକ୍ତି ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି ଇତ୍ୟାଦି । ତୁମେ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି ବିଷୟରେ ପୂର୍ବ ଅଧ୍ୟାୟରେ ପଢ଼ିଛ । ସେଠାରେ ତୁମକୁ ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ ନିୟମ ବିଷୟରେ କୁହାଯାଇଛି । ସେହି ନିୟମଟି ହେଲା- “ଆମେ ଶକ୍ତିକୁ ସୃଷ୍ଟି କରି ପାରିବା ନାହିଁ କି ବିନାଶ କରି ପାରିବା ନାହିଁ । ଏହା କେବଳ ଗୋଟିଏ ରୂପରୁ ଅନ୍ୟ ଏକ ରୂପକୁ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୋଇଥାଏ ।”

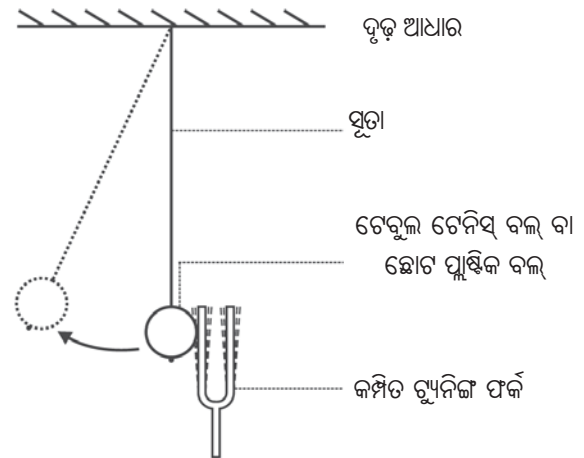
ତୁମେ ଯେତେବେଳେ ତାଳିମାରୁଛ ସେତେବେଳେ ତୁମେ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି କରୁଛ । ତୁମର ଶକ୍ତିକୁ ବିନିଯୋଗ ନକରି ତୁମେ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି କରି ପାରିବ କି ? ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଧ୍ବନି କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ଏହା କିପରି ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ ଓ ଆମେ କାନଦ୍ବାରା କିପରି ଏହାକୁ ଶୁଣୁ ଏ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

## 9.1 ଧ୍ବନିର ସୃଷ୍ଟି

### (Production of Sound)

#### ତୁମପାଇଁ କାମ : 9.1

ଗୋଟିଏ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କ ନିଅ । ଏହାର ଗୋଟିଏ ଶାଖାକୁ ଉପର ପ୍ୟାଡ଼ରେ ଆଘାତ କରି କମ୍ପିତ କର ଓ ତୁମ କାନ ପାଖରେ ରଖ । ତୁମେ କୌଣସି ଧ୍ବନି ଶୁଣି ପାରୁଛ କି ? କଂପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଗୋଟିଏ ଶାଖାକୁ ତୁମ ଆଙ୍ଗୁଠି ଦ୍ବାରା ସ୍ପର୍ଶ କର । କ’ଣ ସ୍ପର୍ଶାନୁଭୂତି ହେଲା ? ତୁମର ଅନୁଭୂତିକୁ ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ଗହଣରେ ଆଲୋଚନା କର ।



ଚିତ୍ର 9.1 ଝୁଲୁଥିବା ବଲକୁ କମ୍ପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖା ସ୍ପର୍ଶ କରୁଛି

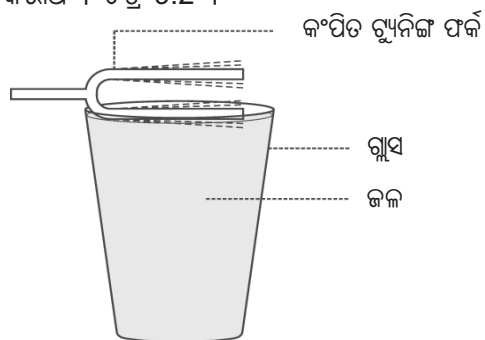
ଚିତ୍ର 9.1ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ ଟେନିସ ବା ଛୋଟ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବଲକୁ ସୂତାରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରି ଏକ ଦୃଢ଼ ଆଧାରରୁ ଶକ୍ତି ଭାବରେ ଝୁଲାଇ ରଖ ।

(ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଛୁଞ୍ଚି ଏବଂ ଖଣ୍ଡେ ସୂତା ନିଅ । ଏହାର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତରେ ଗୋଟିଏ ଗଣ୍ଡି ପକାଅ ଏବଂ ଛୁଞ୍ଚି ସାହାଯ୍ୟରେ ସୂତାକୁ ବଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ଭର୍ତ୍ତି କର ।)

ଏକ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଗୋଟିଏ ଶାଖା (prong)କୁ ରବର ପ୍ୟାଡ୍‌ରେ ଆଘାତକରି କମ୍ପିତ କର । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କମ୍ପିତ ଶାଖାକୁ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବଲ୍‌ରେ ସ୍ପର୍ଶ କରାଅ । କ'ଣ ଦେଖିଲ ? କ'ଣ ହେଉଛି ସାଙ୍ଗଫାନଙ୍କୁ ଦେଖାଅ ଏବଂ ଆଲୋଚନା କର ।

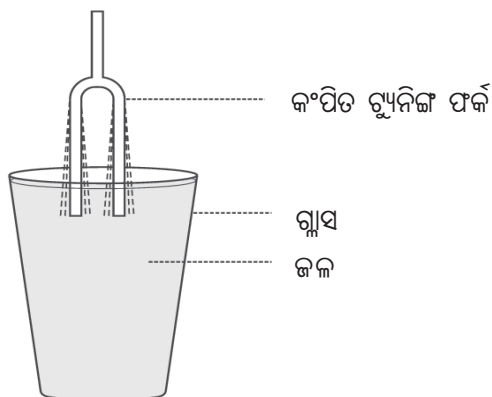
### ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.2

ଗୋଟିଏ କାଚ ଗ୍ଲାସ ନେଇ ସତର୍କତା ସହ ଏହାର ମୁହଁ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଜଳ ଭର୍ତ୍ତି କର । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଗୋଟିଏ କମ୍ପିତ ଶାଖାକୁ ସାବଧାନତା ସହକାରେ ଜଳ ପୃଷ୍ଠରେ ସ୍ପର୍ଶ କରାଅ । ଚିତ୍ର 9.2 ।



ଚିତ୍ର 9.2 କମ୍ପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଏକ ଶାଖା  
ଜଳ ପୃଷ୍ଠକୁ ସ୍ପର୍ଶ କରୁଛି

ତାହାପରେ କଂପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଉଭୟ ଶାଖାକୁ ଚିତ୍ର 9.3ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ାଅ । ଉଭୟ କ୍ଷେତ୍ରରେ କ'ଣ ହେଉଛି ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ? ଏପରି କାହିଁକି ହେଉଛି, ସାଙ୍ଗଫାନଙ୍କ ସହ ଆଲୋଚନା କର । ଏଥିରୁ ତୁମେ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଞ୍ଚିଲ ? ଗୋଟିଏ କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁ ବିନା ତୁମେ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି କରିପାରିବ କି ?



ଚିତ୍ର 9.3 ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଉଭୟ  
ଶାଖା ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିଛି

ଏହି ପରୀକ୍ଷାଗୁଡ଼ିକରେ ତୁମେ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଏକ ଶାଖାକୁ ଆଘାତ କରି କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କରିଛ ଏବଂ ଏହି କମ୍ପନରୁ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ସେହିଭଳି କେତେକ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ଯଥା : ସିତାର, ଗିଟାର ଇତ୍ୟାଦିରେ ତାରକୁ ଟାଣି କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କରି ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ତବଲା, ତ୍ରମ ଇତ୍ୟାଦି ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ରର ଚମଡ଼ା ପଟଳକୁ ଘଷି କିମ୍ବା ହାତରେ ବାଡ଼େଇ କମ୍ପିତ କରି ସେଥିରୁ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ବଂଶୀ, ସାହନାଇ, କାହାଳୀ ଇତ୍ୟାଦିରେ ବାୟୁକୁ ଫୁଙ୍କି କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କଲେ ସେଥିରୁ ଧ୍ବନି ନିଃସୃତ ହୁଏ । ଏ ସମସ୍ତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର କମ୍ପନ ହେତୁ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଦ୍ରୁତଗତିରେ ଏକ ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନର ଏକଡ଼-ସେକଡ଼ (to & fro) ହେବାକୁ କମ୍ପନ କୁହାଯାଏ । ମନୁଷ୍ୟମାନଙ୍କର ସ୍ବର ପେଟିକା (vocal cord)ରେ ଥିବା ବାୟୁର କମ୍ପନରୁ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ପକ୍ଷୀ ତେଣା ହଲାଇ ଉଡ଼ିଗଲା ବେଳେ ତୁମେ କୌଣସି ଧ୍ବନି ଶୁଣି ପାର କି ? ମହୁମାଛିଙ୍କର ଗୁଣ୍ଡଗୁଣ୍ଡ ଶବ୍ଦ ତୁମେ ଶୁଣିଥିବ । ଦୁଇ କଡ଼ ଟାଣି ହୋଇ ବନ୍ଧା ହୋଇଥିବା ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡକୁ ମଝିରୁ ଟାଣି ଛାଡ଼ିଦେଲେ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡଟି କମ୍ପିତ ହୁଏ । ସେହି କମ୍ପନ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇ ବାୟୁରେ କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଯାହାଯୋଗୁ ଆମେ ଧ୍ବନି ଶୁଣିଥାଉ । ଯଦି ଉପର ବର୍ଣ୍ଣିତ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ପରୀକ୍ଷାଟି ତୁମେ କେବେ କରିନାହିଁ, ତାହାହେଲେ ତାହା କରି ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡର କମ୍ପନକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କର ।

### ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.3

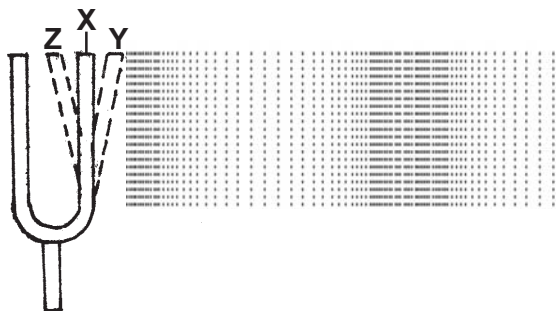
ତୁମେ କୌଣସି ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ବଜାଅ କି ? ବିଭିନ୍ନ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ବିଷୟରେ ତୁମେ ପଢ଼ିସାରିଲଣି । ତୁମେ ଜାଣିଥିବା ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କର ନାମ ଲେଖ ଏବଂ ସେମାନଙ୍କର କେଉଁ ଅଂଶ କମ୍ପିତ ହୋଇ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟିକରେ ତାହାକୁ ଲେଖ । ଏହାକୁ ସାଙ୍ଗଫାନଙ୍କ ସହ ଆଲୋଚନା କର ।

## 9.2 ଧ୍ବନିର ସଞ୍ଚାରଣ

### (Propagation of Sound)

ବସ୍ତୁର କମ୍ପନରୁ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଧ୍ବନି ଯେଉଁ ପଦାର୍ଥ ବା ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟ ଦେଇ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ, ତାହାକୁ ମାଧ୍ୟମ (medium) କୁହାଯାଏ । ଏହି ମାଧ୍ୟମ କଠିନ, ତରଳ କିମ୍ବା ଗ୍ୟାସୀୟ ହୋଇପାରେ । ଯେତେବେଳେ କୌଣସି ବସ୍ତୁ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ କମ୍ପିତ ହୁଏ, ସେତେବେଳେ କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁର କମ୍ପନ

ତାହାର ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ବରେ ଥିବା ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମକୁ ପ୍ରସାରିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହି କମ୍ପନର ଶକ୍ତି (vibrational energy) ଯୋଗୁ ବାୟୁର କଣିକାମାନେ ଦୋଳାୟିତ ହୁଅନ୍ତି । ଏହି କଣିକାମାନଙ୍କ ଦୋଳନ ଶକ୍ତି ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ ରୂପରେ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ । ଧ୍ବନି ସଞ୍ଚାରଣ ବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ ମାଧ୍ୟମର ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନକୁ ଗତି କରନ୍ତି ନାହିଁ । ସେମାନେ କେବଳ ନିଜ ସ୍ଥାନରେ ଦୋଳିତ ହୁଅନ୍ତି । ମାତ୍ର ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ, କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁ ନିକଟରୁ ଶ୍ରୋତାର କାନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରିଥାଏ । ଆସ ଏକ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କକୁ କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁର ନମୁନା ଭାବରେ ନେଇ ମାଧ୍ୟମରେ କଣିକାମାନଙ୍କର ଦୋଳନକୁ ବୁଝିବା ।



ଚିତ୍ର 9.4 ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କମ୍ପନ

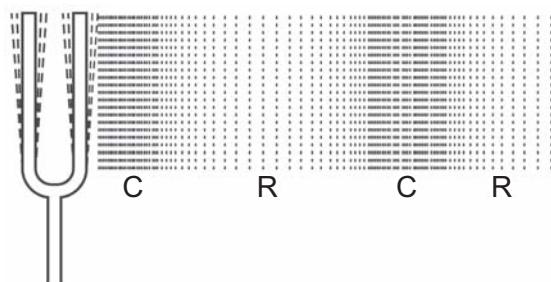
ଚିତ୍ର 9.4 ରେ ଗୋଟିଏ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କକୁ ଦେଖ । ଏହାର ଦୁଇଟି ଶାଖା ଅଛି । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କଟି କମ୍ପିତ ହେଉଥିବାବେଳେ ତାହାର ଏକ ଶାଖାର ଅବସ୍ଥାନ X ଦ୍ବାରା ସୂଚିତ ହୋଇଛି । ଏହାକୁ ତାହାର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ (mean position) କହିବା । କମ୍ପିତ ହେଲେ, ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖା ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ 'X'ର ଉତ୍ତମ ଦିଗରେ Y ଓ Z ମଧ୍ୟରେ ଏପଟ'ସେପଟ' ହୋଇ ଗତି କରିବ । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖାଟି କମ୍ପିତ ହେଉଥିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହା ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ 'X'ର ଉତ୍ତମ ଦିଗରେ ଦୋଳିତ ହେଉଥାଏ ।

ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଅକମ୍ପିତ ଅବସ୍ଥାରେ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟ ଅକମ୍ପିତ ଅବସ୍ଥାରେ ଥାଏ । ସେତେବେଳେ ମାଧ୍ୟମରେ ବାୟୁ କଣିକାମାନ ପରସ୍ପରଠାରୁ ସମାନ ଦୂରତାରେ ସ୍ଥିର ହୋଇ ରହିଥାନ୍ତି । ମାଧ୍ୟମରେ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କ କମ୍ପିତ ହେଲେ କମ୍ପିତ ଫର୍କ ନିକଟରେ ଥିବା କଣିକା ପ୍ରଥମେ ତା'ର ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଏ ଏବଂ ତା' ନିକଟରେ ଥିବା କଣିକା ଉପରେ

ଏକ ବଳ ପ୍ରୟୋଗ କରେ, ଫଳରେ ଦ୍ବିତୀୟ କଣିକାଟି ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଏ । ପ୍ରଥମ କଣିକାଟି ତାହା ନିକଟସ୍ଥ ଦ୍ବିତୀୟ କଣିକାକୁ ଧକ୍କା (collision) ମାରିଲା ପରେ ନିଜର ଗତିକୁ ବିପରୀତମୁଖୀ କରି ନିଜର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ ଆଡ଼କୁ ଫେରିଆସେ ।

ସେହିପରି ଦ୍ବିତୀୟ କଣିକା ଦୋଳାୟିତ ହୋଇ ତା' ନିକଟସ୍ଥ ତୃତୀୟ କଣିକାକୁ ଧକ୍କା ମାରି ନିଜର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନକୁ ଫେରିଆସେ । କଣିକା-କଣିକା ମଧ୍ୟରେ ସଂଘାତ (collision) ବେଳେ ସେମାନଙ୍କର ଦୋଳନ ଶକ୍ତି ଗୋଟିଏ କଣିକାରୁ ଅନ୍ୟ କଣିକାକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଧ୍ବନି ଶକ୍ତି ଏହିପରି ଭାବରେ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇ ଶେଷରେ ଶ୍ରୋତାର କାନ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚେ । ପ୍ରକୃତରେ ଧ୍ବନି ହେଉଛି, ମାଧ୍ୟମରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଏକ ବିଚଳନ (disturbance) ଯାହା ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁରୁ ଆରମ୍ଭ ହୋଇ ଆଗକୁ ଆଗକୁ ଗତିକରେ । ମାଧ୍ୟମରେ ଏହି ବିଚଳନର ଗତିକୁ ତରଙ୍ଗ ଗତି (wave motion) କୁହାଯାଏ । ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ବନି ଏହିପରି ଭାବରେ ତରଙ୍ଗ ରୂପରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ ।

ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ କଣିକାମାନେ ଦୋଳାୟିତ ହେଉଥିଲାବେଳେ ବେଳେବେଳେ ସେମାନେ ପରସ୍ପର ଆଡ଼କୁ ଗତିକରି ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଥାନ୍ତି । ଏହା ଫଳରେ ମାଧ୍ୟମରେ ସମ୍ପୀଡ଼ନ (compression-C) ହୁଏ । ଯେତେବେଳେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପର ଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯା'ନ୍ତି ସେତେବେଳେ ସେହି ଅଞ୍ଚଳରେ ବିରଳନ (rarefaction-R) ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଚିତ୍ର 9.5 ।



ଚିତ୍ର 9.5 ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କଂପନରୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ସଂପୀଡ଼ନ (C) ଓ ବିରଳନ (R)

ସମ୍ପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ ଗୋଟିଏ ଅଞ୍ଚଳରେ ଏକାନ୍ତର ଭାବରେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।

ମାଧ୍ୟମର ସମ୍ପର୍କ ନ ଅଞ୍ଚଳରେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପରଆଡ଼କୁ ଗତିକରି ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୁଅନ୍ତି । ଫଳରେ ସେହି ଅଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ । ମାତ୍ର ବିରଳନ ଅଞ୍ଚଳରେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ଯାଆନ୍ତି । ତେଣୁ ସେହି ଅଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା କମିଯାଏ ଏବଂ ଚାପ ମଧ୍ୟ ହ୍ରାସ ପାଏ । ତେଣୁ ଆମେ କହି ପାରିବା ଯେ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ବନି ଡରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିଲାବେଳେ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହାହିଁ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟରେ ଧ୍ବନି ସଞ୍ଚାରଣର ମୌଳିକ ତଥ୍ୟ ।

### 9.2.1 ଧ୍ବନି ଗତି କରିବାପାଇଁ ଏକ ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ :

**(Sound needs a medium to travel)**

ଧ୍ବନି ଏକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତରଙ୍ଗ (mechanical wave) । ଏହା ସଞ୍ଚାରିତ ହେବାପାଇଁ ଏକ ଜଡ଼ାୟ ମାଧ୍ୟମ ଯଥା : ଜଳ, ବାୟୁ, ଷ୍ଟିଲ ଇତ୍ୟାଦି ପରି ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ କରେ । ଧ୍ବନି ଶୂନ୍ୟ (vacuum) ରେ ଗତି କରି ପାରେ ନାହିଁ । ଆସ ଏକ ପରୀକ୍ଷାରୁ ଏହା ଜାଣିବା ।



ଚିତ୍ର 9.6 ବେଲ୍‌ଜାର ପରୀକ୍ଷା

ଗୋଟିଏ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍ ଏବଂ ଗୋଟିଏ ବାୟୁରୁଦ୍ଧ (air tight) ବେଲ୍‌ଜାର ନିଅ । ଚିତ୍ର 9.6ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍‌କୁ ବେଲ୍‌ଜାର ମଧ୍ୟରେ ଝୁଲାଇ ରଖ । ବେଲ୍‌ର ଦୁଇ ଶେଷାଗ୍ରକୁ ବେଲ୍‌ଜାର ମୁହଁରେ ଥିବା କର୍କ ବାଟେ ବାହାରକୁ କାଢ଼ି ଏକ ବାହ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କର । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍ ବାଜିବ ଓ ତୁମେ ତାହାର ଧ୍ବନି ଶୁଣି ପାରିବ । ଏହାର କାରଣ କ'ଣ, କହିଲ ଦେଖ । ବେଲ୍‌ଜାର ମଧ୍ୟରେ ବାୟୁ

ଥିବାରୁ ଏପରି ଧ୍ବନି ତୁମେ ଶୁଣି ପାରିଲ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍‌ରୁ ଧ୍ବନି ନିସ୍ସୃତ ହେଉଥିଲାବେଳେ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସନ ପଥ ସାହାଯ୍ୟରେ ବେଲ୍‌ଜାରରୁ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସନ କର । ବେଲ୍‌ଜାରରୁ ବାୟୁ କମି ଆସୁଥିଲାବେଳେ ଧ୍ବନିର ପ୍ରବଳତା (loudness) ମଧ୍ୟ କ୍ଷୀଣ ହୋଇ ଆସିବ । ଯେତେବେଳେ ବେଲ୍‌ଜାରଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବାୟୁ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯିବ, ସେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍‌ର ହାତୁଡ଼ି ତାର ଗିନା ଉପରେ ବାଡ଼େଇ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆଉ ଧ୍ବନି ଶୁଣାଯିବ ନାହିଁ । ପୁନଶ୍ଚ ତାହା ମଧ୍ୟକୁ ଆସେ ଆସେ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇଲେ କ'ଣ ହେବ କହିଲ ?

**ପ୍ରଶ୍ନ :**

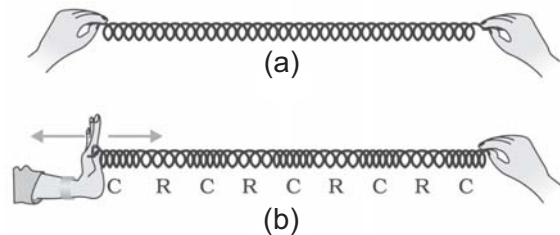
1. ତୁମ ବିଦ୍ୟାଳୟରେ ସ୍କୁଲଘଣ୍ଟାରୁ କିପରି ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ବୁଝାଅ ।
2. ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗକୁ କାହିଁକି ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ ?
3. ମନେକର ତୁମେ ଏବଂ ତୁମର ସାଙ୍ଗ ଚନ୍ଦ୍ର ପୃଷ୍ଠରେ ଅଛ । ସେଠାରେ ତୁମ ସାଙ୍ଗ ତୁମକୁ କିଛି କଥା କହିଲେ ତୁମେ ତା'ର କଥାକୁ ଶୁଣି ପାରିବ କି ? ତୁମର ଉତ୍ତରକୁ ବୁଝାଅ ।

### 9.2.2 ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଅଟେ :

**(Sound Wave is Longitudinal Wave)**

#### ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.4

ଖଣ୍ଡିଏ ସରୁ ଓ ଲମ୍ବା ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ ନିଅ । ତାହାର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତକୁ ତୁମ ସାଙ୍ଗକୁ ଧରିବାକୁ ଦିଅ ଏବଂ ତୁମେ ନିଜେ ଅନ୍ୟ ପ୍ରାନ୍ତଟିକୁ ଧର ।



ଚିତ୍ର 9.7 ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗରେ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ

ଚିତ୍ର 9.7(a)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗଟିକୁ ଟାଣ । ଏହାପରେ ତୁମେ ଧରିଥିବା ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗର ପ୍ରାନ୍ତକୁ ତୁମ ସାଙ୍ଗ ଧରିଥିବା ପ୍ରାନ୍ତ ଆଡ଼କୁ ଜୋରରେ ଠେଲ । ତୁମେ



କ'ଣ ଦେଖିଲ ? ବର୍ତ୍ତମାନ ତୁମେ ଏକାନ୍ତର ଭାବରେ ସ୍ଥିତକୁ ଠେଲ ଏବଂ ଟାଣ, କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଛ ? ଯଦି ଏହି ସ୍ଥିତି ଉପରେ ଏକ ଚିହ୍ନ ଦେବ, ତାହାହେଲେ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ତୁମେ ସ୍ଥିତକୁ ଠେଲିବା ଓ ଟାଣିବା ବେଳେ ସେହି ଚିହ୍ନଟି ଏପଟ ସେପଟ ହୋଇ ଗତି କରୁଛି । ତା' ଗତିର ଦିଗ ସ୍ଥିତିରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ବିଚଳନ (disturbance)ର ସଞ୍ଚାରଣ ଦିଗ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୋଇଥାଏ ।

ସ୍ଥିତିର କୁଣ୍ଡଳୀମାନେ ଯେଉଁ ଅଞ୍ଚଳରେ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହେବେ ତାହାକୁ ସମ୍ପୀଡ଼ନ (C) ଏବଂ ଯେଉଁ ଅଞ୍ଚଳରେ ସ୍ଥିତିର କୁଣ୍ଡଳୀମାନେ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରରେ ଯାଇ ଥିବେ, ତାହାକୁ ବିଚଳନ (R) କୁହାଯାଏ । ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ସଞ୍ଚାରଣବେଳେ ସେହି ମାଧ୍ୟମରେ ଏକାଧିକ ସଂପୀଡ଼ନ ଓ ବିଚଳନ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ବର୍ତ୍ତମାନ ଆମେ ସ୍ଥିତିରେ ବିଚଳନର ସଞ୍ଚାରଣକୁ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ସଞ୍ଚାରଣ ସହ ତୁଳନା କରିପାରିବା ।

ତରଙ୍ଗ ଦୁଇପ୍ରକାରର ହୋଇପାରେ । ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଓ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ ।

ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗରେ ମାଧ୍ୟମରେ ଥିବା ପ୍ରତ୍ୟେକ କଣିକା ବିଚଳନର ସଞ୍ଚାରଣ ଦିଗରେ ସମାନ୍ତର ଭାବରେ ଦୋଳିତ ହୁଅନ୍ତି, ମାତ୍ର ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ ମାଧ୍ୟମର ଗୋଟିଏ ସ୍ଥାନରୁ ଅନ୍ୟ ସ୍ଥାନକୁ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ ।

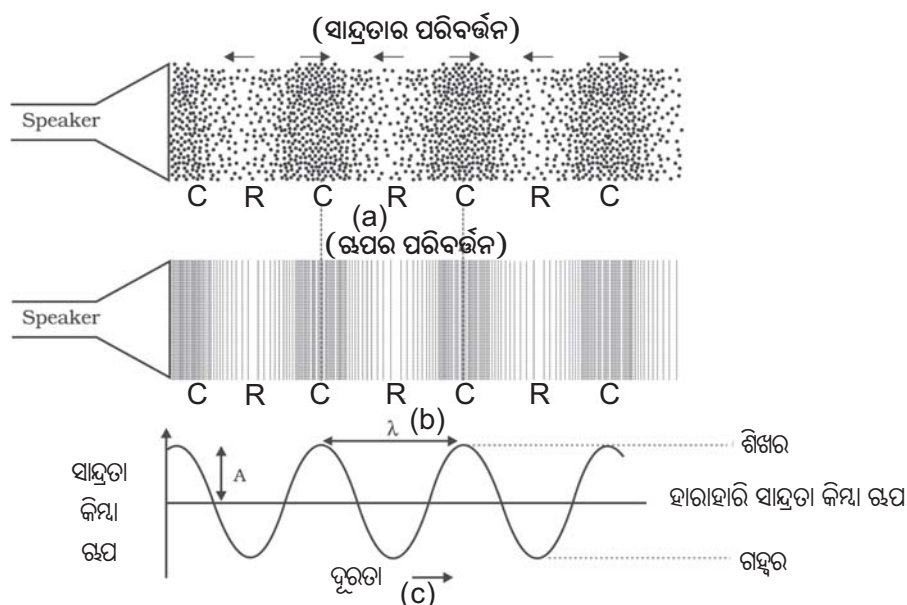
ସେମାନେ କେବଳ ତାଙ୍କର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନର ଉତ୍ତର ପଟେ ଏପଟ-ସେପଟ ହୋଇ ଦୋଳନ କରନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକାର ଭାବରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟରେ ଗତି କରେ । ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ । ମାଧ୍ୟମରେ ଯେଉଁ ତରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିବାବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ ତରଙ୍ଗର ଗତିର ଦିଗ ସହ ସମାନ୍ତର ଭାବେ ଦୋଳନ କରନ୍ତି ସେହି ତରଙ୍ଗକୁ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ । ଆଉ ଏକ ପ୍ରକାର ତରଙ୍ଗ ମଧ୍ୟ ଅଛି । ଯାହାକୁ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ (transverse wave) କୁହାଯାଏ । ମାଧ୍ୟମରେ ଯେଉଁ ତରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିବାବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ ତରଙ୍ଗ ଗତିର ଦିଗ ସହ ଅଭିଲମ୍ଭଭାବେ ଦୋଳନ କରନ୍ତି, ସେହି ତରଙ୍ଗକୁ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ । ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ଏହି ଶ୍ରେଣୀର ତରଙ୍ଗ ଅଟେ । ଏ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ତୁମେ ଉପର ଶ୍ରେଣୀରେ ପଢ଼ିବ ।

### 9.2.3 ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଲକ୍ଷଣ :

#### (Characteristics of a Sound Wave)

ଅନ୍ୟ ତରଙ୍ଗମାନଙ୍କପରି ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ମଧ୍ୟ କେତେକ ଲକ୍ଷଣ ଅଛି । ସେ ଲକ୍ଷଣଗୁଡ଼ିକ ହେଲା-

- ଆବୃତ୍ତି (frequency)
- ଆୟାମ (amplitude)
- ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (wave length)
- ତରଙ୍ଗ ବେଗ (speed of wave)



ଚିତ୍ର 9.8 ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣବେଳେ ମାଧ୍ୟମରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏବଂ ଟାପର ପରିବର୍ତ୍ତନ [ଚିତ୍ର (a), (b)], ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଟାପ ପରିବର୍ତ୍ତନର ଗ୍ରାଫ୍ [ଚିତ୍ର (c)]

ଚିତ୍ର 9.8(c) ରେ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରାଯାଇଛି । ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କଲାବେଳେ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଗୁଚ୍ଛ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ତାହା ଚିତ୍ର 9.8 (a) ଓ (b)ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହୋଇଛି । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମର ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ଏକ ମୂଳବିନ୍ଦୁଠାରୁ ସେହି ଅଞ୍ଚଳର ଦୂରତା ସହ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ । ଚିତ୍ର 9.8 (c) ।

ସଂପୀଡ଼ନ ଅଞ୍ଚଳରେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଏହାକୁ ଗ୍ରାଫର ଉପର ଅଂଶରେ ପାହାଡ଼ (hill) ସଦୃଶ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର 9.8(c) । ଏହି ଉପର ଅଂଶର ଶୀର୍ଷ ବିନ୍ଦୁ ସର୍ବାଧିକ ସଂପୀଡ଼ନର ସୂଚନା ଦିଏ । ଏହି ସଂପୀଡ଼ନ ଅଞ୍ଚଳରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏବଂ ଚାପ ଅଧିକ ହୋଇଥାଏ । ବିରଳନ ଅଞ୍ଚଳରେ ଚାପ କମ ଥାଏ ଏବଂ କଣିକାଗୁଡ଼ିକ ପରସ୍ପରଠାରୁ ଦୂରେଇ ରହିଥାନ୍ତି । ଏହାକୁ ଗ୍ରାଫର ତଳ ଅଂଶରେ ଉପତ୍ୟକା (valley) ସଦୃଶ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର 9.8(c) । ଗ୍ରାଫର ଉପର ଅର୍ଦ୍ଧାଂଶକୁ ଶିଖର (crest) ଏବଂ ନିମ୍ନ ଅର୍ଦ୍ଧାଂଶକୁ ଗହ୍ବର (trough) କହନ୍ତି ।

ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନ (C) ବା ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ବିରଳନ (R)ର ମଧ୍ୟବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (wave length) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ଲାମ୍ବଡ଼ା ( $\lambda$ ) ଦ୍ବାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ । S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଏକକ ହେଉଛି ମିଟର (m) ।

ମନେକର ତୁମେ ଗୋଟିଏ ଡ୍ରମକୁ ଆଘାତ କରୁଛ । ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ତୁମେ ଯେତେଥର ଡ୍ରମକୁ ଆଘାତ କରୁଛ, ତାହାକୁ ଡ୍ରମକୁ ଆଘାତ କରିବାର ଆବୃତ୍ତି (frequency) କହନ୍ତି । ଧ୍ବନି ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କଲାବେଳେ, ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଏକ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ଏବଂ ସର୍ବନିମ୍ନ ମୂଲ୍ୟ ମଧ୍ୟରେ ଦୋଳିତ ହୁଏ । ମାଧ୍ୟମର ଏକ ସ୍ଥାନରେ ସାନ୍ଦ୍ରତା ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟରୁ ସର୍ବନିମ୍ନ ମୂଲ୍ୟକୁ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇ ପୁନଃ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଫେରି ଆସିବାକୁ ଏକ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନ କହନ୍ତି । ଏକକ ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମରେ ଏ ପ୍ରକାରର ଦୋଳନର ସଂଖ୍ୟାକୁ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି କହନ୍ତି । ଏହାକୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ନିଉ ( $\nu$ ) ଦ୍ବାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ମାତ୍ର ଏଠାରେ ଆବୃତ୍ତିକୁ ଇଂରାଜୀ ଛୋଟ ଅକ୍ଷର  $f$  ଦ୍ବାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି । S.I ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଆବୃତ୍ତିର ଏକକ ହେଉଛି ହର୍ସ (hertz) । ଏହାର ସଙ୍କେତ  $H_z$  ଅଟେ ।

ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନ ବା ବିରଳନ ମାଧ୍ୟମର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବାର ସମୟକୁ ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ (time period) କୁହାଯାଏ । ଅନ୍ୟ ପ୍ରକାରରେ କହିଲେ ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତ୍ୟେକ କଣିକାମାନେ ଥରେ ପୂର୍ଣ୍ଣଦୋଳନ କରିବାକୁ ଯେତିକି ସମୟ ନିଅନ୍ତି ତାହାକୁ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ କୁହାଯାଏ । ଆବର୍ତ୍ତକାଳର ସଂକେତ ସାଧାରଣତଃ  $T$  ନିଆଯାଏ । S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି ସେକେଣ୍ଡ (s) ।

### ଜାଣିଛ କି ?



H.R.Hertz

ହେନରିଚ୍ ରୁଡ଼ଲଫ୍ ହର୍ସ୍ ଜର୍ମାନ ଦେଶର ହାମବର୍ଗ ସହରରେ 1857 ମସିହା ଫେବୃଆରୀ ମାସ 22 ତାରିଖ ଦିନ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ସେ ବର୍ଲିନ ବିଶ୍ବବିଦ୍ୟାଳୟରୁ ଶିକ୍ଷାଲାଭ କରିଥିଲେ । ଏକ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ବାରା

ଜେ.ସି.ମାକ୍ଡେଲ୍‌ଙ୍କ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତତ୍ତ୍ବକୁ ସେ ପ୍ରମାଣିତ କରିଥିଲେ । ସେ ଯେଉଁ ମୂଳତତ୍ତ୍ବ ଆବିଷ୍କାର କରିଥିଲେ ତାହା ଯୋଗୁ ବର୍ତ୍ତମାନର ରେଡ଼ିଓ, ଟେଲିଫୋନ, ଟେଲିଗ୍ରାଫ୍ ଏବଂ ଟେଲିଭିଜନ ଏତେ ସଫଳତା ହାସଲ କରିପାରିଛି । ସେ ମଧ୍ୟ ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ (Photoelectric Effect)ର ଆବିଷ୍କାରକ । ଏହି ତତ୍ତ୍ବକୁ ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ଆଲବର୍ଟ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ଭଲଭାବରେ ବୁଝାଇ ଥିଲେ । ତାଙ୍କର ନାମାନୁସାରେ S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଆବୃତ୍ତିର ଏକକର ନାମ ହର୍ସ (hertz) ରଖାଯାଇଛି ।

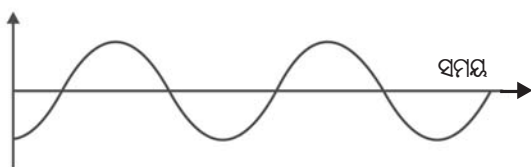
ଆବର୍ତ୍ତକାଳ (T) ଓ ଆବୃତ୍ତି (f) ପରସ୍ପର ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ । ସେହି ସମ୍ପର୍କକୁ ନିମ୍ନମତେ ପ୍ରକାଶ କରିପାରିବା ।

$$f = \frac{1}{T}$$

ମନେକର ଅକ୍ଟେଷ୍ଟାରେ ଏକ ସମୟରେ ଗୋଟିଏ ବେହେଲା (violion) ଏବଂ ବଂଶୀ (flute) ବାଜୁଛି । ସେମାନଙ୍କ ଧ୍ବନି ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ସମାନ ବେଗରେ ଗତିକରି ଆମ କାନ ପାଖରେ ଏକା ସମୟରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ମଧ୍ୟ ଉଭୟର ଧ୍ବନି ଆମକୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଲାଗେ । ଧ୍ବନି ସହିତ ସଂପୃକ୍ତ ବିଭିନ୍ନ ଲକ୍ଷଣ ହେତୁ ଏହା ଆମକୁ ଏମିତି ଲାଗେ । ପିଚ୍ (pitch)

ବା ତାରତ୍ୱ ଏହି ପ୍ରକାର ଲକ୍ଷଣମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଅଟେ ।

ତରଙ୍ଗ ବିଚଳନ



କମ୍ପ ପିଚ୍ ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନିର ତରଙ୍ଗ ଆକୃତି

ତରଙ୍ଗ ବିଚଳନ



ଅଧିକ ପିଚ୍ ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନିର ତରଙ୍ଗ ଆକୃତି

ଚିତ୍ର 9.9

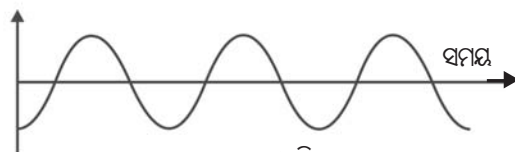
ଆମର ମଣ୍ଡିତ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆକୃତିକୁ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା (interpret) କରେ, ତାହାକୁ ପିଚ୍ କୁହାଯାଏ । ଉତ୍ତର କମ୍ପନ କ୍ଷିପ୍ରତରହେଲେ ଧ୍ୱନିର ଆକୃତି ଅଧିକ ହ୍ରସ୍ୱ ଏବଂ ପିଚ୍ ମଧ୍ୟ ଅଧିକ ହ୍ରସ୍ୱ । ଚିତ୍ର 9.9 । ଏକ ଅଧିକ ପିଚ୍ ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନିରେ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ସଂପାଦନ ଓ ବିରଳନ ଏକକ ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିଥାନ୍ତି । ବିଭିନ୍ନ ଆକାରର ବସ୍ତୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆକୃତିରେ କମ୍ପିତ ହୋଇ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପିଚ୍ ର ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ।

ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଥିବା କଣିକାର ମାଧ୍ୟାବସ୍ଥାର ଉତ୍ତର ପଟେ ଦୋଳନରତ କଣିକାର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ବିସ୍ଥାପନକୁ ତରଙ୍ଗର ଆୟାମ (amplitude) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ଇଂରାଜୀ 'A' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ । ଚିତ୍ର 9.8 (c) । S.I ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଆୟାମର ଏକକ ମିଟର (m) ଅଟେ ।

ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା ବା କୋମଳତା ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆୟାମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିକାରୀ ବସ୍ତୁ ଯେଉଁ ବଳଦ୍ୱାରା କମ୍ପିତ ହୁଏ, ତାହା ଉପରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆୟାମ ନିର୍ଭର କରେ । ମନେକର ତୁମେ ଏକ ଟେବୁଲ୍‌କୁ ଆଞ୍ଚେକରି ଆୟାତ କଲ, ତାହାହେଲେ ତୁମେ ଏକ କୋମଳ ଧ୍ୱନି ଶୁଣିପାରିବ । କାରଣ ତୁମେ କମ୍ ଶକ୍ତି ଏବଂ କମ୍

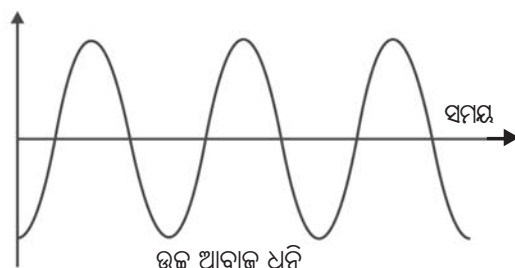
ଆୟାମ ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କଲ । ସେହିଭଳି ତୁମେ ଟେବୁଲ୍‌କୁ ଅଧିକ ଜୋରରେ ଆୟାତ କଲେ, କ'ଣ ହେବ ? ତୁମେ ଅଧିକ ପ୍ରାବଲ୍ୟ ଅର୍ଥାତ୍ ଉଚ୍ଚ ଧ୍ୱନି ଶୁଣିପାରିବ । କ'ଣ ପାଇଁ ଏପରି ହେଉଛି ? ଉଚ୍ଚ ସ୍ୱରର ଧ୍ୱନି ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଅଧିକ ଦୂରତା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଗତି କରିବ, କାରଣ ଏହା ଅଧିକ ଶକ୍ତି ସଂପନ୍ନ । ଏହାର ଆୟାମ ଅଧିକ । ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ତାହାର ଉତ୍ତର ବାହାରି ସବୁଦିଗକୁ ବ୍ୟାପିଯାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ତାହାର ଉତ୍ତର ଦୂରକୁ ଗଲେ ତାହାର ଶକ୍ତି ଓ ଆୟାମ କମିଯାଏ । ଚିତ୍ର 9.10ରେ ଉଚ୍ଚ ଧ୍ୱନି ଓ କୋମଳ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆକୃତି (shape) ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।

ତରଙ୍ଗର ବିଚଳନ



କୋମଳ ଧ୍ୱନି

ତରଙ୍ଗର ବିଚଳନ



ଉଚ୍ଚ ଆବାଜ ଧ୍ୱନି

ଚିତ୍ର 9.10

ଚିନ୍ତର ବା ସ୍ୱରବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ (timbre) ଏବଂ ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ବା ଗୁଣବତ୍ତା (quality), ଧ୍ୱନିର ଆଉ ଦୁଇଟି ଲକ୍ଷଣ ଯାହାଦ୍ୱାରା ଦୁଇଟି ସମାନ ତାରତ୍ୱ ଓ ସମାନ ପ୍ରବଳତା ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନି ମଧ୍ୟରେ ଆମେ ପ୍ରଭେଦ ବାରିପାରୁ । ଯେଉଁ ଧ୍ୱନି କାନକୁ ପ୍ରୀତିକର (pleasant) ଲାଗେ ତାହାର ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଉଚ୍ଚମାନର (rich) ହୋଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଆକୃତି ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନିକୁ ଟୋନ୍ (tone) କୁହାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ଆକୃତିର ମିଶ୍ରଣରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଧ୍ୱନିକୁ ନୋଟ୍ (note) କୁହାଯାଏ । ଏହା କାନ ପାଇଁ ପ୍ରୀତିକର ଓ ଶୁଦ୍ଧିମଧୁର ଅଟେ । କର୍କଶ ଶବ୍ଦ (noise) ଶୁଦ୍ଧିକରୁ ଅଟେ । ସଙ୍ଗୀତ ଶୁଦ୍ଧିମଧୁର ଓ ଶୁଣିବାକୁ ପ୍ରୀତିକର ହୋଇଥାଏ ଯାହାର ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଉଚ୍ଚମାନର ହୋଇଥାଏ ।

**ପ୍ରଶ୍ନ :**

1. ଧ୍ବନିର ତାରତ୍ବ ଓ ପ୍ରବଳତା ଧ୍ବନିର କେଉଁ ଗୁଣ ଦ୍ବାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ ?
2. ଗୋଟିଏ କାରର ହର୍ଷର ଧ୍ବନି ଓ ଗୀତାରର ଧ୍ବନି ମଧ୍ୟରୁ କାହାର ପିଚ୍ ଅଧିକ ଅନୁମାନ କର ।

ଏକକ ସମୟରେ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ ଅତିକ୍ରାନ୍ତ କରୁଥିବା ଦୂରତାକୁ ତାହାର ବେଗ କୁହାଯାଏ । ଆମେ ଜାଣିଛେ ଯେ, ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ ଏକ ଆବର୍ତ୍ତକାଳ ମଧ୍ୟରେ ଯେତିକି ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରେ ତାହାକୁ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କୁହାଯାଏ ।

$$\text{ଆମେ ପୁଣି ଜାଣିଛୁ, ବେଗ} = v = \frac{\text{ଦୂରତା}}{\text{ସମୟ}}$$

$$\text{ତେଣୁ } v = \frac{\lambda}{T}$$

ଏଠାରେ  $\lambda$  ହେଉଛି ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ  $T$  ହେଉଛି ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ । (ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପାଦନ ବା ବିରଳନର ମଧ୍ୟବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କୁହାଯାଏ) ।

$$\text{ଯେହେତୁ } \frac{1}{T} = f \text{ (} f = \text{ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି)}$$

$$\therefore v = f \lambda$$

$$\text{ଅର୍ଥାତ୍, ତରଙ୍ଗ ବେଗ} = \text{ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି} \times \text{ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ}$$

ସମାନ ଭୌତିକ ପରିସ୍ଥିତି ବା ଅବସ୍ଥାରେ ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ବନିର ବେଗ, ସମସ୍ତ ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି ପାଇଁ ସମାନ ହେବେ ।

**ଉଦାହରଣ 9.1**

ଗୋଟିଏ ଉତ୍ସରୁ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ 30ଟି ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିଲେ, ସେହି ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି କେତେ ?

**ଉତ୍ତର :**

30ଟି ତରଙ୍ଗ ଏକ ସେକେଣ୍ଡରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବାରୁ ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 30Hz ଅଟେ ।

**ଉଦାହରଣ 9.2**

ଗୋଟିଏ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ 0.05 ସେକେଣ୍ଡ ହେଲେ, ଏହାର ଆବୃତ୍ତି କେତେ ?

**ଉତ୍ତର :**

ଦିଆଅଛି,

$$\text{ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ} = T = 0.05\text{s}$$

$$\text{ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି} = f = \frac{1}{T}$$

$$= \frac{1}{0.05} = \frac{100}{5} = 20\text{Hz}$$

**ଉଦାହରଣ 9.3**

ଏକ ବେତାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 300 ମିଟର ହେଲେ, ଏହାର ଆବୃତ୍ତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

**ଉତ୍ତର :**

ଦିଆଅଛି,

$$\text{ବେତାର ତରଙ୍ଗର ବେଗ} = v = 3 \times 10^8 \text{m/s}$$

(ମନେରଖ)

$$\text{ବେତାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ} = 300 \text{ m}$$

ଆମେ ଜାଣିଛେ,

$$v = f \lambda$$

$$\therefore f = \frac{v}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{300 \text{ m}}$$

$$= 10^6 \text{ Hz}$$

ବା 1 ମେଗାହର୍ସ

**ଉଦାହରଣ 9.4**

ଏକ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 2kHz ଏବଂ ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 35cm ଅଟେ । 1.5 କିମି ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବାକୁ ଏହାକୁ କେତେ ସମୟ ଲାଗିବ ?

**ଉତ୍ତର :**

ଦିଆଅଛି,

$$\text{ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି} = f = 2\text{kHz} = 2000\text{Hz}$$

$$\text{ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ} = \lambda = 35\text{cm} = 0.35\text{m}$$

$$\text{ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା} = d = 1.5\text{km} = 1500\text{m}$$

$$\therefore v = f \lambda = 2000\text{Hz} \times 0.35\text{m} = 700\text{m/s}$$

$$\text{ମନେକର } t = 1.5\text{km ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବା}$$

ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସମୟ ।

$$\therefore t = \frac{d}{v} = \frac{1500\text{m}}{700\text{m/s}} = 2.14\text{s (ପ୍ରାୟ)}$$



**ପ୍ରଶ୍ନ :**

1. ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି, ଆୟାମ ଓ ଆବର୍ତ୍ତକାଳ କାହାକୁ କୁହାଯାଏ ?
2. ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତି ଓ ବେଗ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କଟିକୁ ଲେଖ ।
3. ଏକ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 220Hz ଏବଂ ଏହାର ବେଗ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ 440m/s ହେଲେ, ତାହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
4. ଧ୍ବନି ଉତ୍ସାରୁ 450 ମିଟର ଦୂରରେ ଠିଆହୋଇ ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି 500Hz ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗକୁ ଶୁଣୁଛନ୍ତି । ତାହାହେଲେ ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନର ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ତାଙ୍କ ନିକଟରେ କେତେ ହେବ ?

ଗୋଟିଏ ତରଙ୍ଗ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କରୁଥିବା ସମୟରେ ତାହା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଶକ୍ତି ସେହି ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କରେ । ମାଧ୍ୟମର ଗୋଟିଏ ବିନ୍ଦୁ ଚାରିପଟେ ତରଙ୍ଗ ଗତିର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳବିଶିଷ୍ଟ କ୍ଷେତ୍ର ମଧ୍ୟଦେଇ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଯେତିକି ଧ୍ବନି ଶକ୍ତି ଅତିକ୍ରମ କରେ ତାହାର ପରିମାଣକୁ ସେହି ବିନ୍ଦୁରେ ଧ୍ବନିର ତୀବ୍ରତା (**intensity**) କୁହାଯାଏ । ଆମେମାନେ ସମୟେ ସମୟେ ଧ୍ବନି ପ୍ରବଳତା (loudness) ଏବଂ ଧ୍ବନିର ତୀବ୍ରତାକୁ (intensity)କୁ ଅଦଳବଦଳ କରି ବ୍ୟବହାର କରୁ । ମାତ୍ର ସେମାନେ ସମାନ ନୁହଁନ୍ତି । ଧ୍ବନି ପ୍ରବଳତା କାନ ଉପରେ ପଡୁଥିବା ଧ୍ବନିର ପ୍ରଭାବର ଏକ ମାପକ ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଧ୍ବନିର ପ୍ରବଳତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଶ୍ରୋତାଙ୍କ କାନ ପାଇଁ ଅଲଗା ଅଲଗା ହୋଇପାରେ । ଦୁଇଟି ଧ୍ବନିର ତୀବ୍ରତା ସମାନ ହୋଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆମର କାନ ଗୋଟିଏ ଧ୍ବନିକୁ ଅନ୍ୟଠାରୁ ଅଧିକ ପ୍ରବଳ (louder) ଭାବରେ ଶୁଣିପାରେ ।

**ପ୍ରଶ୍ନ :**

ଧ୍ବନିର ପ୍ରବଳତା ଓ ଧ୍ବନିର ତୀବ୍ରତା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

**9.2.4 ବିଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ବନିର ବେଗ :****(Speed of Sound in different Media)**

ଧ୍ବନି ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବେଗରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ । ତୁମେ ଜାଣିଛ ଯେ ବର୍ଷାଦିନେ ଆକାଶରେ ବିଜୁଳି ଓ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଏକ ସମୟରେ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଥମେ ତୁମେ ଆକାଶରେ ବିଜୁଳିର ଝଲକ ଦେଖା ଓ କିଛି

ସମୟ ପରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ିର ଶବ୍ଦ ଶୁଣ । ଏଥିରୁ ତୁମେ ଜାଣିଲ ଯେ ଧ୍ବନି ଆଲୋକଠାରୁ ବହୁତ କମ୍ ବେଗରେ ଗତି କରେ । ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ବନିର ଗତିର ବେଗ, ସେହି ମାଧ୍ୟମର ଧର୍ମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଧ୍ବନିର ବେଗ ମଧ୍ୟ ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଲେ ଧ୍ବନିର ବେଗ ବଢ଼େ । ଉଦାହରଣ ସ୍ବରୂପ ବାୟୁରେ ଧ୍ବନିର ବେଗ 0°C ତାପମାତ୍ରାରେ 331m/s ହେଲାବେଳେ 22°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହା ପ୍ରାୟ 344m/s ହୋଇଥାଏ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ (25°C) ତାପମାତ୍ରାରେ ଧ୍ବନିର ବେଗ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ କେତେ ତାହା ସାରଣୀ- 9.1ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । (ଏହାକୁ ମୁଖସ୍ଥ କରିବା ଦରକାର ନାହିଁ) ।

**ସାରଣୀ 9.1**

ବିଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ 25°C ତାପମାତ୍ରାରେ ଧ୍ବନିର ବେଗ

ମାଧ୍ୟମର ଅବସ୍ଥା	ମାଧ୍ୟମର ନାମ	ଧ୍ବନିର ବେଗ(m/s)
ଗ୍ୟାସ	ହାଇଡ୍ରୋଜେନ	1284
	ହିଲିୟମ	965
	ବାୟୁ	346
	ଅକ୍ସିଜେନ୍	316
	ସଲ୍ଫର ଡାଇଅକ୍ସାଇଡ୍	213
ତରଳ	ସମୁଦ୍ର ଜଳ	1531
	ପାତିତ ଜଳ	1498
	ଇଥାନଲ୍	1207
	ମିଥାନଲ୍	1103
କଠିନ	ଏଲୁମିନିୟମ୍	6420
	ନିକେଲ	6040
	ଷ୍ଟିଲ୍	5960
	ଲୁହା	5950
	ପିତ୍ତଳ (brass)	4700
	କାଚ (ଫ୍ଲିଣ୍ଟ କାଚ)	3980

**ପ୍ରଶ୍ନ :**

ସାରଣୀଟିକୁ ଅନୁଧ୍ୟାନ କରି କୁହ, ବାୟୁ, ଜଳ ଓ ଲୌହ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟରୁ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାରେ କେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ବନି ଅଧିକ ବେଗରେ ଏବଂ କେଉଁଥିରେ ସବୁଠାରୁ କମ୍ ବେଗରେ ଗତିକରେ ?

### କାଣିଛ କି ?

#### ସୋନିକ୍ ବୁମ୍ (Sonic boom) :

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଗତିର ବେଗ ଧ୍ବନିର ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ହେଲେ, ବସ୍ତୁର ସେହି ବେଗକୁ ସୁପରସୋନିକ୍ ବେଗ କୁହାଯାଏ । ଜେଟ୍ ବିମାନ, ବନ୍ଧୁକର ଗୁଳି ଇତ୍ୟାଦି ଅନେକ ସମୟରେ ସୁପର ସୋନିକ୍ ବେଗରେ ଗତି କରିଥାନ୍ତି । କୌଣସି ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟିକାରୀ ଉତ୍ସ ଧ୍ବନିର ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ବେଗରେ ଗତିକଲେ ଏହା ବାୟୁରେ ସକ୍ ତରଙ୍ଗ (shock wave) ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହି ସକ୍ ତରଙ୍ଗ ସମୁଦ୍ରରେ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ରହିଥାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ବାୟୁ ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁସାରେ ଏହି ସକ୍ ତରଙ୍ଗ ଏକ ପ୍ରକାର ତାରୁ ଏବଂ ଉଚ୍ଚ ଶବ୍ଦ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଯାହାକୁ ସୋନିକ୍ ବୁମ୍ କୁହାଯାଏ । ସୁପର ସୋନିକ୍ ଜେଟ୍ ବିମାନରୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ଏହି ସକ୍ ତରଙ୍ଗରେ ଯଥେଷ୍ଟ ଶକ୍ତି ଅଛି ଯାହା କାଚକୁ ଭାଙ୍ଗି ଖଣ୍ଡ ଖଣ୍ଡ କରି ଦେଇପାରେ ବା କୋଠାବାଡ଼ିର କ୍ଷୟକ୍ଷତି ମଧ୍ୟ କରିପାରେ ।

### 9.3 ଧ୍ବନିର ପ୍ରତିଫଳନ

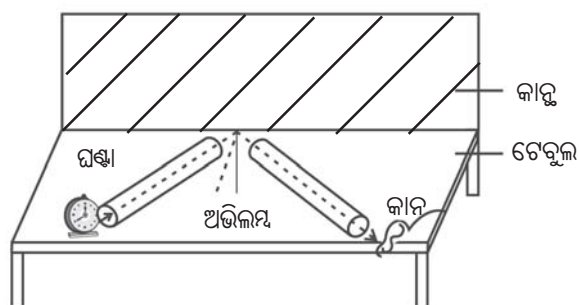
#### (Reflection of Sound)

ଗୋଟିଏ ରବର ପେଣ୍ଟୁ ଗୋଟିଏ କାନ୍ଥରେ ଧକ୍କା ଖାଇ ଯେପରି ଫେରିଆସେ, ସେହିପରି ଧ୍ବନି କଠିନ ବା ତରଳ ପୃଷ୍ଠରେ ବାଧାପାଇ ଫେରିଆସେ । ଆଲୋକ ପରି ଧ୍ବନି ମଧ୍ୟ କଠିନ ଓ ତରଳ ପୃଷ୍ଠରୁ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ ଏବଂ ତୁମେ ପୂର୍ବରୁ ପଢ଼ିଥିବା ଆଲୋକର ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମକୁ ମାନିଥାଏ । ଧ୍ବନିର ପ୍ରତିଫଳନ ସମୟରେ,

- ଆପତନ କୋଣ ଓ ପ୍ରତିଫଳିତ କୋଣ ପରସ୍ପର ସହିତ ସମାନ ।
- ଆପତତ ଧ୍ବନି, ପ୍ରତିଫଳିତ ଧ୍ବନି ଓ ଆପତନ ବିନ୍ଦୁରେ ଅଙ୍କିତ ଅଭିଲମ୍ବ ଏକ ସମତଳରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି ।

ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ପ୍ରତିଫଳନ ପାଇଁ ପ୍ରତିଫଳକ ବସ୍ତୁର ବା ମସୃଣ ହୋଇପାରେ ମାତ୍ର ତାହାର ଆକାର ବଡ଼ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।

### ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.5



ଚିତ୍ର 9.11 ଧ୍ବନିର ପ୍ରତିଫଳନ

ଚିତ୍ର 9.11ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଗୋଟିଏ ମୋଟା କାଗଜ ବ୍ୟବହାର କରି ଦୁଇଟି ପାଇପ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କର । ଏହି ଦୁଇ ପାଇପ୍‌ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅଧିକ ଲମ୍ବା ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏକ କାନ୍ଥ ନିକଟରେ ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ୍ ରଖି ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ ପାଇପ୍ ଦୁଇଟିକୁ ଚିତ୍ର ଅନୁସାରେ ରଖ । ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ୍ ଘଣ୍ଟା ଗୋଟିଏ ପାଇପ୍‌ର ଖୋଲା ମୁହଁ ପାଖରେ ରଖ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପାଇପ୍ ମୁହଁ ପାଖରେ କାନରଖି ଘଣ୍ଟାର ଟିକ୍ ଟିକ୍ ଶବ୍ଦ ଶୁଣ । ଦ୍ବିତୀୟ ପାଇପ୍‌ଟିକୁ ଟିକେ ଘୁଆଁଘୁଆଁ କରି ଏପରି ଅବସ୍ଥା (ଦିଗ)ରେ ରଖ ଯେପରିକି ତୁମେ ତାହାର ମୁହଁ ପାଖରେ ଘଣ୍ଟାର ଶବ୍ଦ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଶୁଣି ପାରିବ । ପ୍ରଥମ ପାଇପ୍ ବାଟେ ଧ୍ବନି ଆପତିତ ହେଲା ଓ ଦ୍ବିତୀୟ ପାଇପ୍ ବାଟେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହେଲା । ବର୍ତ୍ତମାନ ଉଭୟ ପାଇପ୍‌ର ଅବସ୍ଥିତିର ଚିହ୍ନ ଦେଇ ଆପତନ କୋଣ ଓ ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ ମାପି ଦେଖ । ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କ'ଣ ସମ୍ପର୍କ ରହିଛି ? ଚିତ୍ରରେ ଡାହାଣପଟକୁ ଥିବା ପାଇପ୍‌କୁ ଭୂଲମ୍ବ ଦିଗରେ ସାମାନ୍ୟ ଉପରକୁ ଉଠାଅ ଏବଂ କ'ଣ ହେଲା ଲକ୍ଷ୍ୟ କର ।

#### 9.3.1 ପ୍ରତିଧ୍ବନି : (Echo)

ପାହାଡ଼ ପାଖରେ ବା ଉଚ୍ଚ ଅଙ୍ଗଳିକା ପାଖରେ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରତିଫଳକ ନିକଟରେ ଉପଯୁକ୍ତ ସ୍ଥାନରେ ଠିଆ ହୋଇ ତୁମେ ତାଳି ମାରିଲେ କିମ୍ବା ଜୋରରେ ଚିତ୍କାର କଲେ, ତୁମେ ସେହି ଧ୍ବନିକୁ ପୁଣି କିଛି ସମୟ ପରେ ଶୁଣି ପାରିବ, ଯାହାକୁ ପ୍ରତିଧ୍ବନି କୁହାଯାଏ । ଧ୍ବନି ଶୁଣିବାର ଇନ୍ଦ୍ରିୟାନୁଭୂତି (sensation) ଆମ ମସ୍ତିଷ୍କରେ 0.16 ସେକେଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରହେ । ସେହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଯଦି ପ୍ରତିଫଳିତ ଧ୍ବନି ଆମ କାନରେ ପହଞ୍ଚେ, ତେବେ ମୂଳ ଧ୍ବନିରୁ ପ୍ରତିଧ୍ବନିକୁ

ଅଲଗା କରି ଜାଣି ହେବ ନାହିଁ । ସେଥିପାଇଁ ମୂଳ ଧ୍ବନିର ଅତି କମ୍ରେ 0.1 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ଯଦି ପ୍ରତିଧ୍ବନି ଆମ କାନ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚିବ ତାହାହେଲେ ଯାଇ ମୂଳ ଧ୍ବନି ଓ ତା'ର ପ୍ରତିଧ୍ବନିକୁ ଆମେ ପୃଥକ୍ ପୃଥକ୍ ଭାବେ ଶୁଣିପାରିବା । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରା 22°Cରେ ଧ୍ବନିର ବେଗ ବାୟୁରେ 344m/s ହେଲେ, ଏହା 0.1 ସେକେଣ୍ଡରେ ପ୍ରାୟ 34.4 ମିଟର ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବ । ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି ହେବା ସ୍ଥାନରୁ ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଯାଇ ପୁନଶ୍ଚ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ସ୍ଥାନକୁ ଫେରିଆସିବା ଦୂରତା 34.4 ମିଟର ହେଲେ, ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠର ଦୂରତା ଏହାର ଅଧା ଅର୍ଥାତ୍ 17.2m ହେବ । ପ୍ରତିଧ୍ବନିକୁ ଶୁଣି ଭାବେ ଶୁଣିବା ପାଇଁ ପ୍ରତିଫଳକର ତୁମ୍ଭଠାରୁ ସର୍ବନିମ୍ନ ଦୂରତା 17.2m ହେବା ଦରକାର । ଏହି ଦୂରତା ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ମଧ୍ୟ ନିର୍ଭର କରେ । ବହୁ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ ଏକାଧିକ ପ୍ରତିଧ୍ବନି ମଧ୍ୟ ଶୁଣାଯାଏ । ବେଳେ ବେଳେ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଶବ୍ଦ ଥରେ ଆରମ୍ଭ ହେଲେ ଅନେକ ସମୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବାରମ୍ବାର ଶୁଣାଯାଏ । ଏହା ବାଦଲ ଓ ପୃଥିବୀ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଧ୍ବନିର (ଏକାଧିକ) ବହୁ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ ହୋଇଥାଏ ।

### 9.3.2 ପ୍ରତିନାଦ : (Reverberation)

କୌଣସି ବଡ଼ ହଲରେ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟିହେଲେ ଏହା ବାରମ୍ବାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ କ୍ଷୀଣ ନହେଲା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କିଛି ସମୟ ଧରି ବାରମ୍ବାର ସେହି ହଲରେ ଶୁଭେ । ହଲର କାନ୍ଥରୁ ପ୍ରତିଫଳନର ପୁନରାବୃତ୍ତି ଯୋଗୁଁ ଯେଉଁ ପୁନଃପୁନଃ ପ୍ରତିଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ତାହାକୁ ପ୍ରତିନାଦ କୁହାଯାଏ । ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍ ବା ବିରାଟ ହଲରେ ଅତ୍ୟଧିକ ପ୍ରତିନାଦ କେହି ଚାହାନ୍ତି ନାହିଁ, କାରଣ ଏହାଦ୍ୱାରା ଧ୍ବନି ଶୁଷ୍କ ଭାବରେ ଶୁଣାଯାଏ ନାହିଁ । ପ୍ରତିନାଦକୁ କମ୍ କରିବାପାଇଁ ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍ ବା ବଡ଼ ହଲର ଛାତ ଏବଂ ଭିତର କାନ୍ଥକୁ ଧ୍ବନି ଶୋଷଣ କରିପାରୁଥିବା ପଦାର୍ଥ ଯଥା : ସଜ୍ଜିତ ଫାଇବର, ବନ୍ଧୁର ପ୍ଲାଷ୍ଟର କିମ୍ବା କନାର ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଆଚ୍ଛାଦିତ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ହଲ ବା ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍‌ର ଚୌକିଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ଧ୍ବନି ଶୋଷଣକାରୀ ପଦାର୍ଥଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଥାଏ ।

### ଉଦାହରଣ : 9.5

ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି ଗୋଟିଏ ଉଚ୍ଚ ପାହାଡ଼ ଶୃଙ୍ଗ ସାମନାରେ ଠିଆ ହୋଇ ତାଳି ମାରିଲେ ଏବଂ 5ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ଏହାର ପ୍ରତିଧ୍ବନି ଶୁଣିଲେ । ଧ୍ବନିର ବେଗ 346m/s ହେଲେ ପାହାଡ଼ ଓ ବ୍ୟକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା କେତେ ?

ଉତ୍ତର :

ଦିଆଅଛି,

$$\text{ଧ୍ବନିର ବେଗ} = v = 346\text{m/s}$$

$$\text{ସମୟ} = t = 5\text{s}$$

$$\text{ଧ୍ବନିଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା} = d = v \times t$$

$$= 346\text{m/s} \times 5\text{s} = 1730\text{m}$$

ପାହାଡ଼ ଓ ବ୍ୟକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା

$$= s = \frac{d}{2} = 1730\text{m} \div 2 = 865\text{m}$$

### 9.3.3 ଧ୍ବନିର ବହୁ ପ୍ରତିଫଳନର ବ୍ୟବହାର :

(Uses of Multiple Reflection of Sound)

1. ସଭାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଲାଉଡ଼ସ୍ପିକର ମେଗାଫୋନ୍, କାହାଳୀ (horn) ଓ କେତେକ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ଯଥା : ସାହାନାଲ, ଟ୍ରମ୍ପେଟ୍ ଇତ୍ୟାଦି ଏ ପ୍ରକାର ଗଢ଼ା ହୋଇଥାଏ ଯେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ନିସ୍ସୃତ ଧ୍ବନି ବିଚ୍ଛୁରିତ ନହୋଇ କେବଳ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ଗତି କରେ । ଏହିସବୁ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କରେ ଶଙ୍ଖ (conical) ସଦୃଶ ମୁହଁ ଥାଏ । ଏହା ମଧ୍ୟଦେଇ ଧ୍ବନି ବାରମ୍ବାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଆଗକୁ ଅଗ୍ରସର ହୋଇ ଶ୍ରୋତାମାନଙ୍କ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚିଥାଏ । ଚିତ୍ର 9.12 ।



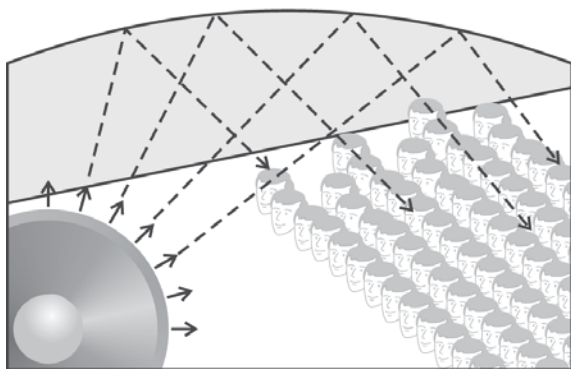
ଚିତ୍ର 9.12

2. ଡାକ୍ତରମାନେ ଆମ ଶରୀର ଭିତରେ ଥିବା ହୃଦୟର ସ୍ୱୟନ ବା ପୁସ୍‌ପୁସ୍‌ର ଶ୍ରୀଣ ଧ୍ୱନିକୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଜାଣିବାପାଇଁ ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ୍ (stethoscope) ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି । ଏହି ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ୍ ନଳୀ ଭିତରେ ଏକାଧିକ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ ଶ୍ରୀଣ ଧ୍ୱନି ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଡାକ୍ତରଙ୍କ କାନରେ ଶୁଭେ । ଚିତ୍ର 9.13 ।



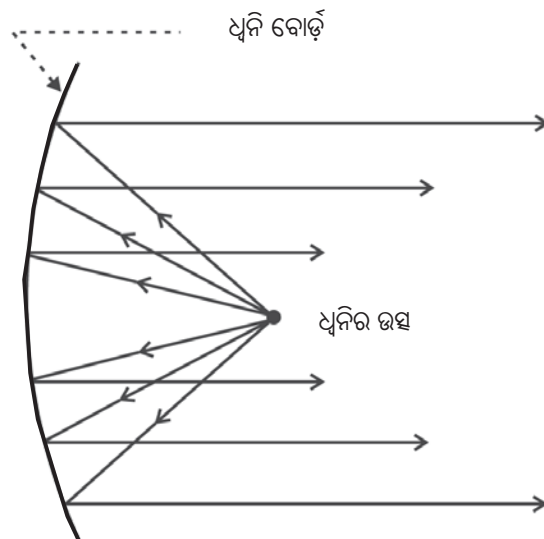
ଚିତ୍ର 9.13 ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ୍

3. ସାଧାରଣତଃ ବକ୍ତୃତା କକ୍ଷ, କନଫରେନ୍ସ ହଲ୍ ଏବଂ ସିନେମାହଲ୍‌ର ଛାତକୁ ବକ୍ତ (curved) ଆକୃତିର କରାଯାଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 9.14 ।



ଚିତ୍ର 9.14 ବକ୍ତୃତା କକ୍ଷର ଅବତଳ ଛାତ

ଏହା ଯୋଗୁ ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ହଲ୍‌ର ସବୁ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚିପାରେ । ଅନେକ ସମୟରେ ବକ୍ତୃତା କକ୍ଷରେ ବକ୍ତର ପଛପଟେ ଅବତଳ ଆକାରର ବକ୍ତ ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳକ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଅବତଳ ପୃଷ୍ଠର ଫୋକ୍ସରେ ବକ୍ତା ଛିଡ଼ା ହୋଇ କହିଲେ ତାଙ୍କ ଧ୍ୱନିର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରେ ବିସ୍ତ୍ରୀୟ ନହୋଇ ଶ୍ରେଣୀତାଳ ଦିଗରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇଥାଏ । ଚିତ୍ର 9.15 ।



ଚିତ୍ର 9.15 ଧ୍ୱନି ବୋର୍ଡ

**ପ୍ରଶ୍ନ :**

ବକ୍ତୃତାକକ୍ଷର ଛାତକୁ କାହିଁକି ବକ୍ତତଳ କରାଯାଇଥାଏ ?

#### 9.4 ଶ୍ରବଣର ଆବୃତ୍ତି ପରାସ (ପରିସର ସୀମା) (Frequency Range of Hearing)

ମନୁଷ୍ୟ 20Hz ରୁ 20kHz ଆବୃତ୍ତିର ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ କେବଳ ଶୁଣିପାରେ । ଏହି ଆବୃତ୍ତି ସୀମା ମଧ୍ୟରେ କୌଣସି କମ୍ପନ ଯୋଗୁଁ ସୃଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗକୁ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ (audible sound wave) କୁହାଯାଏ । 20kHzରୁ ଅଧିକ ବା 20Hzରୁ କମ୍ ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ସାଧାରଣ ମନୁଷ୍ୟ କାନକୁ ଶୁଣାଯାଏ ନାହିଁ । (1kHz = 1,000Hz) । ପାଞ୍ଚ ବର୍ଷରୁ କମ୍ ପିଲାମାନେ ଏବଂ କେତେକ ପଶୁ ଯଥା : କୁକୁର ଇତ୍ୟାଦି 25kHz ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ଶୁଣିପାରନ୍ତି । ବୟସ ଅଧିକ ହେଲେ ଶ୍ରାବ୍ୟ ଆବୃତ୍ତିର ଉଚ୍ଚ ସୀମା 20kHzରୁ ତଳକୁ କମି ଆସେ ।

ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 20Hzରୁ କମ୍ ହେଲେ, ତାହାକୁ ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ୍ (infrasonic) ଧ୍ୱନି କୁହାଯାଏ । ହାତୀ, ଗଣ୍ଡା ଓ ତିମି ଭଳି କେତେକ ପ୍ରାଣୀମାନେ 20Hzରୁ କମ୍ ଅର୍ଥାତ୍ ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ୍ ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି । ଏହି ଧ୍ୱନିକୁ ଆମେ କିନ୍ତୁ ଶୁଣି ପାରିବା ନାହିଁ । ତୁମେ ଶୁଣିଥିବ ଯେ, ଭୂମିକମ୍ପ ହେବା ପୂର୍ବରୁ କେତେ ପଶୁ ଏହାକୁ ଜାଣିପାରି ବିଚଳିତ ହୋଇପଡ଼ନ୍ତି । ଭୂମିକମ୍ପ ଆରମ୍ଭବେଳେ କମ୍



ଆବୃତ୍ତିର ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ ଧ୍ବନି ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ, ଯାହାକୁ କେତେକ ପଶୁମାନେ ହିଁ କେବଳ ଜାଣିପାରନ୍ତି । ତେଣୁ ସେମାନେ ଇଡସ୍ତତଃ ହୋଇ ଇଆଡ଼େ ସିଆଡ଼େ ଦୌଡ଼ନ୍ତି ।

ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 20kHzରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହାକୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ (ultrasonic) [ସରଳଭାବରେ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ] ବା ପାରସ୍ପରିକ ଧ୍ବନି କୁହାଯାଏ । ଏହି ଧ୍ବନିକୁ ମଧ୍ୟ ଆମେ ଶୁଣିପାରିବା ନାହିଁ । କାରଣ ଏହାର ଆବୃତ୍ତି 20kHzରୁ ବେଶି । ଡଲ୍‌ଫିନ୍, ପରପଏମ୍ (ଡଲ୍‌ଫିନ୍ ପରିବାରର) କେତେକ ପକ୍ଷୀ ଓ କୀଟପତଙ୍ଗ ଏହି ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କରିପାରନ୍ତି । କେତେକ ରାତ୍ରିକାଳିନ କୀଟ (moth), ବାଦୁଡ଼ିମାନେ ସୃଷ୍ଟି କରୁଥିବା ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିର ଶବ୍ଦକୁ (squeaks) ଶୁଣିପାରନ୍ତି ଓ ବାଦୁଡ଼ିମାନଙ୍କର ଆକ୍ରମଣରୁ ନିଜକୁ ରକ୍ଷା କରିପାରନ୍ତି । ମୁଷାମାନେ ମଧ୍ୟ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ଧ୍ବନି ଉତ୍ପନ୍ନ କରି ପରସ୍ପର ସହିତ ଖେଳନ୍ତି ।

### ତୁମେ ଜାଣିଛ କି ?

ଶ୍ରବଣ ଶକ୍ତି ହରାଇଥିବା ବ୍ୟକ୍ତିମାନେ ଶ୍ରବଣ ସହାୟକ ଯନ୍ତ୍ର (hearing aid) ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି । ଏହା ବ୍ୟାଟେରୀ ଚାଳିତ ଗୋଟିଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ ଯନ୍ତ୍ର । ଶ୍ରବଣ ସହାୟକ ଯନ୍ତ୍ର ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ମାଇକ୍ରୋଫୋନ୍ ସାହାଯ୍ୟରେ ଧ୍ବନି ଗ୍ରହଣ କରେ । ମାଇକ୍ରୋଫୋନ୍ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରେ । ଏହି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲକୁ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାଇର ସାହାଯ୍ୟରେ ବହୁଗୁଣିତ କରାଯାଏ ଓ ଏହି ବର୍ଦ୍ଧିତ ସିଗନାଲକୁ ଶ୍ରବଣ ସହାୟକ ଯନ୍ତ୍ରର ସ୍ପିକର ନିକଟକୁ ପ୍ରେରଣ କରାଯାଏ । ସ୍ପିକର ବିଦ୍ୟୁତ ସିଗନାଲକୁ ପୁଣି ଧ୍ବନିରେ ପରିଣତ କରେ ଯାହା ବ୍ୟକ୍ତି ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଶୁଣିପାରେ ।

ଭୂମିକମ୍ପ ବା ଆଗ୍ନେୟଗିରି ଉଦ୍‌ଗୀରଣ ଭଳି ପ୍ରାକୃତିକ ଘଟଣା ପୂର୍ବରୁ କେତେକ ପଶୁପକ୍ଷୀ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରନ୍ତି ।

### ପ୍ରଶ୍ନ :

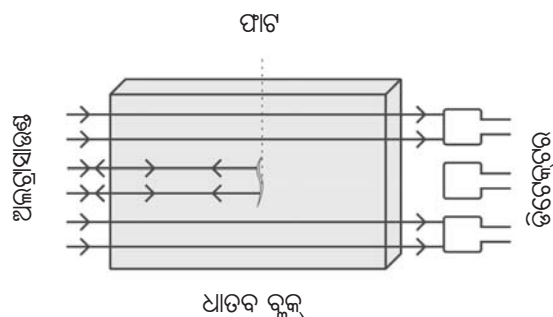
1. ସାଧାରଣ ମନୁଷ୍ୟର ଶ୍ରାବ୍ୟ ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର କେତେ ?
2. ଇନ୍‌ଫ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ଓ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର କେତେ ?

## 9.5 ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ପ୍ରୟୋଗ

### (Applications of Ultrasound)

ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ଏକ ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ତରଙ୍ଗ । ଏହାର ଗତିପଥରେ କୌଣସି ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଏହା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ପଥରେ ଗତି କରିପାରେ । ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡକୁ ଚିକିତ୍ସା ବିଜ୍ଞାନ ଓ ଉଦ୍ୟୋଗ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବହୁଳ ଭାବେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ।

1. ଭିତରକୁ ହାତ ପଶି ନ ପାରୁଥିବା କେତେକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ ସାମଗ୍ରୀ ଯଥା: ସ୍କାଇରାଲ କୁଣ୍ଡଳୀ ଇତ୍ୟାଦିକୁ ସହଜରେ ସଫା କରି ହୁଏନା । ସେସବୁ ସାମଗ୍ରୀକୁ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ସାହାଯ୍ୟରେ ସଫା କରାଯାଏ । ଯେଉଁ ବସ୍ତୁକୁ ସଫା କରିବାର ଥିବ, ତାହାକୁ ସଫା କରାଯାଉଥିବା ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ରଖାଯାଏ ଏବଂ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ତାହା ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଏ । ଏହାର ଉଚ୍ଚ ଆବୃତ୍ତିହେତୁ ଗ୍ରୀକ୍, ଧୂଳିକଣା କିମ୍ବା ମଇଳା ଇତ୍ୟାଦି ବସ୍ତୁ ମଧ୍ୟରୁ ବାହାରି ଆସି ଦ୍ରବଣ ମଧ୍ୟରେ ମିଶିଯାଏ । ଏହାଯୋଗୁ ସାମଗ୍ରୀଗୁଡ଼ିକ ଭଲଭାବରେ ସଫା ହୋଇଯାଏ ।
2. ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ପ୍ରୟୋଗ କରି ବଡ଼ ବଡ଼ ଧାତବ ବ୍ଲକ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଫାଟ ଚିହ୍ନଟ କରାଯାଏ । ଏହି ଫାଟ ବାହାରୁ ଦେଖିହୁଏ ନାହିଁ । ଏହା ଯଦି ଠିକ୍ ଭାବରେ ଚିହ୍ନଟ କରାନଯାଏ, ତାହାହେଲେ ତୁଟିପୁର୍ଣ୍ଣ ଧାତବ ବ୍ଲକ୍ ଦ୍ବାରା ନିର୍ମିତ ବଡ଼ କୋଠାବାଡ଼ି, ପୋଲ (bridge) ଓ କଳକାରଖାନା ପ୍ରତି ବିପଦ ରହିବ । ଧାତବ ବ୍ଲକ୍ ଠିକ୍ ଭାବରେ ନିର୍ମିତ ହୋଇଛି କି ନା ଜାଣିବା ପାଇଁ ପ୍ରଥମେ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡକୁ ଧାତବ ଖଣ୍ଡ ମଧ୍ୟକୁ ପ୍ରବେଶ କରାଯାଏ ଏବଂ ଡିଟେକ୍ଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ତୁଟିଟି ଜଣାପଡ଼େ । ସାମାନ୍ୟ ଫାଟ ବା ତୁଟି ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସେହି ସ୍ଥାନରୁ ପ୍ରତଫଳିତ ହୋଇ ଫେରିଆସେ ଯାହା ସେହି ଫାଟର ସୂଚନା ଦିଏ । ଚିତ୍ର 9.16 । ମାତ୍ର ସାଧାରଣ ଅଧିକ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗକୁ ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ନାହିଁ, କାରଣ ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା ଫାଟ ବା ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନରୁ



ଚିତ୍ର 9.16

ବଙ୍କାଲୟାଲ ଡିଟେକ୍ଟର ପାଖରେ ପହଞ୍ଚିଯାଏ । ଫଳରେ ଫାଟ ଚିହ୍ନିତ ହୋଇପାରେନା ।

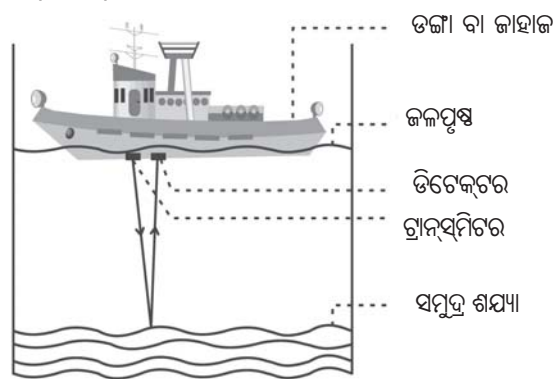
3. ହୃଦପିଣ୍ଡର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶରୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରତିଫଳନ କରାଇ ସେହି ଅଂଶମାନଙ୍କର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ତିଆରି କରାଯାଏ । ଏହି ଫଟୋ ଦେଖି ଡାକ୍ତରମାନେ ଚିକିତ୍ସା କରନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକାର ପଦ୍ଧତିକୁ ଚିକିତ୍ସା ବଜ୍ଞାନରେ “ଇକୋକାର୍ଡିଓଗ୍ରାଫି” (echocardiography) କୁହାଯାଏ ।
4. ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ସ୍କାନର ଏକ ଯନ୍ତ୍ର ଯାହା ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମ ଶରୀରର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ଅଙ୍ଗ ପ୍ରତ୍ୟଙ୍ଗକୁ ଯାଞ୍ଚ କରି (scanning) ସୋମନଙ୍କର ଫଟୋ ଉତ୍ତୋଳନ କରାଯାଇପାରେ । ଏଥିରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ରୋଗୀର ଲିଭର, ଗଳ୍ମାଡ଼ର, ଇଉଟେରସ୍ ଏବଂ କିଡ଼ନି ଇତ୍ୟାଦିର ତ୍ରୁ-ବିମ୍ବୀୟ ଛବି କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ମନିଟରରେ ଦେଖିହୁଏ । ଏହି ଛବି ଦେଖି ଡାକ୍ତରମାନେ ରୋଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତି ଓ ସେହି ଅନୁସାରେ ରୋଗୀର ଚିକିତ୍ସା କରନ୍ତି । ଏହି ଚିକିତ୍ସା ପଦ୍ଧତିକୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନୋଗ୍ରାଫି (ultrasonography) କୁହାଯାଏ ।
5. ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସାହାଯ୍ୟରେ କିଡ଼ନିରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଛୋଟ ଛୋଟ ପଥରକୁ ଛୋଟ ଛୋଟ ଦାନାରେ ଭାଙ୍ଗି ଦିଆଯାଏ । ଏହି ଦାନାଗୁଡ଼ିକ ପରେ ମୁତ୍ରରେ ମିଶି ପଦାକୁ ବାହାରିଥାଏ । ରୋଗୀ କିଡ଼ନି ପଥର ସମସ୍ୟାରୁ ମୁକ୍ତି ପାଏ ।

### 9.5.1 ସୋନାର (SONAR) :

SONAR ର ପୂରା ଇଂରାଜୀ ନାମ ହେଉଛି Sound Navigation And Ranging । ସୋନାର ଏକ ଯନ୍ତ୍ର ଯାହା

ସାହାଯ୍ୟରେ ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ବସ୍ତୁର ଉପସ୍ଥିତି, ଦୂରତା, ଦିଗ ଓ ବେଗ ଜାଣିହୁଏ । ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟକାରୀତା ଧ୍ବନି ପ୍ରତିଫଳନର ମୌଳିକ ନିୟମ ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେଶିତ । ସୋନାରରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ସୋନାର କିପରି କାମ କରେ ଆସ ଏ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା । ସୋନାରରେ ଗୋଟିଏ ଗ୍ରାନସମିଟର (transmitter) ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଡିଟେକ୍ଟର (detector) ଥାଏ । ଏହା ବଡ଼ ବଡ଼ ଶକ୍ତିଚାଳିତ ଡଙ୍ଗା (power boat) ସର୍ବମାରିନ୍ ବା ଜାହାଜରେ ଖଞ୍ଜା ହୋଇଥାଏ ।



ଚିତ୍ର 9.17 ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ଜଳରେ ପ୍ରତିଫଳନ

ଗ୍ରାନସମିଟରରୁ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ପଲ୍ସ (pulse) ପାଣି ଭିତରକୁ ପଠାଯାଏ । ସେହି ପଲ୍ସ ସମୁଦ୍ର ଶଯ୍ୟାରେ କିମ୍ବା ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଜାହାଜ, ପାହାଡ଼ ବା ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ଦ୍ଵାରା ବାଧାପ୍ରାପ୍ତ ହେଲେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଫେରିଆସେ । ଏହି ପ୍ରତିଫଳିତ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ପ୍ରତିଧ୍ବନି ଡିଟେକ୍ଟର ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୃହୀତ ହୁଏ । ଡିଟେକ୍ଟର ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସଙ୍କେତ (signal) ରେ ପରିଣତ କରେ ଯାହାର ବିଶ୍ଳେଷଣ କରାଯାଏ । ଧ୍ବନିର ପ୍ରେରଣ ଓ ପ୍ରତିଧ୍ବନିର ଗ୍ରହଣ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ‘t’, ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗର ବେଗ ‘v’ ଓ ଜାହାଜଠାରୁ ପ୍ରତିବସ୍ତୁର ଦୂରତା ‘d’ ହେଲେ, ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ମୋଟ 2d ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥାଏ ।

$$\therefore 2d = v \times t$$

$$\text{କିମ୍ବା } d = \frac{v \times t}{2}$$

ଏହି ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରି ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଅଦୃଶ୍ୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଜଳପୃଷ୍ଠଠାରୁ ଦୂରତା ଗଣନା କରା

ଯାଇଥାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିକୁ ଇକୋ ରେଞ୍ଜିଂ (echo ranging) ପଦ୍ଧତି କୁହାଯାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିଦ୍ୱାରା ସମୁଦ୍ର ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଜାହାଜ, ପାହାଡ଼, ବଡ଼ ବଡ଼ ଶିଳାଖଣ୍ଡ, ବରଫ ସ୍ତୂପ ଇତ୍ୟାଦି ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତି ଓ ଜଳପୃଷ୍ଠ ତଳେ ସେମାନଙ୍କ ଦୂରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିରେ ସମୁଦ୍ର ଜଳର ଗଭୀରତା ମଧ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିହୁଏ ।

### ଉଦାହରଣ : 9.6

ଗୋଟିଏ ଜାହାଜରୁ ସମୁଦ୍ରର ଶଯ୍ୟା ଆଡ଼କୁ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ପଠାଗଲା । ପଠାଇବାର 3 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ତାହାର ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ଡିଟେକ୍ଟର ଦ୍ୱାରା ଗ୍ରହୀତ ହେଲା । ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ବେଗ  $1530\text{m/s}$  ହେଲେ, ସମୁଦ୍ର ଜଳର ଗଭୀରତା କେତେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

**ଉତ୍ତର :**

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ପହଞ୍ଚିବାର ସମୟ =  $t = 3$  ସେକେଣ୍ଡ

ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ବେଗ =  $v = 1530\text{ m/s}$

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା =  $2 \times$  ସମୁଦ୍ର ଜଳର ଗଭୀରତା ( $d$ )

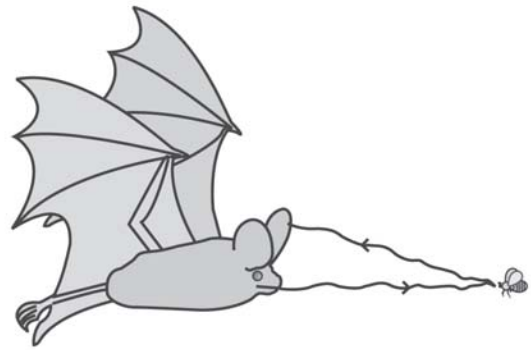
$$\therefore 2d = v \times t = 1530\text{m/s} \times 3\text{s} = 4590\text{m}$$

$$\Rightarrow d = \frac{4590\text{m}}{2} = 2295\text{m} = 2.295\text{km}.$$

**ପ୍ରଶ୍ନ :**

ଏକ ବୁଡ଼ାଜାହାଜରେ ଥିବା ସୋନାରରୁ ସମୁଦ୍ରଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିରହିଥିବା ପାହାଡ଼ ଆଡ଼କୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ପଲ୍ଲସ ପଠାଇଲେ ତାହା ପାହାଡ଼ରେ ଧକ୍କା ଖାଇ 1.6 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ସୋନାରର ଡିଟେକ୍ଟର ପାଖକୁ ଫେରିଆସେ । ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା 1120m ହେଲେ, ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ଧ୍ୱନିର ବେଗ କେତେ ?

ବାଦୁଡ଼ି (bat) ରାତିର ଅନ୍ଧକାରରେ ଗତି କରିପାରେ ଏବଂ ତାହାର ଖାଦ୍ୟ ସଂଗ୍ରହ କରେ । ଏହା ସେ କିପରି କରିପାରେ ! ବାଦୁଡ଼ି ରାତିରେ ଉଡ଼ିଲାବେଳେ ଅବିରତ ଭାବରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ନିର୍ଗତ କରେ ଓ ତାହାର ପ୍ରତିଧ୍ୱନିକୁ ଗ୍ରହଣ କରି ତାର ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱରେ ଥିବା ବସ୍ତୁମାନଙ୍କୁ ଜାଣିପାରେ । ଚିତ୍ର 9.18 । ବାଦୁଡ଼ି ଉଚ୍ଚ ତାରତ୍ୱ (high pitch) ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ପଲ୍ଲସମାନଙ୍କୁ ନିର୍ଗତ କରି ପ୍ରେରଣ କରେ ଯାହା ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ବାଦୁଡ଼ି



ଚିତ୍ର 9.18 ବାଦୁଡ଼ିର ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ପ୍ରେରଣ ଓ ଗ୍ରହଣ

କାନ ପାଖକୁ ଫେରିଆସେ । ପ୍ରତିଫଳିତ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗର ଲକ୍ଷଣରୁ ବାଦୁଡ଼ି ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ବା ପ୍ରତିଫଳକର ଉପସ୍ଥିତି, ଆକୃତି ଓ ପ୍ରକୃତି ଜାଣିପାରେ । ତେଣୁ ନିଜ ଖାଦ୍ୟ ପାଖରେ ସେ ଅନ୍ଧାର ରାତିରେ ବିନା ବାଧାରେ ପହଞ୍ଚିଯାଏ । ପ୍ରାକୃତିକ ଉପାୟରେ ବାଦୁଡ଼ି ପ୍ରୟୋଗ କରୁଥିବା ଏହି କୌଶଳ ହିଁ ସୋନାରରେ ପ୍ରୟୋଗ ହୋଇଛି ।

## 9.6 ମାନବ କର୍ଣ୍ଣର ଗଠନ

### (Structure of Human Ear)

ଆମେ କିପରି ଶୁଣୁ ? କର୍ଣ୍ଣ ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମେ ଶୁଣୁ । ଆସ, ଏହି କର୍ଣ୍ଣର ଗଠନ ଓ କାର୍ଯ୍ୟ ବିଷୟରେ ଏଠାରେ କିଛି ଜାଣିବା । ବାହ୍ୟ କର୍ଣ୍ଣକୁ ପିନା (pinna) କୁହାଯାଏ । ଏହା ଚତୁଃପାର୍ଶ୍ୱର ଧ୍ୱନିକୁ ଗ୍ରହଣ କରେ ଯାହା କାନର ଶୁଦ୍ଧିନାଳୀ (auditory canal) ବାଟଦେଇ ଭିତରକୁ ଯାଏ । କର୍ଣ୍ଣ ଭିତରେ ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଓ ପତଳା ଝିଲ୍ଲା ଥାଏ, ତାହାକୁ କର୍ଣ୍ଣପତ୍ର (ear drum) ବା ଟିମ୍ପାନିକ୍ ଝିଲ୍ଲା କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର 9.19 ମାନବ କର୍ଣ୍ଣ

ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମର ସଂପାଦନ କର୍ଷପଟ୍ଟରେ ପହଞ୍ଚିଲେ ତାହା କର୍ଷପଟ୍ଟକୁ ଅଧିକ ଚାପ ପ୍ରଦାନ କରେ ଓ ତାହାକୁ ଭିତରକୁ ଠେଲିଦିଏ । ସେହିଭଳି ଯେତେବେଳେ ବିଚଳନ କର୍ଷପଟ୍ଟ ନିକଟରେ ପହଞ୍ଚେ ସେତେବେଳେ କର୍ଷପଟ୍ଟ ଉପରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ଚାପ ହ୍ରାସ ପାଏ, ତେଣୁ କର୍ଷପଟ୍ଟ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଟିକେ ବାହାରକୁ ଚାଲିଆସେ । ଏହାଦ୍ୱାରା କର୍ଷପଟ୍ଟ ବାରମ୍ବାର ଆଗପଛ ହୋଇ କମ୍ପିତ ହୁଏ । ଏହି କମ୍ପନ ମଧ୍ୟ କର୍ଷରେ ଥିବା ତିନୋଟି ହାଡ଼ ଯଥା : ହାମର, ଆନ୍ତ୍ରିଲ ଓ ଷ୍ଟିରପ୍ ଦ୍ୱାରା ବହୁଗୁଣିତ ହୋଇଥାଏ । ମଧ୍ୟ କର୍ଷ ଏହି ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଅନ୍ତଃକର୍ଷ (inner ear)କୁ ପଠାଏ । ସେଠାରେ କର୍ଷକମ୍ପକ (cochlea) ଥାଏ, ଯାହା ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲ୍‌ସ୍ରେ ପରିଣତ କରେ । ଏହି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲ୍‌ସ୍ ଶୁଣି ସ୍ନାୟୁ (auditory nerve) ବାଟଦେଇ ମସ୍ତିଷ୍କକୁ ଯାଏ ଏବଂ ମସ୍ତିଷ୍କ ଏହାକୁ ବାଖ୍ୟାକରି ଧ୍ୱନି ଭାବରେ ବୁଝିପାରେ ।

### ଆମେ କ'ଣ ଶିଖିଲେ ?

- ବିଭିନ୍ନ ବସ୍ତୁର କମ୍ପନହେତୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।
- ଧ୍ୱନି ଏକ ଜଡ଼ାୟମ ମାଧ୍ୟମରେ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଭାବରେ ଗତିକରେ ।
- ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନି କ୍ରମାନ୍ୱୟରେ ସଂପାଦନ ଓ ବିଚଳନ ସୃଷ୍ଟିକରି ଗତିକରେ ।
- ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣ ବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନେ କେବଳ ନିଜ ସ୍ଥାନରେ ଦୋଳିତ ହୁଅନ୍ତି ମାତ୍ର ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଅନ୍ତି ନାହିଁ । କେବଳ ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତି ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ ଓ ତାହା ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କରେ ।
- ଧ୍ୱନି ଶୂନ୍ୟ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତିକରି ପାରେ ନାହିଁ ।
- ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପାଦନ ବା ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ବିଚଳନର ମଧ୍ୟ ବିନ୍ଦୁ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ( $\lambda$ ) କୁହାଯାଏ ।
- ମାଧ୍ୟମରେ ତରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିବା ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମର ଏକକ କଣିକା ଗୋଟିଏ ଥର ପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନ କରିବାକୁ ଯେତିକି ସମୟ ନିଏ, ତାହାକୁ ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ (T) କୁହାଯାଏ ।

- ଧ୍ୱନି ଗତି କରୁଥିବା ମାଧ୍ୟମରେ ଗୋଟିଏ କଣିକା ଏକକ ସମୟରେ ଯେତେଥର ଦୋଳିତ ହୁଏ ତାହାକୁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି (f) କୁହାଯାଏ ।  $\left(f = \frac{1}{T}\right)$

- ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତି ଓ ବେଗ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କ ହେଲା -  $v = f \lambda$

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

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

- ଧ୍ୱନିର ବେଗ ତାହା ସଞ୍ଚାରିତ ହେଉଥିବା ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରକୃତି ଓ ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ଅଲଗା ହୋଇଥାଏ ।
- ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମଗୁଡ଼ିକ ହେଲା :

- (i) ଧ୍ୱନିର ପ୍ରତିଫଳନ ସମୟରେ ଆପତନ କୋଣ ପ୍ରତିଫଳନ କୋଣ ସହିତ ସମାନ ହୋଇଥାଏ ।
- (ii) ଆପତିତ ଧ୍ୱନି, ପ୍ରତିଫଳିତ ଧ୍ୱନି ଏବଂ ଆପତନ ପୃଷ୍ଠରେ ଆପତନ ବିନ୍ଦୁରେ ଅଙ୍କିତ ଅଭିଲମ୍ବ ଏକ ସମତଳରେ ଅବସ୍ଥାନ କରନ୍ତି ।

- ମୂଳ ଧ୍ୱନି ଓ ପ୍ରତିଫଳିତ ଧ୍ୱନି ମଧ୍ୟରେ ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ ଅତି କମ୍ରେ 0.1s ହେଲେ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ସ୍ପଷ୍ଟ ଶୁଣାଯାଏ ।
- ଧ୍ୱନିର ବିଶେଷ ଗୁଣଗୁଡ଼ିକ ହେଲା- ତାରତ୍ୱ, ପ୍ରବଳତା ଓ ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ । ଏହା ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଧର୍ମ ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ଏହି ଗୁଣମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନିକୁ ଆଉ ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନିରୁ ଅଲଗା ବୋଲି ବାରିହୁଏ ।
- ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାଳନର ଅଭିଲମ୍ବ ଦିଗରେ ଏକକ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ମଧ୍ୟଦେଇ ପ୍ରତି ସେକେଣ୍ଡରେ ଅତିକ୍ରମ କରୁଥିବା ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତିର ପରିମାଣକୁ ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା କହନ୍ତି ।
- ଜଣେ ସାଧାରଣ ମାନବର ଧ୍ୱନି ଶ୍ରବଣ ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର 20Hz ରୁ 20kHz ଅଟେ ।



- ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା, କାନରେ ଧ୍ୱନି ଶ୍ରବଣର ତୀବ୍ରତାର ଏକ ଲକ୍ଷ୍ୟାନ୍ୱୁତି । ସମାନ ତୀବ୍ରତାର ଧ୍ୱନି ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କ କାନରେ ଅଲଗା ଅଲଗା ଧ୍ୱନି ପ୍ରବଳତା ସୃଷ୍ଟି କରିପାରେ ।
- ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 20Hzରୁ କମ୍ ହେଲେ ତାହାକୁ ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ ଏବଂ 20kHzରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହାକୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ ବା ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ କୁହାଯାଏ ।
- ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡକୁ ଚିକିତ୍ସା ବିଜ୍ଞାନ ଓ ଉଦ୍ୟୋଗରେ ବିଭିନ୍ନ କ୍ଷେତ୍ରରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ ।
- ସୋନାର ପଦ୍ଧତି ବ୍ୟବହାର କରି ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା ମପାଯାଇ ପାରେ ଏବଂ ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ବୁଡି ରହିଥିବା ପାହାଡ଼, ଉପତ୍ୟକା, ବଡ଼ ବରଫ ଖଣ୍ଡ ଓ ବୁଡ଼ାଜାହାଜର ଅବସ୍ଥିତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରେ ।

### ପ୍ରଶ୍ନାବଳୀ

1. ଧ୍ୱନି କାହାକୁ କୁହାଯାଏ ଏବଂ ଏହା କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ?
2. ନିମ୍ନରେ ପ୍ରତ୍ୟେକ ପ୍ରଶ୍ନରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ଚାରିଗୋଟି ସମ୍ଭାବ୍ୟ ଉତ୍ତର ମଧ୍ୟରୁ ଠିକ୍ ଉତ୍ତର ବାଛି ଲେଖ ।
  - (a) ଧ୍ୱନି ନିମ୍ନୋକ୍ତ କେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ ଆଦୌ ଗତି କରିପାରିବ ନାହିଁ ?
    - (i) କଠିନ            (ii) ତରଳ            (iii) ଗ୍ୟାସ            (iv) ଶୂନ୍ୟ
  - (b) ହର୍ସ ହେଉଛି-
    - (i) ସେକେଣ୍ଡ            (ii) ସେକେଣ୍ଡ<sup>-1</sup>            (iii) ମିଟର            (iv) ମିଟର<sup>-1</sup>
  - (c) ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ କେଉଁ ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ?
    - (i) ସୋନାର            (ii) ରେଡାର            (iii) ମିଟର ସ୍କେଲ            (iv) ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ନୁହେଁ ।
  - (d) କେଉଁ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ସର୍ବାଧିକ ?
    - (i) କଠିନ            (ii) ତରଳ            (iii) ଗ୍ୟାସ            (iv) ଏମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ କେଉଁଟି ନୁହେଁ ।
3. ଧ୍ୱନିର ଏକ ଉତ୍ସ ନିକଟରେ ବାୟୁ ମାଧ୍ୟମରେ ସଂପାଦନ ଓ ବିରଳନ କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ନାମାଙ୍କିତ ଚିତ୍ର ମାଧ୍ୟମରେ ବୁଝାଅ ।
4. ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣ ପାଇଁ ଏକ ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ - ଏକ ସରଳ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା ଏହାକୁ ବୁଝାଅ ।
5. ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ କାହିଁକି ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ ?
6. ଏକ ଅକ୍ଷର ଘରେ ବସିଥିବା ତୁମ ବନ୍ଧୁଙ୍କ ଆବାଜରୁ ବନ୍ଧୁଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତି ତୁମେ ଧ୍ୱନିର କେଉଁ ଗୁଣଯୋଗୁ ଜାଣିପାର ?
7. ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ପତ୍ତ କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।
  - (a) ଏକା ସମୟରେ ବିଜୁଳି ଓ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଥମେ ବିଜୁଳି ଦେଖାଯାଏ ଏବଂ ତାହାର କିଛି ସମୟପରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଶୁଣାଯାଏ ।
  - (b) ବାଦୁଡ଼ି ଅକ୍ଷର ରାତିରେ ତାହାର ଶିକାର ଧରିବାକୁ ସକ୍ଷମ ହୁଏ ?

8. ସାଧାରଣ ମଣିଷର ଧ୍ବନି ପରିସର 20Hz ରୁ 20kHz । ଏହି ଦୁଇ ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । ( $v = 344\text{m/s}$ )
9. ତୁମର ଦୁଇ ସାଙ୍ଗ ଗୋଟିଏ ଏଲୁମିନିୟମ ଦଣ୍ଡର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ବରେ ବସିଛନ୍ତି । ଜଣେ ସାଙ୍ଗ ଗୋଟିଏ ପଥର ଦ୍ବାରା ଏଲୁମିନିୟମ ଦଣ୍ଡକୁ ଆଘାତ କଲା । ଅନ୍ୟ ସାଙ୍ଗ ପାଖକୁ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ ବାୟୁରେ ଏବଂ ଏଲୁମିନିୟମରେ ପହଞ୍ଚିବା ସମୟର ଅନୁପାତ କେତେ ?
10. ଏକ ଧ୍ବନି ଉତ୍ସର ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି 100Hz ହେଲେ, ଏହା ଏକ ମିନିଟରେ କେତେ ଥର କମ୍ପିତ ହେବ ?
11. ଆଲୋକ ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମ, ଧ୍ବନି ପ୍ରତିଫଳନ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ କି ? ଏହାକୁ ବୁଝାଅ ।
12. ଏକ ଦୂର ବସ୍ତୁରୁ ଧ୍ବନି ଯେତେବେଳେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ, ପ୍ରତିଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଯଦି ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଏବଂ ଧ୍ବନି ସୃଷ୍ଟିର ଉତ୍ସ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ସମାନ ରହେ, ତାହାହେଲେ ଏକ ଉତ୍ତମ ଦିନରେ ତୁମେ ପ୍ରତିଧ୍ବନି ଶୁଣିପାରିବ କି ?
13. ଧ୍ବନି ପ୍ରତିଫଳନର ଦୁଇଟି ବ୍ୟବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗ ଲେଖ ।
14. ଗୋଟିଏ ପୋଖରୀ କୁଳକୁ ଲାଗି 500m ଉଚ୍ଚର ଏକ ଟାଞ୍ଜାର ଅଛି । ଏହି ଟାଞ୍ଜାର ଶୀର୍ଷରୁ ଗୋଟିଏ ପଥର ପୋଖରୀର ପାଣିକୁ ଖସିପଡ଼ିଲା । ପଥରର ପାଣିରେ ପଡ଼ିବାର ଶବ୍ଦ କେତେ ସମୟ ପରେ ଶୁଣାଯିବ ? ( $g = 10\text{m/s}^2$  ଏବଂ  $v = 340\text{m/s}$ )
15. ଏକ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗ 334m/s ବେଗରେ ଗତି କରେ । ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ 1.5cm ହେଲେ, ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି କେତେ ହେବ ? ଏହା ଶୁଣାଯିବ କି ନାହିଁ ।
16. ପ୍ରତିନାଦ କାହାକୁ କୁହାଯାଏ ? ଏହାକୁ କିପରି କମ୍ କରାଯାଇ ପାରିବ ?
17. ଧ୍ବନିର ତୀବ୍ରତା କାହାକୁ କହନ୍ତି ? ଏହା କେଉଁ କେଉଁ କାରକ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ ?
18. ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନିକ ଯନ୍ତ୍ରପାତିକୁ ପରିଷ୍କାର କରିବାରେ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ କିପରି ସହାୟକ ହୁଏ ?
19. ସୋନାରର କାର୍ଯ୍ୟପ୍ରଣାଳୀ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗକୁ ବୁଝାଅ ।
20. ଏକ ବୁଡ଼ାଜାହାଜରେ ଥିବା ସୋନାରଦ୍ବାରା ଏକ ସିଗ୍ନାଲ ପଠାଗଲା ଏବଂ ତାହାର ପ୍ରତିଧ୍ବନି 5 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ପହଞ୍ଚିଲା । ଯଦି ବୁଡ଼ାଜାହାଜଠାରୁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା 3625m ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ଜଳରେ ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
21. ଏକ ଧାତବ ବ୍ଲକ୍ରେ ଥିବା ବିରୁଦ୍ଧକୁ କିପରି ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ପଦ୍ଧତିରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ ?
22. ମାନବ କର୍ଣ୍ଣର ଏକ ନାମାଙ୍କିତ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।
23. ଆମେ କାନଦ୍ବାରା କିପରି ଶୁଣୁ, ତାହାକୁ ବୁଝାଅ ।
24. ଜାହାଜରେ ଥିବା ଏକ ସୋନାରରୁ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସମୁଦ୍ରର ନିମ୍ନଦେଶକୁ ପଠାଇ ପୁଣି ପ୍ରତିଫଳିତ ତରଙ୍ଗକୁ ଗ୍ରହଣ କରିବା ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମୟର ବ୍ୟବଧାନ 2.1 ସେକେଣ୍ଡ । ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା 1400m ହେଲେ, ଧ୍ବନି ତରଙ୍ଗର ବେଗ କେତେ ?

**ତୁମର ଏହି ବହିରେ ବିଭିନ୍ନ ଅଧ୍ୟାୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ନିମ୍ନଲିଖିତ  
ଓଡ଼ିଆ ଶବ୍ଦଗୁଡ଼ିକର ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ ଲେଖ ।**

ଓଡ଼ିଆ ଶବ୍ଦ	ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ	ଓଡ଼ିଆ ଶବ୍ଦ	ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ
ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ -	Sublimation	ଜଡ଼ତ୍ୱ -	
ବିନ୍ୟୁକ -		ସଂବେଗ -	
ପ୍ରତିଦୀପ୍ତ ନଳା -		ସଂଘାତ -	
ଗୁପ୍ତତାପ -		ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ -	
ରଞ୍ଜକ -		ମହାକର୍ଷଣ -	
ବର୍ଣ୍ଣକଣା -		ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ଡରଣ -	
ପଠନାଙ୍କ -		ପ୍ଲବତା -	
ମୌଳିକ -		ଶକ୍ତି -	
ଯୌଗିକ -		ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଶକ୍ତି -	
ଉପଧାତୁ -		ଗତିଜ ଶକ୍ତି -	
ଅଧାତୁ -		ସ୍ଥିତିଜ ଶକ୍ତି -	
ପାରମାଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ -		ଶକ୍ତି ସଂରକ୍ଷଣ -	
ଆଣବିକ ବସ୍ତୁତ୍ୱ -		ସଞ୍ଚାରଣ -	
ଅଣୁ -		ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ -	
ପରମାଣୁ -		ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ -	
ଯୋଜ୍ୟତା -		ବିଚଳନ -	
ପରମାଣୁ କ୍ରମାଙ୍କ -		ପ୍ରତିଧ୍ୱନି -	
ବସ୍ତୁତ୍ୱ ସଂଖ୍ୟା -		ପ୍ରତିନାଦ -	
ଡରଣ -		ଆବୃତ୍ତି -	
ଆଲେଖ -		ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ -	
ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତି -		ଆବର୍ତ୍ତକାଳ -	