ନବମ ଅଧ୍ୟାୟ

ଧ୍ୱନି

(SOUND)

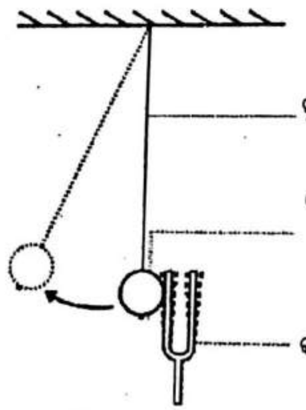
ପ୍ରତିଦିନ ସକାଳୁ ରାତିଯାଏ ଆମ୍ଭେମାନେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାରର ଧ୍ୱନି ଶୁଣୁଥାଉ । ସେ ଧ୍ୱନି ଘରେ ବିଭିନ୍ନ ବ୍ୟକ୍ତିଙ୍କ ମଧ୍ୟରେ କଥୋପକଥନ ହୋଇପାରେ କିମ୍ବା ଟେଲିଫୋନ୍, ରେଡ଼ିଓ, ଟେଲିଭିଜନ ଇତ୍ୟାଦିରୁ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇପାରେ ବା ମନ୍ଦିରରେ ବାଜୁଥିବା ଘଣ୍ଟାର ଶବ୍ଦ ହୋଇପାରେ । ବିଦ୍ୟାଳୟରେ ଶିକ୍ଷକ ଓ ସାଙ୍ଗସାଥିମାନଙ୍କର ସ୍ୱର ସହ ତୁମେ ବେଶ୍ ପରିଚିତ । ରାସ୍ତାରେ ଗଲାବେଳେ ସ୍କୁଟର, ମୋଟର ସାଇକେଲ୍, ଟ୍ରକ, କାର, ବସ୍ ଇତ୍ୟାଦିରୁ ନିଃସୃତ ଶବ୍ଦ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ଶୁଣିଛ । ଆକାଶରେ ପକ୍ଷୀର କାକଳି ତଥା ଉଡ଼ାଜାହାଜର ଧ୍ୱନି ସହ ମଧ୍ୟ ତୁମେ ପରିଚିତ । ଧ୍ୱନି ହେଉଛି ଶକ୍ତିର ଏକ ରୂପ । ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତି କାନରେ ଶୁଣିବାର ଏକ ଇନ୍ଦ୍ରିୟାନୁଭୂତି ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଫଳରେ ଆମେ ଧ୍ୱନିକୁ ଶୁଣିପାରୁ । ଧ୍ୱନିକୁ 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 ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରୁଛ । ତୁମର ଶକ୍ତିକୁ ବିନିଯୋଗ ନକରି ତୁମେ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରି ପାରିବ କି ? ଏହି ଅଧ୍ୟାୟରେ ଆମେ ଧ୍ୱନି କିପରି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ଏବଂ ଏହା କିପରି ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୁଏ ଓ ଆମେ କାନଦ୍ୱାରା କିପରି ଏହାକୁ ଶୁଣୁ ଏ ବିଷୟରେ ଅଧିକ ଆଲୋଚନା କରିବା ।

9.1 ଧ୍ୱନିର ସୃଷ୍ଟି
(Production of Sound)

ତୁମପାଇଁ କାମ : 9.1

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



ଚିତ୍ର **9.1** ଝୁଲୁଥିବା ବଲ୍‌କୁ କମ୍ପିତ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖା ସ୍ପର୍ଶ କରୁଛି

ଚିତ୍ର **9.1**ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ ଟେନିସ ବା ଛୋଟ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବଲ୍‌କୁ ସୂତାରେ ସଂଯୁକ୍ତ କରି ଏକ ଦୃଢ଼ ଆଧାରରୁ ଶକ୍ତ ଭାବରେ ଝୁଲାଇ ରଖ । (ଗୋଟିଏ ବଡ଼ ଛୁଞ୍ଚ ଏବଂ ଖଣ୍ଡେ ସୂତା ନିଅ । ଏହାର ଗୋଟିଏ ପ୍ରାନ୍ତରେ ଗୋଟିଏ ଗଣ୍ଠି ପକାଅ ଏବଂ ଛୁଞ୍ଚ ସାହାଯ୍ୟରେ ସୂତାକୁ ବଲ୍ ମଧ୍ୟରେ ଭର୍ତ୍ତି କର ।)

ଏକ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଗୋଟିଏ ଶାଖା (prong)କୁ ରବର ପ୍ୟାଡ଼ରେ ଆଘାତକରି କମ୍ପିତ କର । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କମ୍ପିତ ଶାଖାକୁ ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ ବଲ୍‌ରେ ସ୍ପର୍ଶ କରାଅ । କ'ଣ ଦେଖିଲ ? କ'ଣ ହେଉଛି ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କୁ 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, ସାଙ୍ଗମାନଙ୍କ ସହ ଆଲୋଚନା କର । ଏଥିରୁ ତୁମେ କେଉଁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତରେ ପହଁଞ୍ଚଲ ? ଗୋଟିଏ କମ୍ପିତ ବସ୍ତୁ ବିନା ତୁମେ ଧ୍ୱନି 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 ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ସେହିଭଳି କେତେକ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ଯଥା : ସିତାର, ଗିଟାର ଇତ୍ୟାଦିରେ ତାରକୁ ଟାଣି କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କରି ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ତବଲା, ଡ୍ରମ ଇତ୍ୟାଦି ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ରର ଚମଡ଼ା ପଟଳକୁ ଘଷି କିମ୍ବା ହାତରେ ବାଡ଼େଇ କମ୍ପିତ କରି ସେଥିରୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରାଯାଏ । ବଂଶୀ, ସାହନାଇ, କାହାଳୀ ଇତ୍ୟାଦିରେ ବାୟୁକୁ ଫୁଙ୍କି କମ୍ପନ ସୃଷ୍ଟି କଲେ ସେଥିରୁ ଧ୍ୱନି ନିଃସୃତ ହୁଏ । ଏ ସମସ୍ତ କ୍ଷେତ୍ରରେ ବସ୍ତୁର କମ୍ପନ ହେତୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଛି । ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁ ଦ୍ରୁତଗତିରେ ଏକ ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନର ଏକଡ଼-ସେକଡ଼ (to & fro) ହେବାକୁ କମ୍ପନ କୁହାଯାଏ । ମନୁଷ୍ୟମାନଙ୍କର ସ୍ୱର ପେଟିକା (vocal cord)ରେ ଥିବା ବାୟୁର କମ୍ପନରୁ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଗୋଟିଏ ପକ୍ଷୀ ଡେଣା ହଲାଇ ଉଡ଼ିଗଲା ବେଳେ ତୁମେ କୌଣସି ଧ୍ୱନି ଶୁଣି ପାର କି ? ମହୁମାଛିଙ୍କର ଗୁଣ୍ଗୁଣ୍ 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 ଧ୍ୱନି ଶୁଣିଥାଉ । ଯଦି ଉପର ବର୍ଣ୍ଣିତ ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡ ପରୀକ୍ଷାଟି ତୁମେ କେବେ କରିନାହଁ, ତାହାହେଲେ ତାହା କରି ରବର ବ୍ୟାଣ୍ଡର କମ୍ପନକୁ ନିରୀକ୍ଷଣ କର ।

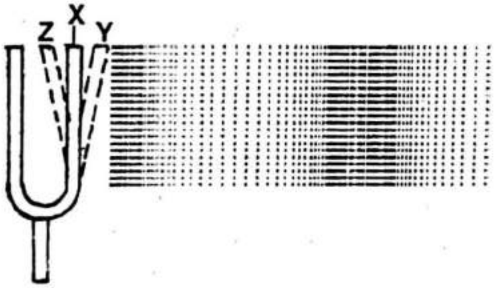
ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.3

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

9.2 ଧ୍ୱନିର ସଞ୍ଚାରଣ
(Propagation of Sound)

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



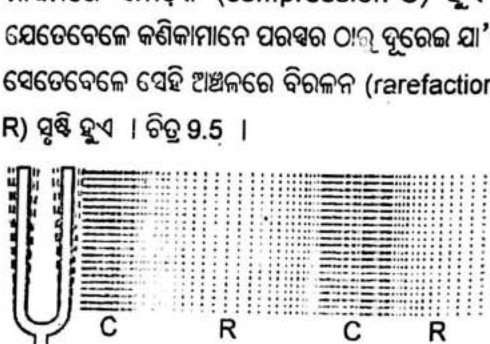
ଚିତ୍ର **9.4** ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କମ୍ପନ

ଚିତ୍ର 9.4 ରେ ଗୋଟିଏ ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କକୁ ଦେଖ । ଏହାର ଦୁଇଟି ଶାଖା ଅଛି । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କଟି କମ୍ପିତ ହେଉନଥିବାବେଳେ ତାହାର ଏକ ଶାଖାର ଅବସ୍ଥାନ X ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ ହୋଇଛି । ଏହାକୁ ତାହାର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ (mean position) କହିବା । କମ୍ପିତ ହେଲେ, ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖା ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ 'X'ର ଉଭୟ ଦିଗରେ Y ଓ Z ମଧ୍ୟରେ ଏପଟ ସେପଟ ହୋଇ ଗତି କରିବ । ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର ଶାଖାଟି କମ୍ପିତ ହେଉଥିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହା ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ 'X' ର ଉଭୟ 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 ଦ୍ୱିତୀୟ କଣିକାଟି ସ୍ଥିର ଅବସ୍ଥାରୁ ବିସ୍ଥାପିତ ହୁଏ । ପ୍ରଥମ କଣିକାଟି ତାହା ନିକଟସ୍ଥ ଦ୍ୱିତୀୟ କଣିକାକୁ ଧକ୍‌କା (collision) ମାରିଲା ପରେ ନିଜର ଗତିକୁ ବିପରୀତମୁଖୀ କରି ନିଜର ମାଧ୍ୟ ଅବସ୍ଥାନ ଆଡ଼କୁ ଫେରିଆସେ ।

ସେହିପରି ଦ୍ୱିତୀୟ 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 । ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତି ଏହିପରି ଭାବରେ ମାଧ୍ୟମରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇ ଶେଷରେ ଶ୍ରୋତାର କାନ ପାଖରେ ପହଞ୍ଚେ । ପ୍ରକୃତରେ ଧ୍ୱନି 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 ଧ୍ୱନି 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 ।



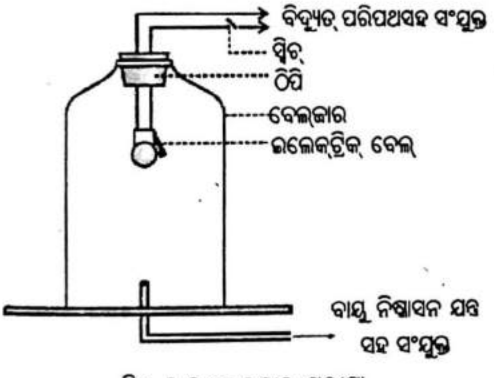
ଚିତ୍ର **9.5** ଟ୍ୟୁନିଙ୍ଗ ଫର୍କର କଂପନରୁ ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିବା ସଂପୀଡ଼ନ (C) ଓ ବିରଳନ (R)

ସମ୍ପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ ଗୋଟିଏ ଅଞ୍ଚଳରେ ଏକାନ୍ତର ଭାବରେ ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ ।

ମାଧ୍ୟମର ସମ୍ପୀଡ଼ନ 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 ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ଗତି କରୁଥିଲାବେଳେ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ପ୍ରତ୍ୟେକ ବିନ୍ଦୁରେ ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୋଇଥାଏ । ଏହାହିଁ ମାଧ୍ୟମ ମଧ୍ୟରେ ଧ୍ୱନି ସଞ୍ଚାରଣର ମୌଳିକ ତଥ୍ୟ ।

9.2.1 ଧ୍ୱନି ଗତି କରିବାପାଇଁ ଏକ ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ : (Sound needs a medium to travel)

ଧ୍ୱନି ଏକ ଯାନ୍ତ୍ରିକ ତରଙ୍ଗ (mechanical wave) । ଏହା ସଞ୍ଚାରିତ ହେବାପାଇଁ ଏକ ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମ ଯଥା : ଜଳ, ବାୟୁ, ଷ୍ଟିଲ ଇତ୍ୟାଦି ପରି ମାଧ୍ୟମ ଆବଶ୍ୟକ କରେ । ଧ୍ୱନି 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 ବିଦ୍ୟୁତ ପରିପଥ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ କର । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିପଥକୁ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କଲେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍ ବାଜିବ ଓ ତୁମେ ତାହାର ଧ୍ୱନି ଶୁଣି ପାରିବ । ଏହାର କାରଣ କ'ଣ, କହିଲ ଦେଖି । ବେଲ୍‌ଜାର ମଧ୍ୟରେ ବାୟୁ ଥିବାରୁ ଏପରି ଧ୍ୱନି ତୁମେ ଶୁଣି ପାରିଲ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍‌ରୁ ଧ୍ୱନି ନିସୃତ ହେଉଥିଲାବେଳେ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସନ ପମ୍ପ ସାହାଯ୍ୟରେ ବେଲ୍‌ଜାରରୁ ବାୟୁ ନିଷ୍କାସନ କର । ବେଲ୍‌ଜାରରୁ ବାୟୁ କମି ଆସୁଥିଲାବେଳେ ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା (loudness) ମଧ୍ୟ କ୍ଷୀଣ ହୋଇ ଆସିବ । ଯେତେବେଳେ ବେଲ୍‌ଜାରଟି ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବାୟୁ ଶୂନ୍ୟ ହୋଇଯିବ, ସେତେବେଳେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ବେଲ୍‌ର ହାତୁଡ଼ି ତାର ଗିନା ଉପରେ ବାଡ଼େଇ ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆଉ ଧ୍ୱନି ଶୁଣାଯିବ ନାହିଁ । ପୁନଶ୍ଚ ତାହା ମଧ୍ୟକୁ ଆସ୍ତେ ଆସ୍ତେ ବାୟୁ ପ୍ରବେଶ କରାଇଲେ କ'ଣ ହେବ କହିଲ ?

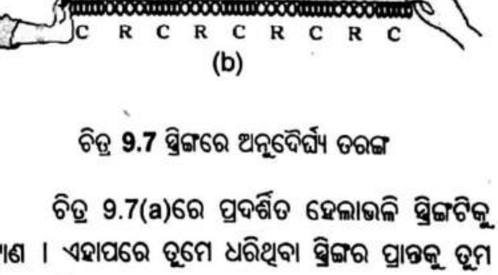
ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ତୁମ ବିଦ୍ୟାଳୟରେ ସ୍କୁଲଘଣ୍ଟାରୁ କିପରି ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ବୁଝାଅ ।
2. ଧ୍ୱନି 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 ଧ୍ୱନି 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 ଧରବାକୁ 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 ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗକୁ ଠେଲ ଏବଂ ଟାଣ, କ'ଣ ଲକ୍ଷ୍ୟ କରୁଛ ? ଯଦି ଏହି ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗ ଉପରେ ଏକ ଚିହ୍ନ ଦେବ, ତାହାହେଲେ ତୁମେ ଦେଖିବ ଯେ ତୁମେ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗକୁ ଠେଲିବା ଓ ଟାଣିବା ବେଳେ ସେହି ଚିହ୍ନଟି ଏପଟ ସେପଟ ହୋଇ ଗତି କରୁଛି । ତା' ଗତିର ଦିଗ ସ୍ପ୍ରିଙ୍ଗରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ବିଚଳନ (disturbance)ର ସଞ୍ଚାରଣ ଦିଗ ସହିତ ସମାନ୍ତର ହୋଇଥାଏ ।

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

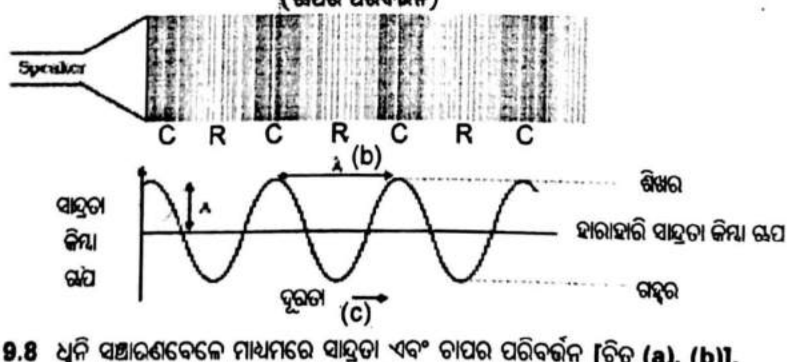
ତରଙ୍ଗ ଦୁଇପ୍ରକାରର ହୋଇପାରେ । ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଓ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ ।

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 ଉଭୟ 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 ଅଭିଲମ୍ବଭାବେ ଦୋଳନ କରନ୍ତି, ସେହି ତରଙ୍ଗକୁ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ ତରଙ୍ଗ କୁହାଯାଏ ।** ଆଲୋକ ତରଙ୍ଗ ଏହି ଶ୍ରେଣୀୟ 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 ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନ [ଚିତ୍ର (a), (b)], ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ ପରିବର୍ତ୍ତନର ଗ୍ରାଫ୍ [ଚିତ୍ର (c)]

ଚିତ୍ର 9.4(c) ରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଗ୍ରାଫ୍ ଅଙ୍କନ କରାଯାଇଛି । ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଗତି କଲାବେଳେ ସେହି ମାଧ୍ୟମର ସାନ୍ଦ୍ରତା ଓ ଚାପ କିପରି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ, ତାହା ଚିତ୍ର 9.4 (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 9.4 (c) ।

ସଂପୀଡ଼ନ ଅଞ୍ଚଳରେ କଣିକାମାନେ ପରସ୍ପରର ନିକଟବର୍ତ୍ତୀ ହୋଇଥାଆନ୍ତି ଏବଂ ଏହାକୁ ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଉପର ଅଂଶରେ ପାହାଡ଼ (hill) ସଦୃଶ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର 9.4(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 ଗ୍ରାଫ୍‌ର ତଳ ଅଂଶରେ ଉପତ୍ୟକା (valley) ସଦୃଶ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । ଚିତ୍ର 9.4(c) । ଗ୍ରାଫ୍‌ର ଉପର ଅର୍ଦ୍ଧାଂଶକୁ ଶିଖର (crest) ଏବଂ ନିମ୍ନ ଅର୍ଦ୍ଧାଂଶକୁ ଗହ୍ୱର (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 (λ) ଦ୍ୱାରା 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 । ଧ୍ୱନି 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 ପୁନଶ୍ଚ ସର୍ବୋଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଫେରି ଆସିବାକୁ ଏକ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ଦୋଳନ କହନ୍ତି ।** ଏକକ ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମରେ ଏ ପ୍ରକାରର ଦୋଳନର ସଂଖ୍ୟାକୁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି କହନ୍ତି । ଏହାକୁ ଗ୍ରୀକ୍ ଅକ୍ଷର ନିଉ (ν) ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ । ମାତ୍ର ଏଠାରେ ଆବୃତ୍ତିକୁ ଇଂରାଜୀ ଛୋଟ ଅକ୍ଷର **f** ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି । S.I ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଆବୃତ୍ତିର ଏକକ ହେଉଛି ହର୍ଜ (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 ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ କୁହାଯାଏ ।** ଆବର୍ତ୍ତକାଳର ସଂକେତ ସାଧାରଣତଃ T ନିଆଯାଏ । S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଏହାର ଏକକ ହେଉଛି ସେକେଣ୍ଡ (s) ।

ଜାଣିଛ କି ?

H.R.Hertz

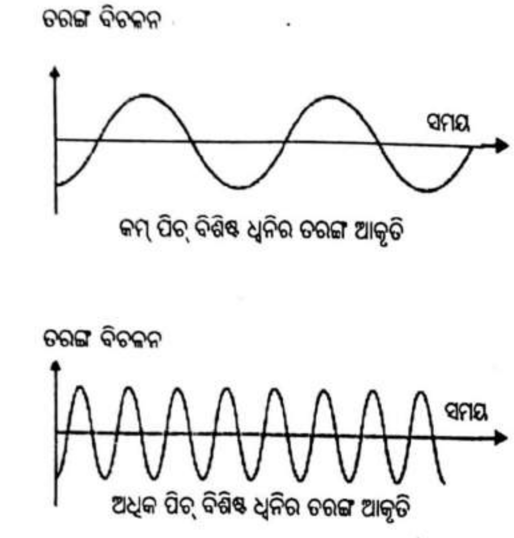
ହେନରିଚ୍ ରୁଡ଼ଲଫ୍ ହର୍ଜ ଜର୍ମାନ ଦେଶର ହାମବର୍ଗ ସହରରେ 1857 ମସିହା ଫେବୃୟାରୀ ମାସ 22 ତାରିଖ ଦିନ ଜନ୍ମଗ୍ରହଣ କରିଥିଲେ । ସେ ବର୍ଲିନ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟରୁ ଶିକ୍ଷାଲାଭ କରିଥିଲେ । ଏକ ପରୀକ୍ଷାଦ୍ୱାରା ଜେ.ସି.ମାକ୍ସୱେଲ୍‌ଙ୍କ ବିଦ୍ୟୁତ ଚୁମ୍ବକୀୟ ତତ୍ତ୍ୱକୁ ସେ ପ୍ରମାଣିତ କରିଥିଲେ । ସେ ଯେଉଁ ମୂଳଦୁଆ ପକାଇଥିଲେ ତାହା ଯୋଗୁ ବର୍ତ୍ତମାନର ରେଡ଼ିଓ, ଟେଲିଫୋନ, ଟେଲିଗ୍ରାଫ୍ ଏବଂ ଟେଲିଭିଜନ ଏତେ ସଫଳତା ହାସଲ କରିପାରିଛି । ସେ ମଧ୍ୟ ଆଲୋକ-ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରଭାବ (Photoelectric Effect)ର ଆବିଷ୍କାରକ । ଏହି ତତ୍ତ୍ୱକୁ ପରବର୍ତ୍ତୀ ସମୟରେ ଆଲବର୍ଟ ଆଇନ୍‌ଷ୍ଟାଇନ୍ ଭଲଭାବରେ ବୁଝାଇ ଥିଲେ । ତାଙ୍କର ନାମାନୁସାରେ S.I. ଏକକ ପଦ୍ଧତିରେ ଆବୃତ୍ତିର ଏକକର ନାମ ହର୍ଜ (hertz) ରଖାଯାଇଛି ।

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

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

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

ବା ତାରତ୍ୱ ଏହି ପ୍ରକାର ଲକ୍ଷଣମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ଗୋଟିଏ ଅଟେ ।

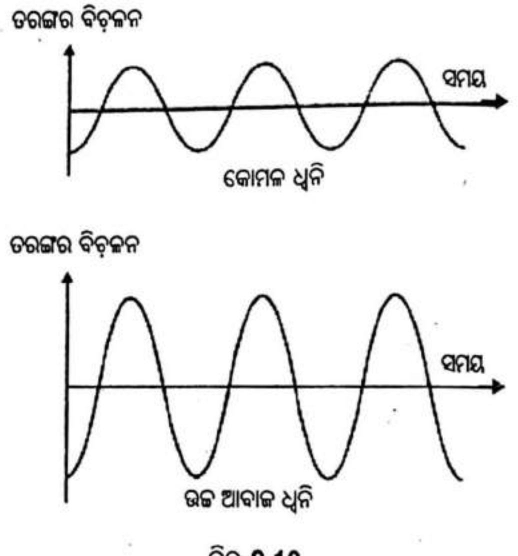


ଚିତ୍ର **9.9**

ଆମର ମସ୍ତିଷ୍କ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତିକୁ ଯେଉଁ ପ୍ରକାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା (interpret) କରେ, ତାହାକୁ ପିଚ୍ କୁହାଯାଏ । ଉତ୍ସର କମ୍ପନ କ୍ଷିପ୍ରତରହେଲେ ଧ୍ୱନିର ଆବୃତ୍ତି ଅଧିକ ହୁଏ ଏବଂ ପିଚ୍ ମଧ୍ୟ ଅଧିକ ହୁଏ । ଚିତ୍ର ୨.୨ । ଏକ ଅଧିକ ପିଚ୍ ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନିରେ ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟକ ସଂପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ ଏକକ ସମୟରେ ମାଧ୍ୟମର ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ବିନ୍ଦୁକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିଥାନ୍ତି । ବିଭିନ୍ନ ଆକାରର ବସ୍ତୁ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଅବସ୍ଥାରେ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିରେ କମ୍ପିତ ହୋଇ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ପିଚ୍‌ର ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି କରନ୍ତି ।

ଗୋଟିଏ ମାଧ୍ୟମରେ ଥିବା କଣିକାର ମାଧ୍ୟାବସ୍ଥାର ଉଭୟ ପଟେ ଦୋଳନରତ କଣିକାର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ବିସ୍ଥାପନକୁ ତରଙ୍ଗର ଆୟାମ (amplitude) କୁହାଯାଏ । ଏହାକୁ ଇଂରାଜୀ 'A' ଅକ୍ଷର ଦ୍ୱାରା ସୂଚିତ କରାଯାଏ । ଚିତ୍ର ୨.୪ (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 ଟେବୁଲକୁ ଆସ୍ତେକରି ଆଘାତ କଲ, ତାହାହେଲେ ତୁମେ ଏକ କୋମଳ ଧ୍ୱନି ଶୁଣିପାରିବ । କାରଣ ତୁମେ କମ୍ ଶକ୍ତି ଏବଂ କମ୍ - ଆୟାମ ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ସୃଷ୍ଟି କଲ । ସେହିଭଳି ତୁମେ ଟେବୁଲକୁ ଅଧିକ ଜୋରରେ ଆଘାତ 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 ଉତ୍ସରୁ ବାହାରି ସବୁଦିଗକୁ ବ୍ୟାପିଯାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ତାହାର ଉତ୍ସରୁ ଦୂରକୁ ଗଲେ ତାହାର ଶକ୍ତି ଓ ଆୟାମ କମିଯାଏ । ଚିତ୍ର ୨.10ରେ ଉଚ୍ଚ ଧ୍ୱନି ଓ କୋମଳ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆକୃତି (shape) ଦର୍ଶାଯାଇଛି ।



ଚିତ୍ର **9.10**

ଟିମ୍ବର 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 ଆବୃତ୍ତି ବିଶିଷ୍ଟ ଧ୍ୱନିକୁ ଟୋନ୍ (tone) କୁହାଯାଏ । ବିଭିନ୍ନ ଆବୃତ୍ତିର ମିଶ୍ରଣରେ ସୃଷ୍ଟି ହୋଇଥିବା ଧ୍ୱନିକୁ ନୋଟ୍ (note) କୁହାଯାଏ । ଏହା କାନ ପାଇଁ ପ୍ରୀତିକର ଓ ଶ୍ରୁତିମଧୁର ଅଟେ । କର୍କଶ ଶବ୍ଦ (noise) ଶ୍ରୁତିକଟୁ ଅଟେ । ସଙ୍ଗୀତ ଶ୍ରୁତିମଧୁର ଓ ଶୁଣିବାକୁ ପ୍ରୀତିକର ହୋଇଥାଏ ଯାହାର ଗୁଣାତ୍ମକ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଉଚ୍ଚମାନର ହୋଇଥାଏ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଧ୍ୱନିର ତାରତ୍ୱ ଓ ପ୍ରବଳତା ଧ୍ୱନିର କେଉଁ ଗୁଣ ଦ୍ୱାରା ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ହୁଏ ?
2. ଗୋଟିଏ କାରର ହର୍ଣ୍ଣର ଧ୍ୱନି ଓ ଗୀଟାରର ଧ୍ୱନି ମଧ୍ୟରୁ କାହାର ପିଚ୍ ଅଧିକ ଅନୁମାନ କର ।

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

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

ତେଣୁ $v = \frac{\lambda}{T}$

ଏଠାରେ λ ହେଉଛି ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଓ T ହେଉଛି ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ । (ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ସଂପୀଡ଼ନ ବା ବିରଳନର ମଧ୍ୟବିନ୍ଦୁ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତ୍ୱକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କୁହାଯାଏ) ।

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

$\therefore v = f\lambda$

ଅର୍ଥାତ୍, ତରଙ୍ଗ ବେଗ = ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି × ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ

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

ଉଦାହରଣ 9.1

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

ଉତ୍ତର :

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

ଉଦାହରଣ 9.2

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

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ତରଙ୍ଗର ଆବର୍ତ୍ତକାଳ = T = 0.05s

ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି = $f = \frac{1}{T}$

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

ଉଦାହରଣ 9.3

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

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ବେତାର ତରଙ୍ଗର ବେଗ = $v = 3 \times 10^8 m/s$ (ମନେରଖ)

ବେତାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ = 300 m

ଆମେ ଜାଣିଛେ,

$v = f\lambda$

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

$= 10^6$ Hz

ବା 1 ମେଗାହର୍ତ୍ସ

ଉଦାହରଣ 9.4

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

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି = f = 2kHz = 2000Hz

ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ = λ = 35cm = 0.35m

ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = d = 1.5km = 1500m

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

ମନେକର t = 1.5km ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିବା ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ସମୟ ।

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

ପ୍ରଶ୍ନ :

1. ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି, ଆୟାମ ଓ ଆବର୍ତ୍ତକାଳ କାହାକୁ କୁହାଯାଏ ?
2. ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତି ଓ ବେଗ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କଟିକୁ ଲେଖ ।
3. ଏକ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 220Hz ଏବଂ ଏହାର ବେଗ ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ 440m/s ହେଲେ, ତାହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।
4. ଧ୍ୱନି ଉତ୍ସଠାରୁ 450 ମିଟର ଦୂରରେ ଠିଆହୋଇ ଜଣେ ବ୍ୟକ୍ତି 500Hz ଆବୃତ୍ତିର ଧ୍ୱନି 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 ଧ୍ୱନି ଶକ୍ତି ଅତିକ୍ରମ କରେ ତାହାର ପରିମାଣକୁ ସେହି ବିନ୍ଦୁରେ ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା (intensity) କୁହାଯାଏ** । ଆମ୍ଭେମାନେ ସମୟେ ସମୟେ ଧ୍ୱନି ପ୍ରବଳତା (loudness) ଏବଂ ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତାକୁ (intensity)କୁ ଅଦଳବଦଳ କରି ବ୍ୟବହାର କରୁ । ମାତ୍ର ସେମାନେ ସମାନ ନୁହନ୍ତି । ଧ୍ୱନି ପ୍ରବଳତା କାନ ଉପରେ ପଡୁଥିବା ଧ୍ୱନିର ପ୍ରଭାବର ଏକ ମାପକ ଭାବରେ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଥାଏ । ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଶ୍ରୋତାଙ୍କ କାନ ପାଇଁ ଅଲଗା ଅଲଗା ହୋଇପାରେ । ଦୁଇଟି ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା ସମାନ ହୋଇଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଆମର କାନ ଗୋଟିଏ ଧ୍ୱନିକୁ ଅନ୍ୟଠାରୁ ଅଧିକ ପ୍ରବଳ (louder) ଭାବରେ ଶୁଣିପାରେ ।

ପ୍ରଶ୍ନ :

ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା ଓ ଧ୍ୱନିର ତୀବ୍ରତା ମଧ୍ୟରେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ଦର୍ଶାଅ ।

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

ଧ୍ୱନି 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 ଦେଖ ଓ କିଛି ସମୟ ପରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ିର ଶବ୍ଦ ଶୁଣ । ଏଥିରୁ ତୁମେ ଜାଣିଲ ଯେ ଧ୍ୱନି ଆଲୋକଠାରୁ ବହୁତ କମ୍ ବେଗରେ ଗତି କରେ । ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନିର ଗତିର ବେଗ, ସେହି ମାଧ୍ୟମର ଧର୍ମ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ । ଧ୍ୱନିର ବେଗ ମଧ୍ୟ ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ଉପରେ ନିର୍ଭରଶୀଳ । ମାଧ୍ୟମର ତାପମାତ୍ରା ବଢ଼ିଲେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ବଢ଼େ । ଉଦାହରଣ ସ୍ୱରୂପ ବାୟୁରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ $0^{\circ}C$ ତାପମାତ୍ରାରେ 331m/s ହେଲାବେଳେ $22^{\circ}C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଏହା ପ୍ରାୟ 344m/s ହୋଇଥାଏ । ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ($25^{\circ}C$) ତାପମାତ୍ରାରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ କେତେ ତାହା ସାରଣୀ- 9.1ରେ ଦର୍ଶାଯାଇଛି । (ଏହାକୁ ମୁଖସ୍ଥ କରିବା ଦରକାର ନାହିଁ) ।

ସାରଣୀ 9.1

ବିଭିନ୍ନ ମାଧ୍ୟମରେ $25^{\circ}C$ ତାପମାତ୍ରାରେ ଧ୍ୱନିର ବେଗ

ମାଧ୍ୟମର ଅବସ୍ଥା	ମାଧ୍ୟମର ନାମ	ଧ୍ୱନିର 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 ଧ୍ୱନି ଅଧିକ ବେଗରେ ଏବଂ କେଉଁଥିରେ ସବୁଠାରୁ କମ୍ ବେଗରେ ଗତିକରେ ?

ଜାଣିଛ କି ?

ସୋନିକ୍ ବୁମ୍ (Sonic boom) :

କୌଣସି ବସ୍ତୁର ଗତିର ବେଗ ଧ୍ୱନିର ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ହେଲେ, ବସ୍ତୁର ସେହି ବେଗକୁ ସୁପରସୋନିକ୍ ବେଗ କୁହାଯାଏ । ଜେଟ୍ ବିମାନ, ବନ୍ଧୁକର ଗୁଳି ଇତ୍ୟାଦି ଅନେକ ସମୟରେ ସୁପର ସୋନିକ୍ ବେଗରେ ଗତି କରିଥାନ୍ତି । କୌଣସି ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିକାରୀ ଉତ୍ସ ଧ୍ୱନିର ବେଗଠାରୁ ଅଧିକ ବେଗରେ ଗତିକଲେ ଏହା ବାୟୁରେ ସକ୍ ତରଙ୍ଗ (shock wave) ସୃଷ୍ଟି କରେ । ଏହି ସକ୍ ତରଙ୍ଗ ସମୂହରେ ପ୍ରଚୁର ଶକ୍ତି ରହିଥାଏ । ଏହି ତରଙ୍ଗ ସହିତ ଜଡ଼ିତ ବାୟୁ ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁସାରେ ଏହି ସକ୍ ତରଙ୍ଗ ଏକ ପ୍ରକାର ତୀବ୍ର 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 ।

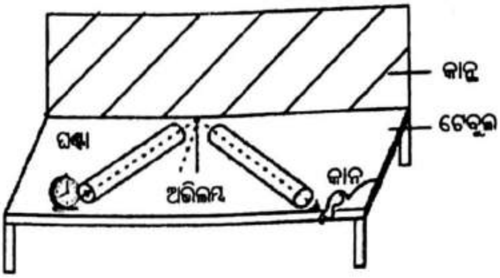
9.3 ଧ୍ୱନିର ପ୍ରତିଫଳନ (Reflection of Sound)

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

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

ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ପ୍ରତିଫଳନ ପାଇଁ ପ୍ରତିଫଳକ ବନ୍ଧୁର ବା ମସୃଣ ହୋଇପାରେ ମାତ୍ର ତାହାର ଆକାର ବଡ଼ ହେବା ଆବଶ୍ୟକ ।

ତୁମ ପାଇଁ କାମ : 9.5



ଚିତ୍ର **9.11** ଧ୍ୱନିର ପ୍ରତିଫଳନ

ଚିତ୍ର **9.11**ରେ ପ୍ରଦର୍ଶିତ ହେଲାଭଳି ଗୋଟିଏ ମୋଟା କାଗଜ ବ୍ୟବହାର କରି ଦୁଇଟି ପାଇପ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ କର । ଏହି ଦୁଇ ପାଇପ୍‌ର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅଧିକ ଲମ୍ବା ହେବା ଆବଶ୍ୟକ । ଏକ କାନ୍ଥ ନିକଟରେ ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ ରଖି ଟେବୁଲ ଉପରେ ପାଇପ୍ ଦୁଇଟିକୁ ଚିତ୍ର ଅନୁସାରେ ରଖ । ଗୋଟିଏ ଟେବୁଲ ଘଣ୍ଟା ଗୋଟିଏ ପାଇପ୍‌ର ଖୋଲା ମୁହଁ ପାଖରେ ରଖ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ପାଇପ୍ ମୁହଁ ପାଖରେ କାନରଖି ଘଣ୍ଟାର ଟିକ୍ ଟିକ୍ ଶବ୍ଦ ଶୁଣ । ଦ୍ୱିତୀୟ ପାଇପ୍‌ଟିକୁ ଟିକେ ଘୁଞ୍ଚାଘୁଞ୍ଚି କରି ଏପରି ଅବସ୍ଥା (ଦିଗ)ରେ ରଖ ଯେପରିକି ତୁମେ ତାହାର ମୁହଁ ପାଖରେ ଘଣ୍ଟାର ଶବ୍ଦ ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଶୁଣି ପାରିବ । ପ୍ରଥମ ପାଇପ୍ ବାଟେ ଧ୍ୱନି ଆପତିତ ହେଲା ଓ ଦ୍ୱିତୀୟ 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 ପ୍ରତିଧ୍ୱନି : (Echo)

ପାହାଡ଼ ପାଖରେ ବା ଉଚ୍ଚ ଅଟ୍ଟାଳିକା ପାଖରେ ବା ଅନ୍ୟ କୌଣସି ପ୍ରତିଫଳକ ନିକଟରେ ଉପଯୁକ୍ତ ସ୍ଥାନରେ ଠିଆ ହୋଇ ତୁମେ ତାଳି ମାରିଲେ କିମ୍ବା ଜୋର୍‌ରେ ଚିତ୍କାର କଲେ, ତୁମେ ସେହି ଧ୍ୱନିକୁ ପୁଣି କିଛି ସମୟ ପରେ ଶୁଣି ପାରିବ, ଯାହାକୁ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି କୁହାଯାଏ । ଧ୍ୱନି ଶୁଣିବାର ଇନ୍ଦ୍ରିୟାନୁଭୂତି (sensation) ଆମ ମସ୍ତିଷ୍କରେ 0.1ସେକେଣ୍ଡ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରହେ । ସେହି ସମୟ ମଧ୍ୟରେ ଯଦି ପ୍ରତିଫଳିତ ଧ୍ୱନି ଆମ କାନରେ ପହଁଞ୍ଚେ, ତେବେ ମୂଳ ଧ୍ୱନିରୁ ପ୍ରତିଧ୍ୱନିକୁ

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

9.3.2 ପ୍ରତିନାଦ : (Reverberation)

କୌଣସି ବଡ଼ ହଲ୍‌ରେ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିହେଲେ ଏହା ବାରମ୍ବାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ କ୍ଷୀଣ ନହେଲା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କିଛି ସମୟ ଧରି ବାରମ୍ବାର ସେହି ହଲ୍‌ରେ ଶୁଭେ । ହଲ୍‌ର କାନ୍ଥରୁ ପ୍ରତିଫଳନର ପୁନରାବୃତ୍ତ ଯୋଗୁ ଯେଉଁ ପୁନଃପୁନଃ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ, ତାହାକୁ ପ୍ରତିନାଦ କୁହାଯାଏ । ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍ ବା ବିରାଟ ହଲ୍‌ରେ ଅତ୍ୟଧିକ ପ୍ରତିନାଦ କେହି ଚାହାନ୍ତି ନାହିଁ, କାରଣ ଏହାଦ୍ୱାରା ଧ୍ୱନି ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଶୁଣାଯାଏ ନାହିଁ । ପ୍ରତିନାଦକୁ କମ୍ କରିବାପାଇଁ ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍ ବା ବଡ଼ ହଲ୍‌ର ଛାତ ଏବଂ ଭିତର କାନ୍ଥକୁ ଧ୍ୱନି ଶୋଷଣ କରିପାରୁଥିବା ପଦାର୍ଥ ଯଥା : ସଙ୍କୁଚିତ ଫାଇବର, ବନ୍ଧୁର ପ୍ଲାଷ୍ଟର କିମ୍ବା କନାର ବସ୍ତୁ ଦ୍ୱାରା ଆଚ୍ଛାଦିତ କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ହଲ୍ ବା ଅଡ଼ିଟୋରିୟମ୍‌ର ଚୌକିଗୁଡ଼ିକ ମଧ୍ୟ ଧ୍ୱନି ଶୋଷଣକାରୀ ପଦାର୍ଥଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଥାଏ ।

ଉଦାହରଣ : 9.5

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

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ଧ୍ୱନିର ବେଗ = $v = 346 m/s$

ସମୟ = $t = 5s$

ଧ୍ୱନିଦ୍ୱାରା ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = $d = v \times t$

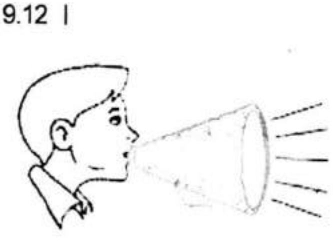
$= 346 m/s \times 5s = 1730m$

ପାହାଡ଼ ଓ ବ୍ୟକ୍ତି ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା

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

9.3.3 ଧ୍ୱନିର ବହୁ ପ୍ରତିଫଳନର ବ୍ୟବହାର : (Uses of Multiple Reflection of Sound)

1. ସଭାରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେଉଥିବା ଲାଉଡ଼ସ୍ପିକର ମେଗାଫୋନ, କାହାଳୀ (horn) ଓ କେତେକ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ର ଯଥା : ସାହାନାଇ, ଟ୍ରମ୍ପେଟ ଇତ୍ୟାଦି ଏ ପ୍ରକାର ଗଢ଼ା ହୋଇଥାଏ ଯେ ସେମାନଙ୍କ ମଧ୍ୟରୁ ନିସୃତ ଧ୍ୱନି ବିଛୁରିତ ନହୋଇ କେବଳ ଗୋଟିଏ ଦିଗରେ ଗତି କରେ । ଏହିସବୁ ବାଦ୍ୟଯନ୍ତ୍ରମାନଙ୍କରେ ଶଙ୍କୁ (conicat) ସଦୃଶ ମୁହଁ ଥାଏ । ଏହା ମଧ୍ୟଦେଇ ଧ୍ୱନି ବାରମ୍ବାର ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଆଗକୁ ଅଗ୍ରସର ହୋଇ ଶ୍ରୋତାମାନଙ୍କ ପାଖରେ ପହଁଞ୍ଚଥାଏ । ଚିତ୍ର 9.12 ।

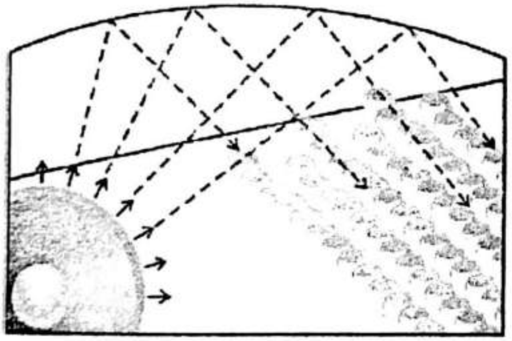


ଚିତ୍ର **9.12**

2. ଡାକ୍ତରମାନେ ଆମ ଶରୀର ଭିତରେ ଥିବା ହୃତ୍‌ପିଣ୍ଡର ସ୍ପନ୍ଦନ ବା ଫୁସ୍‌ଫୁସ୍‌ର କ୍ଷୀଣ ଧ୍ୱନିକୁ ସ୍ପଷ୍ଟ ଜାଣିବାପାଇଁ ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ୍ (stethoscope) ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତି । ଏହି ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ୍ ନଳୀ ଭିତରେ ଏକାଧିକ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ କ୍ଷୀଣ ଧ୍ୱନି ସ୍ପଷ୍ଟ ଭାବରେ ଡାକ୍ତରଙ୍କ କାନରେ ଶୁଭେ । ଚିତ୍ର **9.13** ।

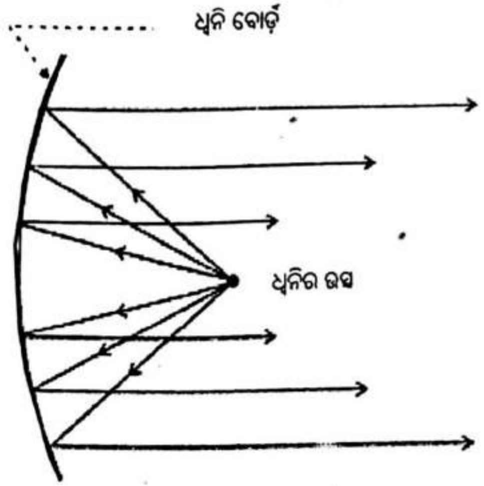
ଚିତ୍ର **9.13** ଷ୍ଟେଥୋସ୍କୋପ

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



ଚିତ୍ର **9.14** ବକ୍ତୃତା କକ୍ଷର ଅବତଳ ଛାତ

ଏହା ଯୋଗୁ ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ହଲ୍‌ର ସବୁ ସ୍ଥାନରେ ପହଞ୍ଚପାରେ । ଅନେକ ସମୟରେ ବକ୍ତୃତା କକ୍ଷରେ ବକ୍ତାର ପଛପଟେ ଅବତଳ ଆକାରର ବକ୍ର ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳକ ରଖାଯାଇଥାଏ । ଅବତଳ ପୃଷ୍ଠର ଫୋକସ୍‌ରେ ବକ୍ତା ଛିଡ଼ା ହୋଇ କହିଲେ ତାଙ୍କ ଧ୍ୱନିର ଉପଯୁକ୍ତ ପ୍ରତିଫଳନ ଯୋଗୁଁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ବିଭିନ୍ନ ଦିଗରେ ବିକ୍ଷିପ୍ତ ନହୋଇ ଶ୍ରୋତାଙ୍କ ଦିଗରେ ସଞ୍ଚାରିତ ହୋଇଥାଏ । ଚିତ୍ର **9.15** ।



ଚିତ୍ର **9.15** ଧ୍ୱନି ବୋର୍ଡ଼

ପ୍ରଶ୍ନ :

ବକ୍ତୃତାକକ୍ଷର ଛାତକୁ କାହିଁକି ବକ୍ରତଳ 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 ଇନ୍‌ଫ୍ରାସୋନିକ 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

ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ଆବୃତ୍ତି 20kHzରୁ ଅଧିକ ହେଲେ ତାହାକୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ (ultrasonic) [ସରଳଭାବରେ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ] ବା ପାରସ୍ୱନିକ ଧ୍ୱନି କୁହାଯାଏ । ଏହି ଧ୍ୱନିକୁ ମଧ୍ୟ ଆମେ ଶୁଣିପାରିବା ନାହିଁ । କାରଣ ଏହାର ଆବୃତ୍ତି 20kHzରୁ ବେଶି । ଡଲଫିନ୍, ପରପଏମ୍ (ଡଲଫିନ୍ 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 । ମୂଷାମାନେ ମଧ୍ୟ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ଧ୍ୱନି 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 ଧ୍ୱନି ଗ୍ରହଣ କରେ । ମାଇକ୍ରୋଫୋନ୍ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲରେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରେ । ଏହି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲକୁ ଆମ୍ପ୍ଲିଫାୟାର ସାହାଯ୍ୟରେ ବହୁଗୁଣିତ କରାଯାଏ ଓ ଏହି ବର୍ଦ୍ଧିତ ସିଗ୍ନାଲକୁ ଶ୍ରବଣ ସହାୟକ ଯନ୍ତ୍ରର ସ୍ପିକର ନିକଟକୁ ପ୍ରେରଣ କରାଯାଏ । ସ୍ପିକର ବିଦ୍ୟୁତ ସିଗନାଲକୁ ପୁଣି ଧ୍ୱନିରେ 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 ?

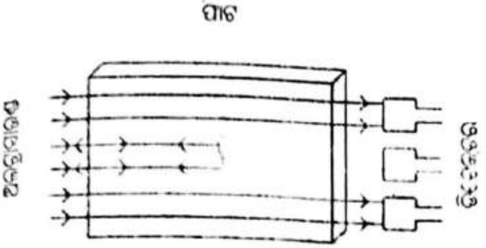
2. ଇନ୍‌ଫ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ଓ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ଆବୃତ୍ତିର ପରିସର କେତେ ?

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: ସାଇରାଲ 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 ଗ୍ରୀଜ୍, 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 ତ୍ରୁଟିପୂର୍ଣ୍ଣ ଧାତବ ବ୍ଲକ୍ ଦ୍ୱାରା 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 ତର୍ଟିଟି ଜଣାପଡ଼େ । ସାମାନ୍ୟ ଫାଟ ବା ତଟି ଥିଲେ ମଧ୍ୟ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ସେହି ସ୍ଥାନରୁ ପ୍ରତଫଳିତ ହୋଇ ଫେରିଆସେ ଯାହା ସେହି ଫାଟର ସୂଚନା ଦିଏ । ଚିତ୍ର 9.16 । ମାତ୍ର ସାଧାରଣ ଅଧିକ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗକୁ ଏଥିପାଇଁ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ ନାହିଁ, କାରଣ ଏହାର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ଅଧିକ ହୋଇଥିବାରୁ ଏହା ଫାଟ ବା ଫାଙ୍କା ସ୍ଥାନରୁ



ବଙ୍କାଇଯାଇ ଏହା ଡିଟେକ୍ଟରର ପାଖରେ ପହଞ୍ଚଯାଏ । ଫଳରେ ଫାଟ ଚିହ୍ନିତ ହୋଇପାରେନା ।

3. ହୃତପିଣ୍ଡର ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶରୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗର ପ୍ରତିଫଳନ କରାଇ ସେହି ଅଂଶମାନଙ୍କର ପ୍ରତିବିମ୍ବ ତିଆରି କରାଯାଏ । ଏହି ଫଟୋ ଦେଖି ଡାକ୍ତରମାନେ ଚିକିତ୍ସା କରନ୍ତି । ଏହି ପ୍ରକାର ପଦ୍ଧତିକୁ ଚିକିତ୍ସା ବିଜ୍ଞାନରେ "ଇକୋକାର୍ଡ଼ିଓଗ୍ରାଫି" (echocardiography) କୁହାଯାଏ ।

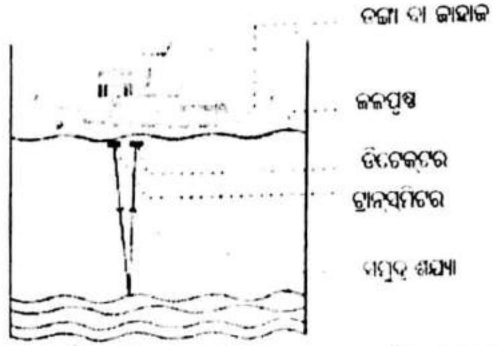
4. ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ସ୍କାନର ଏକ ଯନ୍ତ୍ର ଯାହା ସାହାଯ୍ୟରେ ଆମ ଶରୀରର ଆଭ୍ୟନ୍ତର ଅଙ୍ଗ ପ୍ରତ୍ୟଙ୍ଗକୁ ଯାଞ୍ଚ କରି (scanning) ସେମାନଙ୍କର ଫଟୋ ଉତ୍ତୋଳନ କରାଯାଇପାରେ । ଏଥିରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ । ରୋଗୀର ଲିଭର, ଗଲବ୍ଲାଡ଼ର, ଇଉଟେରସ ଏବଂ କିଡ଼ନି ଇତ୍ୟାଦିର ତ୍ରି-ବିମୀୟ ଛବି କମ୍ପ୍ୟୁଟରର ମନିଟରରେ ଦେଖିହୁଏ । ଏହି ଛବି ଦେଖି ଡାକ୍ତରମାନେ ରୋଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ 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 ମୂତ୍ରରେ ମିଶି ପଦାକୁ ବାହାରିଆସେ । 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, ଦୂରତ୍ୱ, ଦିଗ ଓ ବେଗ ଜାଣିହୁଏ । ଏହାର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳନର ମୌଳିକ ନିୟମ ଉପରେ ପର୍ଯ୍ୟବେସିତ । ସୋନାରରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ।

ସୋନାର କିପରି କାମ କରେ ଆସ ଏ ବିଷୟରେ ଜାଣିବା । ସୋନାରରେ ଗୋଟିଏ ଟ୍ରାନ୍ସମିଟର (transmitter) ଏବଂ ଗୋଟିଏ ଡିଟେକ୍ଟର (ditector) ଥାଏ । ଏହା ବଡ଼ ବଡ଼ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଡଙ୍ଗା (power boat) ସବ୍‌ମାରିନ୍ ବା ଜାହାଜରେ ଖଞ୍ଜା ହୋଇଥାଏ ।



ଟ୍ରାନସମିଟରରୁ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ପଲ୍‌ସ (pulse) ପାଣି ଭିତରକୁ ପଠାଯାଏ । ସେହି ପଲ୍‌ସ ସମୁଦ୍ର ଶଯ୍ୟାରେ କିମ୍ବା ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଜାହାଜ, ପାହାଡ଼ ବା ଅନ୍ୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କ ଦ୍ୱାରା ବାଧାପ୍ରାପ୍ତ ହେଲେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ଫେରିଆସେ । ଏହି ପ୍ରତିଫଳିତ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ଡିଟେକ୍ଟରର ସାହାଯ୍ୟରେ ଗୃହୀତ ହୁଏ । ଡିଟେକ୍ଟର ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗକୁ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ସଙ୍କେତ (signal) ରେ ପରିଣତ କରେ ଯାହାର ବିଶ୍ଳେଷଣ କରାଯାଏ । ଧ୍ୱନିର ପ୍ରେରଣ ଓ ପ୍ରତିଧ୍ୱନିର ଗ୍ରହଣ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସମୟ ବ୍ୟବଧାନ 't', ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗର ବେଗ 'v' ଓ ଜାହାଜଠାରୁ ପ୍ରତିବନ୍ଧକର ଦୂରତା 'd' ହେଲେ, ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ତରଙ୍ଗ ମୋଟ 2d ଦୂରତା ଅତିକ୍ରମ କରିଥାଏ ।

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

କିମ୍ବା $d = \frac{v\,t}{2}$

ଏହି ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରି ଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ି ରହିଥିବା ଅଦୃଶ୍ୟ ବସ୍ତୁମାନଙ୍କର ଜଳପୃଷ୍ଠଠାରୁ ଦୂରତା ଗଣନା କରାଯାଇଥାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିକୁ ଇକୋ ରେଞ୍ଜିଂ (echo ranging) ପଦ୍ଧତି କୁହଯାଏ । ଏହି ପଦ୍ଧତିଦ୍ୱାରା ସମୁଦ୍ର

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 ଗୃହୀତ ହେଲା । ସମୁଦ୍ର ଜଳରେ ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ବେଗ 1530m/s ହେଲେ, ସମୁଦ୍ର ଜଳର ଗଭୀରତା କେତେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

ଉତ୍ତର :

ଦତ୍ତ ଅଛି,

ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ପହଞ୍ଚିବାର ସମୟ = t = 3 ସେକେଣ୍ଡ

ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡର ବେଗ = v = 1530 m/s

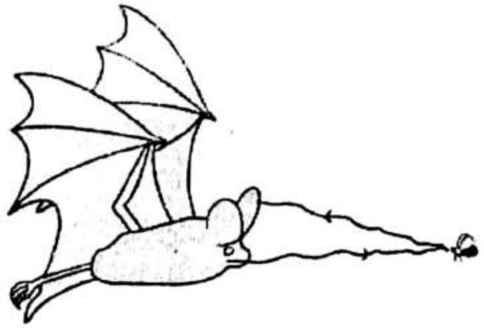
ଅତିକ୍ରାନ୍ତ ଦୂରତା = 2 × ସମୁଦ୍ର ଜଳର ଗଭୀରତା (d)

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

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

> **ପ୍ରଶ୍ନ :**
>
> ଏକ ବୁଡ଼ାଜାହାଜରେ ଥିବା ସୋନାରରୁ ସମୁଦ୍ରଜଳ ମଧ୍ୟରେ ବୁଡ଼ିରହିଥିବା ପାହାଡ଼ ଆଡ଼କୁ ଅଲଟ୍ରାସୋନିକ୍ ତରଙ୍ଗ ପଲ୍‌ସ 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 ପଲ୍‌ସମାନଙ୍କୁ ନିର୍ଗତ କରି ପ୍ରେରଣ କରେ ଯାହା ପ୍ରତିବନ୍ଧକ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରତିଫଳିତ ହୋଇ ବାଦୁଡ଼ି

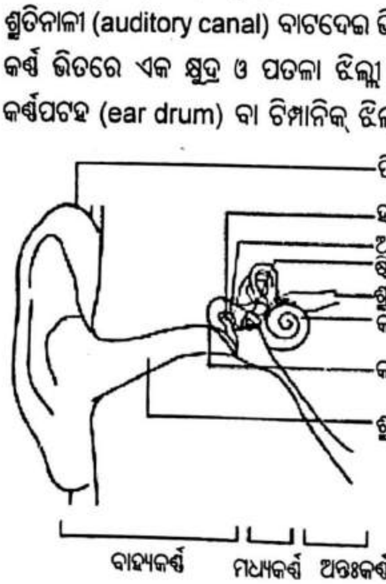


ଚିତ୍ର **9.18** ବାଦୁଡ଼ିର ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ପ୍ରେରଣ ଓ ଗ୍ରହଣ

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 ଶ୍ରୁତିନାଳୀ (auditory canal) ବାଟଦେଇ ଭିତରକୁ ଯାଏ । କର୍ଣ୍ଣ ଭିତରେ ଏକ କ୍ଷୁଦ୍ର ଓ ପତଳା ଝିଲ୍ଲୀ ଥାଏ, ତାହାକୁ କର୍ଣ୍ଣପଟହ (ear drum) ବା ଟିମ୍ପାନିକ୍ ଝିଲ୍ଲୀ କୁହାଯାଏ ।



ଚିତ୍ର **9.19** ମାନବ କର୍ଣ୍ଣ

ଠେଲିଦିଏ । ସେହିଭଳି ଯେତେବେଳେ ବିରଳନ କର୍ଣ୍ଣପଟହ ନିକଟରେ ପହଞ୍ଚେ ସେତେବେଳେ କର୍ଣ୍ଣପଟହ ଉପରେ ପ୍ରଦତ୍ତ ଚାପ ହ୍ରାସ ପାଏ, ତେଣୁ କର୍ଣ୍ଣପଟହ ବିପରୀତ ଦିଗରେ ଟିକେ ବାହାରକୁ ଚାଲିଆସେ । ଏହାଦ୍ୱାରା କର୍ଣ୍ଣପଟହ ବାରମ୍ବାର ଆଗପଛ ହୋଇ କମ୍ପିତ ହୁଏ । ଏହି କମ୍ପନ ମଧ୍ୟ କର୍ଣ୍ଣରେ ଥିବା ତିନୋଟି ହାଡ଼ ଯଥା : ହାମର, ଆନ୍‌ଭିଲ ଓ ଷ୍ଟିରପ୍ ଦ୍ୱାରା ବହୁଗୁଣିତ ହୋଇଥାଏ । ମଧ୍ୟ କର୍ଣ୍ଣ ଏହି ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ଅନ୍ତଃକର୍ଣ୍ଣ (inner ear)କୁ ପଠାଏ । ସେଠାରେ କର୍ଣ୍ଣକମ୍ବୁକ (cochlea) ଥାଏ, ଯାହା ଚାପର ପରିବର୍ତ୍ତନକୁ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲସ୍‌ରେ ପରିଣତ କରେ । ଏହି ବୈଦ୍ୟୁତିକ ସିଗନାଲସ୍ ଶ୍ରୁତି 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 ଜଡ଼ୀୟ ମାଧ୍ୟମରେ ଅନୁଦୈର୍ଘ୍ୟ ତରଙ୍ଗ ଭାବରେ ଗତିକରେ ।
- ଏକ ମାଧ୍ୟମରେ ଧ୍ୱନି କ୍ରମାନ୍ୱୟରେ ସଂପୀଡ଼ନ ଓ ବିରଳନ 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 ସଂପୀଡ଼ନ ବା ଦୁଇଟି କ୍ରମିକ ବିରଳନର ମଧ୍ୟ ବିନ୍ଦୁ ଦ୍ୱୟ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତାକୁ ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ (λ) 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 ଆବୃତ୍ତ (f) କୁହାଯାଏ । $\left(f = \frac{1}{T}\right)$
- ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ, ଆବୃତ୍ତ ଓ ବେଗ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ସଂପର୍କ ହେଲା - $v = f\lambda$

  କିମ୍ବା $f = \frac{v}{\lambda}$

  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, ପ୍ରତିଫଳତ 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 ଆବୃତ୍ତର ପରିସର 20Hz ରୁ 20kHz ଅଟେ ।
- ଧ୍ୱନିର ପ୍ରବଳତା, କାନରେ ଧ୍ୱନି ଶ୍ରବଣର ତୀବ୍ରତାର ଏକ ଇନ୍ଦ୍ରିୟାନୁଭୂତି । 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 ବୁଡ଼ି 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) ହର୍ଜ ହେଉଛି-

   (i) ସେକେଣ୍ଡ (ii) ସେକେଣ୍ଡ$^{-1}$ (iii) ମିଟର (iv) ମିଟର$^{-1}$

   (c) ସମୁଦ୍ରର ଗଭୀରତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ କେଉଁ ଯନ୍ତ୍ର ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ ?

   (i) ସୋନାର (ii) ରେଡ଼ାର (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 ସଂପୀଡ଼ନ 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 ଅନ୍ଧାର ଘରେ ବସିଥିବା ତୁମ ବନ୍ଧୁଙ୍କ ଆବାଜରୁ ବନ୍ଧୁଙ୍କ ଉପସ୍ଥିତି ତୁମେ ଧ୍ୱନିର କେଉଁ ଗୁଣଯୋଗୁ ଜାଣିପାର ?
7. ବିଜ୍ଞାନ ସମ୍ମତ କାରଣ ଦର୍ଶାଅ ।

   (a) ଏକା ସମୟରେ ବିଜୁଳି ଓ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ସୃଷ୍ଟି ହେଉଥିଲେ ମଧ୍ୟ ପ୍ରଥମେ ବିଜୁଳି ଦେଖାଯାଏ ଏବଂ ତାହାର କିଛି ସମୟପରେ ଘଡ଼ଘଡ଼ି ଶୁଣାଯାଏ ।

   (b) ବାଦୁଡ଼ି ଅନ୍ଧାର ରାତିରେ ତାହାର ଶିକାର ଧରିବାକୁ ସକ୍ଷମ ହୁଏ ?

8. ସାଧାରଣ ମଣିଷର ଧ୍ୱନି ପରିସର 20Hz ରୁ 20kHz । ଏହି ଦୁଇ ଆବୃତ୍ତର ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ କେତେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର । (v = 344m/s)

9. ତୁମର ଦୁଇ ସାଙ୍ଗ ଗୋଟିଏ ଏଲୁମିନିୟମ ଦଣ୍ଡର ଉଭୟ ପାର୍ଶ୍ୱରେ ବସିଛନ୍ତି । ଜଣେ ସାଙ୍ଗ ଗୋଟିଏ ପଥର ଦ୍ୱାରା ଏଲୁମିନିୟମ୍ ଦଣ୍ଡକୁ ଆଘାତ କଲା । ଅନ୍ୟ ସାଙ୍ଗ ପାଖକୁ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗ ବାୟୁରେ ଏବଂ ଏଲୁମିନିୟମରେ ପହଞ୍ଚିବା ସମୟର ଅନୁପାତ କେତେ ?

10. ଏକ ଧ୍ୱନି ଉତ୍ସର ତରଙ୍ଗ ଆବୃତ୍ତି 100Hz ହେଲେ, ଏହା ଏକ ମିନିଟରେ କେତେ ଥର କମ୍ପିତ ହେବ ?

11. ଆଲୋକ ପ୍ରତିଫଳନ ନିୟମ, ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳନ ପାଇଁ ପ୍ରଯୁଜ୍ୟ କି ? ଏହାକୁ ବୁଝାଅ ।

12. ଏକ ଦୂର ବସ୍ତୁରୁ ଧ୍ୱନି ଯେତେବେଳେ ପ୍ରତିଫଳିତ ହୁଏ, ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟି ହୁଏ । ଯଦି ପ୍ରତିଫଳନ ପୃଷ୍ଠ ଏବଂ ଧ୍ୱନି ସୃଷ୍ଟିର ଉତ୍ସ ମଧ୍ୟରେ ଦୂରତା ସମାନ ରହେ, ତାହାହେଲେ ଏକ ଉତ୍ତପ୍ତ ଦିନରେ ତୁମେ ପ୍ରତିଧ୍ୱନି ଶୁଣିପାରିବ କି ?

13. ଧ୍ୱନି ପ୍ରତିଫଳନର ଦୁଇଟି ବ୍ୟବହାରିକ ପ୍ରୟୋଗ ଲେଖ ।

14. ଗୋଟିଏ ପୋଖରୀ କୂଳକୁ ଲାଗି 500m ଉଚ୍ଚର ଏକ ଟାୱାର ଅଛି । ଏହି ଟାୱାର ଶୀର୍ଷରୁ ଗୋଟିଏ ପଥର ପୋଖରୀର ପାଣିକୁ ଖସିପଡ଼ିଲା । ପଥରର ପାଣିରେ ପଡ଼ିବାର ଶବ୍ଦ କେତେ ସମୟ ପରେ ଶୁଣାଯିବ ? ($g = 10m/s^2$ ଏବଂ v = 340m/s)

15. ଏକ ଧ୍ୱନି 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. ଧ୍ୱନିର 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 ସୋନାରଦ୍ୱାରା ଏକ ସିଗ୍‌ନାଲ ପଠାଗଲା ଏବଂ ତାହାର ପ୍ରତିଧ୍ୱନି 5 ସେକେଣ୍ଡ ପରେ ପହଞ୍ଚିଲା । ଯଦି ବୁଡ଼ାଜାହାଜଠାରୁ ବସ୍ତୁର ଦୂରତା 3625m ହୁଏ, ତାହାହେଲେ ଜଳରେ ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ବେଗ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କର ।

21. ଏକ ଧାତବ ବ୍ଲକରେ ଥିବା ବିଚ୍ୟୁତିକୁ କିପରି ଅଲଟ୍ରାସାଉଣ୍ଡ ପଦ୍ଧତିରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇପାରିବ ?

22. ମାନବ କର୍ଣ୍ଣର ଏକ ନାମାଙ୍କିତ ଚିତ୍ର ଅଙ୍କନ କର ।

23. ଆମେ କାନଦ୍ୱାରା 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, ଧ୍ୱନି ତରଙ୍ଗର ବେଗ କେତେ ?

●●●

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

ଓଡ଼ିଆ ଶବ୍ଦ	ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ	ଓଡ଼ିଆ ଶବ୍ଦ	ଇଂରାଜୀ ଶବ୍ଦ
ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱପାତନ -	Sublimation	ଜଡ଼ତ୍ୱ -	
ବିନ୍ଦୁକ -		ସଂବେଗ -	
ପ୍ରତିଦୀପ୍ତ ନଳୀ -		ସଂଘାତ -	
ଗୁପ୍ତତାପ -		ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ବଳ -	
ରଞ୍ଜକ -		ମହାକର୍ଷଣ -	
ବର୍ଣ୍ଣକଣା -		ମାଧ୍ୟାକର୍ଷଣ ଜନିତ ତ୍ୱରଣ -	
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 -	
ତ୍ୱରଣ -		ଆବୃତ୍ତି -	
ଆଲେଖ -		ତରଙ୍ଗ ଦୈର୍ଘ୍ୟ -	
ସମବୃତ୍ତୀୟ ଗତି -		ଆବର୍ତ୍ତକାଳ -	

ISRO
INDIA
ଓଡ଼ିଆପୋର୍ଟାଲ.ଇନ୍‌ଙ୍କର
ପାଠାଗାର
Pathagara.OdiaPortal.IN