باب 12

آواز
(Sound)

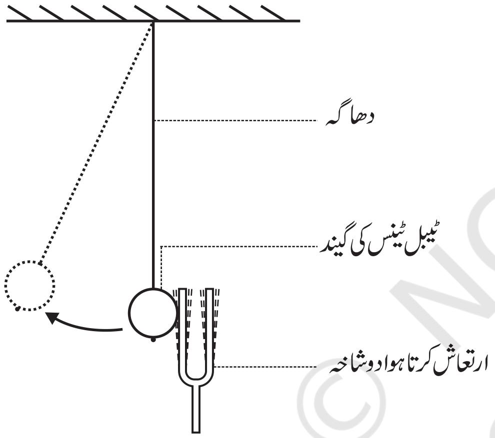
ہم روزانہ مختلف چیزوں کی آوازیں سنتے ہیں، جیسے انسانوں کی، چڑیوں کی، گھنٹیوں کی، مشینوں کی، سواریوں کی، ٹیلی ویژن اور ریڈیو کی — آواز توانائی کی ایک شکل ہے جو ہمارے کانوں میں سننے کا احساس پیدا کرتی ہے۔ توانائی کی دوسری قسمیں بھی ہیں، جیسے میکانیکی توانائی، حرارتی توانائی، روشنی وغیرہ۔ ہم پچھلے ابواب میں میکانیکی توانائی کے بارے میں بات کر چکے ہیں۔ آپ نے توانائی کی بقا کے بارے میں پڑھا تھا، جس کا مطلب ہے توانائی کو نہ تو تخلیق کیا جاسکتا ہے اور نہ فنا کیا جاسکتا ہے۔ ہم صرف اسے ایک شکل سے دوسری شکل میں تبدیل کر سکتے ہیں۔ جب آپ تالی بجاتے ہیں تو ایک آواز پیدا ہوتی ہے۔ کیا آپ اپنی توانائی استعمال کیے بغیر آواز پیدا کر سکتے ہیں؟ آپ نے آواز پیدا کرنے کے لیے توانائی کی کون سی شکل کو استعمال کیا؟ اس باب میں ہم سیکھنے جا رہے ہیں کہ آواز کیسے پیدا ہوتی ہے؟ یہ ایک وسیلے (واسطے) (Medium) میں سے کیسے ترسیل (Transmit) ہوتی ہے اور کیسے ہمارے کان اسے سنتے ہیں؟

12.1 آواز پیدا کرنا (Production of Sound)

سرگرمی 12.1

- ایک ٹیوننگ دوشاخہ (Tuning Fork) لیں اور ایک ربر پیڈ پر اسے مار کر اس میں ارتعاش (Vibration) پیدا کریں۔ اسے اپنے کان کے قریب لائیں۔
- کیا آپ کوئی آواز سنتے ہیں۔
- اپنی انگلیوں سے ارتعاش کرتے ہوئے ٹیونی دوشاخہ کے ایک شاخہ (Prong) کو چھو کر دیکھیے اور اپنے تجربے کو اپنے دوستوں کو بتائیے۔

- اب ٹیبل ٹینس کی گیند یا ایک پلاسٹک کی چھوٹی گیند کو ایک دھاگے سے، اسٹینڈ میں باندھ کر لٹکا دیجیے۔ [ایک بڑی سوئی اور دھاگہ لیجیے، دھاگے کے ایک سرے پر گرہ لگا دیجیے۔ پھر سوئی کی مدد سے دھاگہ گیند میں سے گذاریے]۔ گیند کو احتیاط کے ساتھ آہستہ آہستہ سے ٹیونی دوشاخہ کے ایک شاخہ سے چھوئیے۔
- دیکھیے کیا ہوتا ہے اور اپنے دوستوں کے ساتھ اس پر بحث کیجیے۔



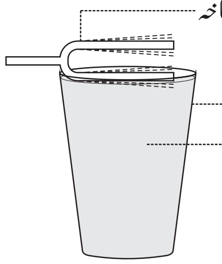
شکل **12.1**: ارتعاش کرتا ہوا دو شاخہ جو لٹکی ہوئی ٹیبل ٹینس کی گیندسے بس تماس میں ھے

سرگرمی 12.2

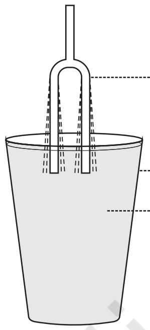
- ایک بیکر یا ایک گلاس میں پانی لیجیے۔ بیکر یا گلاس کو پورا بھر لیجیے۔ ارتعاش کرتے ہوئے دوشاخہ کے ایک شاخہ سے پانی کی سطح کو آہستگی سے چھوئیے، جیسا کہ شکل 12.2 میں دکھایا گیا ہے۔
- پھر ارتعاش کرتی ہوئی دوشاخہ کی شاخوں کو پانی میں ڈبو دیجیے، جیسا کہ شکل 12.3 میں دکھایا گیا ہے۔

© NCERT not to be republished

- دیکھیے دونوں صورتوں میں کیا کیا ہوتا ہے۔
- اپنے دوستوں سے بحث کیجیے کہ ایسا کیوں ہوا۔



شکل 12.2 : ارتعاش کرتے ہوئے دو شاخے کا ایک شاخہ پانی کی سطح کو چھوتا ہوا



شکل 12.3: ارتعاش کرتے ہوئے دو شاخے کے دونوں شاخے پانی میں ڈوبے ہوئے

مندرجہ بالا سرگرمیوں سے آپ کیا نتائج اخذ کر سکتے ہیں؟ کیا آپ بغیر ارتعاش کرتے ہوئے جسم کے آواز پیدا کر سکتے ہیں؟

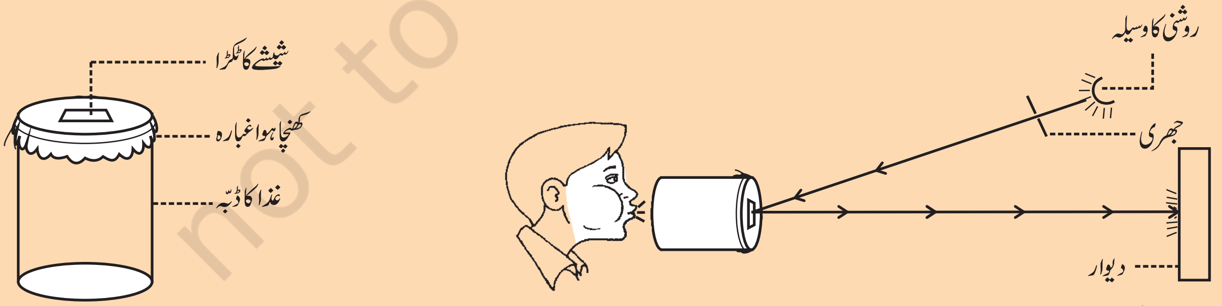
مندرجہ بالا سرگرمیوں میں ہم نے دوشاخہ کو پیڈ پر مار کر آواز پیدا کی تھی۔ ہم مختلف اشیاء کو چٹکی سے نوچ کر ان کو کھود کر یا کھجا کر، رگڑ کر یا گھس کر، ان میں ہوا پھونک کر یا انہیں ہلا کر بھی آواز پیدا کر سکتے ہیں۔ ان تمام طریقوں سے ہم اشیاء پر کیا اثر ڈالتے ہیں؟ ہم اشیاء میں ارتعاش پیدا کرتے ہیں اور آواز پیدا کرتے ہیں۔ ارتعاش کا مطلب ہے ایک شے میں تیزی سے آگے پیچھے (اوپر نیچے) حرکت پیدا کرنا۔ انسانی آواز بھی صوتی رگ (Vocal Cord) کے ارتعاشوں کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ جب ایک پرندہ اپنے پردوں کو پھڑ پھڑاتا ہے تو کیا آپ کوئی آواز سنتے ہیں؟ سوچیے ایک مکّھی کے بھنبھنانے کی آواز کیسے پیدا ہوتی ہے؟ ایک کھنچے ہوئے ربڑ کے بینڈ کو اگر انگلی سے بیچ میں سے چھوا جائے تو وہ ارتعاش کرنے لگتا ہے اور آواز پیدا ہوتی ہے۔ اگر آپ نے پہلے کبھی بھی ایسا نہیں کیا ہے تو ایک بار کر کے دیکھیے اور کھینچے ہوئے ربر بینڈ کے ارتعاش کا مشاہدہ کیجیے۔

سرگرمی 12.3

- مختلف قسم کے موسیقی کے آلات (سازوں) کی فہرست تیار کیجیے اور اپنے دوستوں کے ساتھ بحث کیجیے کہ ساز کا کون سا حصہ آواز پیدا کرنے کے لیے ارتعاش کرتا ہے۔

کیا آواز روشنی کے ایک دھبّے کو نچا سکتی ہے؟

ایک ٹین کا چھوٹا ڈبّہ لیجیے۔ اس کے دونوں پیندوں کو نکال کر اسے ایک کھوکھلا استوانہ (Hollow Cylinder) بنا دیجیے۔ ایک غبارہ لیجیے اور اسے ڈبے کے منھ پر کھینچ کر لگا دیجیے اور غبارے پر ایک ربر بینڈ لپیٹ دیجیے۔ آئینہ کا ایک چھوٹا ٹکڑا لیجیے۔ گوند کی چند بوندوں سے اس شیشہ کے ٹکڑے کو غبارے پر چپکا دیجیے۔ ایک جھری (Slit) سے شیشے پر روشنی پڑنے دیجیے۔ انعکاس (Reflection) کے بعد دیوار پر روشنی کا ایک دھبہ نظر آتا ہے، جیسا کہ شکل 12.4 میں دکھایا گیا ہے۔ ڈبّے کے کھلے ہوئے سرے میں زور سے بولیے یا چلایئے اور دیوار پر روشنی کے دھبّے کو ناچتے ہوئے دیکھیے۔ اپنے دوستوں سے بحث کیجیے کہ روشنی کے دھبّے کو کیا چیز نچا رہی ہے؟



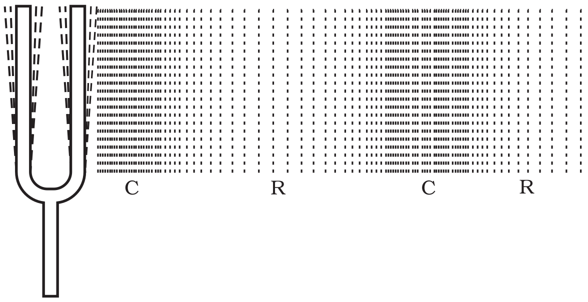
شکل 12.4: روشنی کے ایک وسیلہ سے روشنی کی ایک کرن شیشے پر پڑ رہی ہے۔ منعکس ہوئی روشنی دیوار پر پڑ رہی ہے۔

12.2 آواز کا اشعاع
(Propagation of Sound)

ہم جانتے ہیں کہ آواز اشیاء کے ارتعاش کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔ وہ مادہ یا شے جس سے آواز کی ترسیل (Transmission) ہوتی ہے، وسیلہ (Medium) کہلاتا ہے۔ یہ ٹھوس، رقیق یا گیس ہوسکتا ہے۔ آواز ایک وسیلہ میں حرکت کرتی ہوئی، جس نقطہ پر آواز پیدا ہورہی ہے، وہاں سے سننے والے تک پہنچتی ہے۔ جب ایک شے ارتعاش کرتی ہے تو یہ اپنے اردگرد کے وسیلے کے ذرات میں بھی ارتعاش پیدا کردیتی ہے۔ یہ ذرات ارتعاش کرتے ہوئے شے سے کان تک نہیں جاتے۔ وسیلے کا وہ ذرّہ جو ارتعاش کرتی ہوئی شے کے تماس میں ہے، پہلے اپنے توازن کے مقام سے منتقل ہوتا ہے۔ پھر وہ اپنے متصلہ ذرے (Adjacent Particle) پر قوت لگاتا ہے جس کے نتیجے میں متصلہ (Adjucent) اپنی حالتِ سکون کے مقام سے منتقل ہوتا ہے۔ متصل ذرہ کو اپنے مقام سے منتقل کرنے کے بعد پہلا ذرہ اپنے شروعاتی مقام پر واپس لوٹ آتا ہے۔ یہ عمل وسیلے میں جاری رہتا ہے، یہاں تک کہ آواز آپ کے کانوں تک پہنچ جاتی ہے۔ ایک آواز کے مخرج (Source) سے وسیلے میں پیدا ہونے والا اضطراب (Disturbance) وسیلہ سے گذرتا ہے اور وسیلہ کے ذرات سفر نہیں کرتے۔

ایک لہر وہ اضطراب ہے جو وسیلہ سے اس وقت گذرتا ہے، جب وسیلہ کے ذرات اپنے پڑوسی ذرات میں حرکت پیدا کرتے ہیں، وسیلے کے ذرات خود آگے حرکت نہیں کرتے بلکہ اضطراب آگے بڑھتا ہے۔ ایک وسیلے میں آواز کے اشعاع کے دوران یہی ہوتا ہے۔ اس لیے آواز کو ایک لہر سمجھا جاسکتا ہے۔ آواز کی لہریں، وسیلے کے ذرات کی حرکت کے ذریعے سفر کرتی ہیں اور میکانیکی لہریں کہلاتی ہیں۔

ہوا وہ سب سے عام وسیلہ ہے، جس سے آواز گذرتی ہے۔ ایک ارتعاش کرتی ہوئی شے، جب آگے حرکت کرتی ہے، تو پہلے اپنے سامنے کی ہوا کو دھکیلتی ہے اور اس طرح ہوا کو دبا کر ایک زیادہ دباؤ کا علاقہ تشکیل کرتی ہے۔ یہ علاقہ دباؤ (Compression) 'C' کہلاتا ہے، جیسا شکل 12.5 میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دباؤ (Compression) ارتعاش کرتی ہوئی شے سے آگے حرکت کرتا ہے۔ جب ارتعاش کرتی ہوئی شے پیچھے حرکت کرتی ہے تو یہ ایک کم دباؤ کا علاقہ تشکیل کرتی ہے جو تلطیف (Rarefaction) 'R' کہلاتا ہے، جیسا کہ شکل 12.5 میں دکھایا گیا ہے۔ جب شے ارتعاش کرتی ہے، یعنی آگے پیچھے تیزی سے حرکت کرتی ہے، تو ہوا میں دباؤ (C) اور تلطیف (R) کا ایک سلسلہ تشکیل پاتا ہے۔ یہ وہ آواز کی لہر بناتے ہیں جس کا وسیلہ اشعاع کرتا ہے۔ دباؤ زیادہ داب (High Pressure) کا علاقہ ہے اور تلطیف کم داب کا علاقہ ہے۔ داب کا دیے ہوئے حجم میں وسیلے کے ذرات کی تعداد سے رشتہ ہے۔ وسیلے میں ذرات کی زیادہ کثافت زیادہ داب پیدا کرتی ہے اور اس کے برخلاف بھی۔ اس لیے آواز کے اشعاع کو وسیلے میں کثافت ارتعاش یا داب ارتعاش کا اشعاع بھی سمجھا جاسکتا ہے۔



شکل 12.5 : ارتعاش کرتی ہوئی شے وسیلے میں دبائو (C) اور تلطیف (R) کا سلسلہ تشکیل کرتے ہوئے

سوال

1- ایک ارتعاش کرتی ہوئی شے کے ذریعے ایک وسیلے میں پیدا ہوئی آواز آپ کے کانوں تک کیسے پہنچتی ہے؟

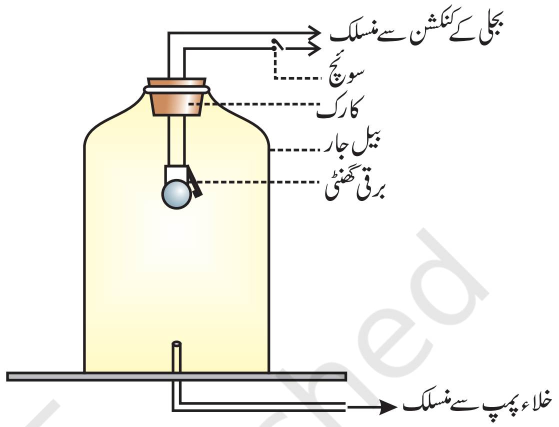
12.2.1 آواز کو سفر کرنے کے لیے وسیلہ کی ضرورت ہوتی ہے
(Sound Needs Medium to Travel)

آواز ایک میکانیکی لہر ہے اور اسے اپنے اشعاع کے لیے ایک مادّی وسیلے، جیسے ہوا، پانی، فولاد وغیرہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ خلاء میں سے نہیں گذر سکتی جس کا مندرجہ ذیل تجربے سے مظاہرہ کیا جاسکتا ہے۔

تجربہ: ایک بجلی کی گھنٹی اور ایک ایرٹائٹ (Airtight) شیشے کا بیل جار (Bell Jar) لیجیے۔ بجلی کی گھنٹی ایرٹائٹ بیل جار کے اندر لٹکا دیجیے۔ بیل جار ایک خلا پمپ (Vacuum Pump) سے منسلک ہے، جیسا کہ

© NCERT not to be republished

شکل 12.6 میں دکھایا گیا ہے۔ اگر آپ سوئچ دباتے ہیں تو آپ کو گھنٹی کی آواز سنائی دیتی ہے۔ اب خلا پمپ چلانا شروع کر دیجیے۔ جیسے جیسے جار میں سے ہوا باہر پمپ ہوتی جاتی ہے، گھنٹی کی آواز بتدریج کم ہوتی جاتی ہے حالانکہ گھنٹی میں سے اتنا ہی برقی کرنٹ گذر رہا ہے۔ کچھ دیر کے بعد جب بیل جار میں بہت کم ہوا رہ جاتی ہے تو بہت ہلکی آواز سنائی دیتی ہے۔ کیا ہوگا اگر بیل جار میں سے پوری ہوا خارج کر دی جائے؟ کیا آپ اب بھی گھنٹی کی آواز سن سکیں گے؟



شکل 12.6 : آواز خلاء میں سے نہیں گذر سکتی، دکھاتا ہوا بیل جار تجربہ

سوالات

1۔ وضاحت کیجیے کہ آپ کے اسکول کی گھنٹی سے آواز کیسے پیدا ہوتی ہے؟

2۔ آواز کی لہریں، میکانیکی لہریں کیوں کہلاتی ہیں؟

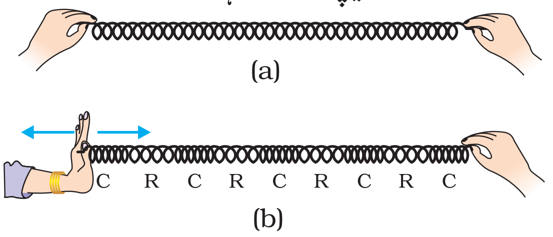
3۔ فرض کیجیے آپ اور آپ کا دوست چاند پر ہیں۔ کیا آپ اپنے دوست کی آواز سن سکیں گے؟

12.2.2 آواز کی لہریں طولی لہریں ہیں

(Sound Waves are Langitudinal Waves)

سرگرمی ______________ 12.4

- ایک سلنکی لیجیے۔ اپنے دوست سے اس کا ایک سرا پکڑنے کے کہیے۔ دوسرا سرا خود پکڑیے۔ اب سلنکی کو کھینچیے، جیسا کہ شکل (12.7 a) میں دکھایا گیا ہے۔ پھر اسے تیزی سے اپنے دوست کی طرف جھٹکا دیجیے۔
- آپ کیا دیکھتے ہیں؟ اگر آپ ایک بار اپنے ہاتھ کو جھٹکا دے کر سلنکی کو کھینچیں اور پھر دوسری بار دھکا دیں اور باری باری سے کھینچیے اور دھکّا دیتے ہیں تو آپ کیا دیکھیں گے؟
- اگر آپ سلنکی پر روشنائی سے ایک نقطہ لگا دیں، تو آپ دیکھیں گے کہ سلنکی پر لگایا گیا یہ نقطہ اضطراب کے اشعاع کی سمت کے متوازی، آگے پیچھے حرکت کرتا ہے۔



شکل 12.7 : ایک سلنکی میں طولی موج

وہ علاقے جہاں چھلّے ایک دوسرے کے زیادہ نزدیک آجاتے ہیں دباؤ کے علاقے 'C' (Compression) کہلاتے ہیں اور وہ علاقے جہاں چھلّے ایک دوسرے سے دور ہو جاتے ہیں، تلطیف کے علاقے 'R' (Rarefaction) کہلاتے ہیں۔ آپ جیسا کہ پہلے ہی جانتے ہیں کہ ایک وسیلے میں آواز کا اشعاع دباؤ اور تلطیف کے سلسلے کی شکل میں ہوتا ہے۔ اب آپ ایک سلنکی میں اضطراب کے اشعاع اور ایک وسیلے میں آواز کے اشعاع کا مقابلہ کر سکتے ہیں۔ یہ لہریں، طولی لہریں (Longitudinal) کہلاتی ہیں۔ ان لہروں میں وسیلے کے انفرادی ذرات، اضطراب کی حرکت کی سمت کے متوازی سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ یہ ذرات ایک مقام سے دوسرے مقام تک حرکت نہیں کرتے بلکہ صرف اپنے سکونی مقام (Position of Rest) پر آگے پیچھے احتزاز (Oscillate) کرتے ہیں۔ بالکل اسی طرح سے ایک آواز کی لہر کا اشعاع ہوتا ہے، اس لیے آواز کی لہریں، طولی لہریں ہیں۔

لہروں کی ایک قسم اور ہے جو عرضی لہر (Transverse Wave) کہلاتی ہے۔ ایک عرضی لہر میں ذرات لہر کے اشعاع کے خط پر حرکت نہیں کرتے بلکہ جب لہر گذرتی ہے تو اپنے اوسط مقام کے گرد اوپر نیچے احتزاز کرتے ہیں۔ اس لیے ایک عرضی موج وہ موج ہے، جس میں وسیلے

© NCERT not to be republished

کے انفرادی ذرات اپنے اوسط مقامات کے گرد، لہر کے اشعاع کی سمت کے، عمودی سمت میں حرکت کرتے ہیں۔ روشنی ایک عرضی لہر ہے۔ آپ عرضی لہروں کے بارے میں اعلیٰ درجات میں اور معلومات حاصل کریں گے۔

12.2.3 آواز کی لہروں کی خصوصیات

(Characteristics of a Sound Wave)

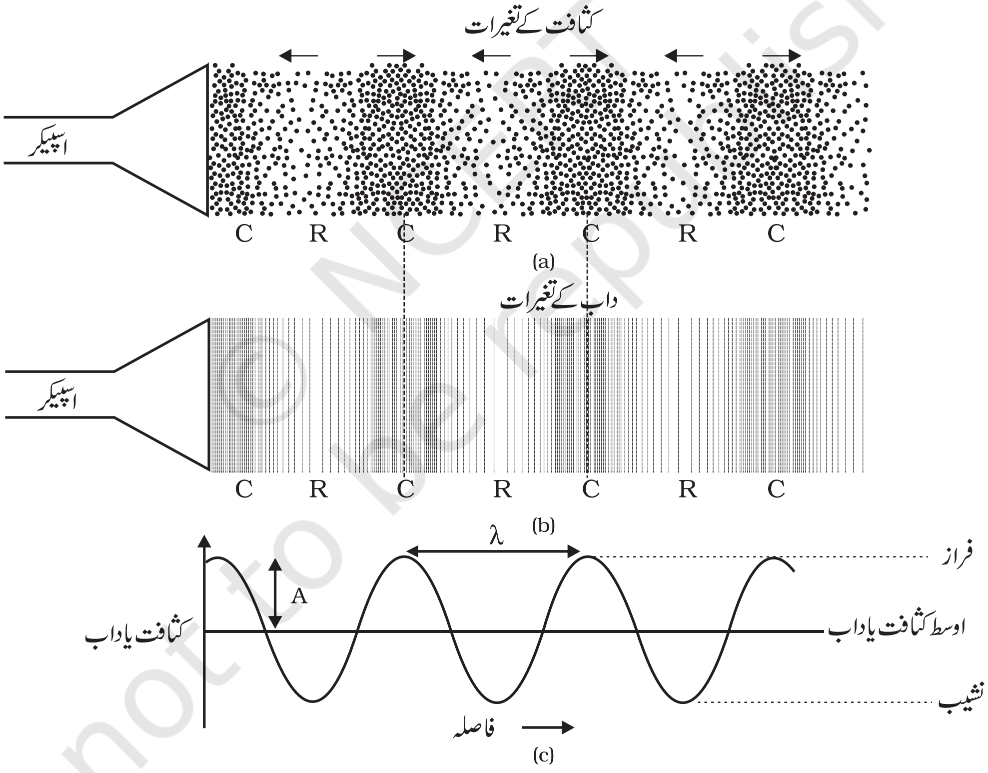
ہم ایک آواز کی لہر کو اس کی مندرجہ ذیل خصوصیات کے ذریعے بیان کر سکتے ہیں:

- تواتر (Frequency)
- وسعت (Amplitude)
- چال (Speed)

شکل (c) 12.8 میں آواز کی ایک لہر گرافی شکل میں دکھائی گئی ہے، جس میں دکھایا گیا ہے کہ جب آواز کی لہر ایک وسیلے میں حرکت کرتی ہے تو کثافت اور داب کیسے تبدیل ہوتے ہیں۔ ایک دیے ہوئے لمحہ وقت پر، وسیلے کی کثافت اور اس کی داب اوسط قدر سے اوپر اور نیچے کے فاصلے کے ساتھ تبدیل ہوتے ہیں۔ شکل (a) 12.8 اور شکل (b) 12.8 میں بالترتیب وسیلے سے اشعاع ہوتی ہوئی آواز کی لہر کی کثافت اور داب کی تبدیلی دکھائی گئی ہے۔

دباؤ وہ علاقہ ہیں جہاں ذرات پاس پاس اکٹھا ہوتے ہیں اور شکل 12.8(c) میں منحنی (Curve) کے اوپری حصّہ سے ظاہر کیے گئے ہیں۔ چوٹی (Peak) از حد دباؤ (Maximum compression) کے علاقے کو ظاہر کرتی ہے۔ اس لیے دباؤ وہ علاقے ہیں جہاں کثافت اور داب کی قدر از حد ہے۔ تلطیف کم دباؤ کے علاقے ہیں، جہاں ذرات دور دور بکھرے ہوتے ہیں اور وادی (Valley) سے ظاہر کیے گئے ہیں، یعنی کہ شکل (c) 12.8 میں منحنی کے نچلے حصّے کے ذریعہ ایک چوٹی کو لہر کا فراز (Crest) اور وادی کو لہر کا نشیب (Trough) کہتے ہیں۔

دو لگاتار فراز (C) یا دو لگاتار نشیب (R) کے درمیان کا فاصلہ طولِ لہر (Wave length) کہلاتا ہے، جیسا کہ شکل 12.8(c) میں دکھایا گیا



شکل 12.8: آواز کا اشعاع کثافت یا داب کی تبدیلیوں کی شکل میں ہوتا ھے جیسا کہ (a) اور (b) میں دکھایا گیا ھے۔ (c) میں کثافت اور داب کی تبدیلیوں کو گرافی شکل میں ظاہر کیا گیا ھے۔

© NCERT not to be republished

ہے۔ طولِ لہر کو عام طور سے یونانی زبان کے حرف λ (Lambda) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ اس کی SI اکائی میٹر ہے۔

ہینرک رڈولف ہرٹز

ہینرک رڈولف ہرٹز 22 فروری 1857 کو ہمبرک (Hamburg) جرمنی میں پیدا ہوئے اور انہوں نے برلن یونیورسٹی میں تعلیم حاصل کی۔ انہوں نے جے۔ سی۔ میکسویل (J.C. Maxwel) کے برق مقناطیسی نظریہ (Electromagnetic theory) کو درست ثابت کیا۔ انہوں نے ریڈیو، ٹیلی فون، ٹیلی گراف اور ٹیلی ویژن کی بھی مستقبل میں ہونے والی ترقی کی بنیاد ڈالی۔ انہوں نے نوری برقی اثر (Photoelectric effect) دریافت کیا، جس کی بعد میں البرٹ آئن سٹائن نے وضاحت کی۔ ان کے اعزاز میں تواتر کی SI اکائی ان کے نام پر، ہرٹز (Hertz) رکھّی گئی۔

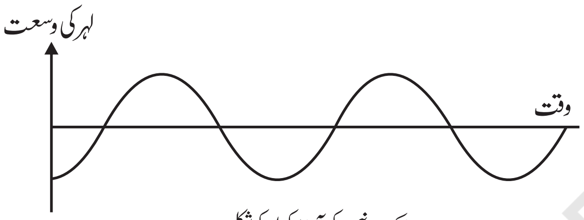
تواتر ہمیں یہ بتاتا ہے کہ کوئی واقعہ کتنی بار ہوتا ہے۔ فرض کیجیے آپ ایک ڈرم بجا رہے ہیں آپ فی اکائی وقت (SI) کتنی بار ڈرم پیٹ رہے ہیں، یہ آپ کے ڈرم پیٹنے کا تواتر کہلائے گا۔ آپ جانتے ہیں کہ جب ایک وسیلے سے آواز کا اشعاع ہوتا ہے تو وسیلہ کی کثافت ازحد اور کم ترین قدر کے درمیان احتراز کرتی ہے۔ ازحد سے کم ترین اور پھر ازحد تک کثافت کی قدر میں تبدیلی ایک مکمل احتراز (Complete Oscillation) تشکیل دیتی ہے۔ ایسے احترازات کی تعداد فی اکائی وقت، آواز کی لہر کا تواتر ہے۔ اگر آپ اپنے سامنے سے گذرنے والے دباؤ یا تلطیف کی تعداد فی سیکنڈ شمار کر سکیں، تو آپ کو آواز کی لہر کا تواتر حاصل ہو جائے گا۔ اسے عام طور سے ν (یونانی حرف نیو Nυ) سے ظاہر کرتے ہیں۔ اس کی SI اکائی ہرٹز (Hertz) ہے اور علامت Hz ہے۔

دو لگاتار دباؤ یا تلطیف کے ایک متعین نقطے سے گذرنے میں لگنے والا وقت لہر کا دوری وقت (Time Period) کہلاتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں آپ کہہ سکتے ہیں کہ وسیلے کی کثافت کے ایک مکمل احتراز میں لگنے والا وقت، آواز کی لہر کا دوری وقت کہلاتا ہے۔ اسے T سے ظاہر کرتے ہیں، اس کی SI اکائی سیکنڈ (s) ہے۔ تواتر اور دوری وقت میں مندرجہ ذیل رشتہ ہے:

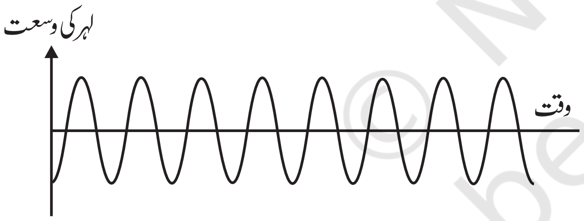
$$\nu = \frac{1}{T}$$

ایک آرکیسٹرا میں ایک وائلن (Violin) اور ایک بانسری ایک ہی وقت میں بجائی جا رہی ہے۔ دونوں آوازیں ایک ہی وسیلے یعنی ہوا سے گذرتی ہیں اور ایک ہی وقت میں آپ کے کان تک پہنچتی ہیں۔ دونوں آوازیں، مختلف مخرج ہونے کے باوجود، یکساں چال سے سفر کرتی ہیں۔ لیکن جو دونوں سازوں کی آوازیں آپ تک پہنچتی ہے وہ مختلف ہیں۔ ایسا آواز سے منسلک ان کی مختلف خصوصیتوں کی وجہ سے ہوتا ہے۔ سُر (Pitch) ان میں سے ایک خصوصیت ہے۔

ذہن ایک خارج کی ہوئی آواز کے تواتر کس طور پر تشریح کرتا ہے، وہ اُس کا سُر کہلاتی ہے۔ منبع کے ارتعاش جتنی تیزی سے ہوتے ہیں، اتنا تواتر زیادہ ہوتا ہے اور اتنا ہی سُر اونچا ہوتا ہے، جیسا کہ شکل 12.9 میں دکھایا گیا ہے۔ اس لیے ایک اونچے سُر کی آواز، ایک متعین نقطے سے فی اکائی وقت میں گذرتے ہوئے دباؤ اور تلطیف کی زیادہ تعداد سے مطابقت رکھتی ہے۔



ایک نیچے سُر کی آواز کی لہر کی شکل



ایک اونچے سُر کی آواز کی لہر کی شکل

شکل 12.9: نیچے سر کی آواز کی تواتر کم ہوتا ہے، اونچے سر کی آواز کا تواتر زیادہ ہوتا ہے

مختلف ناپ اور حالتوں کی اشیاء مختلف تواتر پر ارتعاش کر کے مختلف سروں کی آوازیں پیدا کرتی ہیں۔

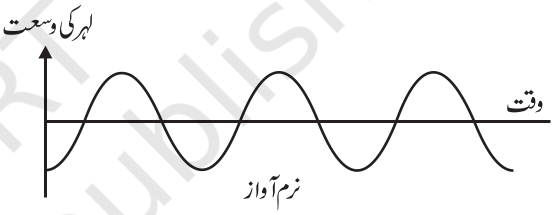
وسیلے کے ارتعاش کرتے ہوئے ذرات کی ان کے اوسط مقام کے دونوں طرف ازحد منتقلی کی عددی قدر، لہر کی وسعت کہلاتی ہے۔ اسے عام

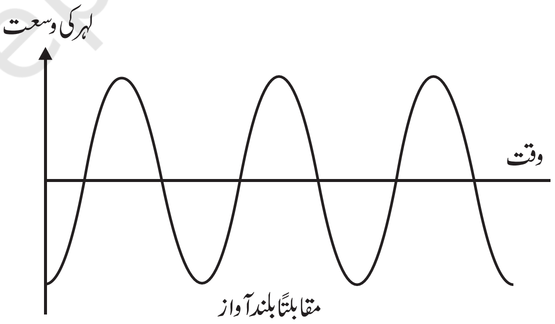
© NCERT not to be republished

طور سے حرف A سے ظاہر کیا جاتا ہے، جیسا کہ شکل (c) 12.8 میں دکھایا گیا ہے۔ اس کی SI اکائی میٹر (m) ہے۔

آواز کی بلندی (Loudness) یا نرمی (Softness) بنیادی طور پر اس کی وسعت (Amplitude) سے معلوم کی جاتی ہے۔ آواز کی لہر کی وسعت کا انحصار اس قوت پر ہے، جس سے ایک شے میں ارتعاش پیدا کیا جاتا ہے۔ آپ میز کو آہستہ سے بجاتے ہیں، تو آپ کم توانائی (وسعت) کی آواز کی لہر پیدا کرتے ہیں۔ اگر آپ میز کو زور سے ہاتھ ماریں تو آپ کو ایک اونچی آواز سنائی دیتی ہے، کیا آپ بتا سکتے ہیں کیوں؟

اونچی آواز مقابلتاً زیادہ فاصلہ طے کر سکتی ہے کیونکہ یہ زیادہ توانائی سے منسلک ہے۔ ایک آواز کی لہر اپنے مخرج نکلنے کے بعد چاروں طرف پھیل جاتی ہے۔ جیسے جیسے یہ اپنے مخرج سے دور ہوتی جاتی ہے اس کی وسعت اور ساتھ ساتھ بلندی بھی کم ہوتی جاتی ہے۔ شکل 12.10 میں یکساں تواتر کی ایک بلند آواز اور ایک نرم آواز کی لہریں شکلیں دکھائی گئی ہیں۔





شکل 12.10: نرم آواز کی وسعت چھوٹی ھوتی ھے اور بلند آواز کی وسعت بڑی ھوتی ھے

آواز کی کیفیت یا کھڑک (Quality or Timbre) وہ خصوصیت ہے، جس کے ذریعے ہم ایک آواز سے دوسری یکساں سر اور یکساں اونچائی کی آواز میں فرق کر پاتے ہیں۔ وہ آواز جو سننے میں زیادہ بھلی لگتی ہے، کہا جاتا ہے کہ وہ اعلیٰ کیفیت کی آواز ہے۔ وہ آواز جس کا ایک واحد تواتر ہوتا ہے لہجہ (Tone) کہلاتی ہے۔ وہ آواز جو کئی تواتروں کے آمیزے کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے نوٹ (Note) کہلاتی ہے اور سننے میں اچھی لگتی ہے۔ شور (Noise) کانوں کو برا لگتا ہے۔ موسیقی کانوں کو اچھی لگتی ہے، اس کی کیفیت، اعلیٰ درجہ کی ہوتی ہے۔

سوالات

1۔ لہر کی کون سی خصوصیت سے معلوم ہوتی ہے:
(a) بلندی (b) سُر

2۔ کس آواز کا سُر اونچا ہے: (a) گِٹار (b) ہارن

آواز کی چال کی تعریف اس طرح کی جاتی ہے کہ یہ فی اکائی وقت میں، لہر کے ایک نقطے، جیسے دباؤ یا تلطیف، کے ذریعے طے کیا گیا فاصلہ ہے۔

$$\text{چال} = \frac{\text{فاصلہ}}{\text{وقت}}$$

(λ آواز کے ذریعے وقت T میں طے کیا گیا فاصلہ ہے)

$$= \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \frac{1}{T}$$

$$= \lambda\nu \left(\because \frac{1}{T} = \nu\right)$$

یا

$$v = \lambda\nu$$

چال = طولِ لہر × تواتر

آواز کی چال، ایک دیے ہوئے وسیلے میں یکساں طبعی شرائط کے ساتھ، تمام تواتروں کے لیے یکساں رہتی ہے۔

مثال 12.1 ایک آواز کی لہر کا تواتر 2 kHz اور طولِ لہر 35 cm ہے۔ اسے 1.5 km طے کرنے میں کتنا وقت لگے گا؟

حل:

دیا ہوا ہے

تواتر (ν) = kHz = 2000 Hz

طولِ لہر (λ) = 35 cm = 0.35 m

ہم جانتے ہیں

لہر کی چال = طولِ لہر × تواتر

© NCERT not to be republished

یعنی کہ

$$v = \lambda\nu$$

$$= 0.35\text{m} \times 2000\text{ Hz} = 700\text{ m/s}$$

لہر کو 1.5km فاصلہ طے کرنے میں یہ آواز 2.1s کا وقت لے گی۔

$$t = \frac{d}{v} = \frac{1.5 \times 1000\text{ m}}{700\text{ m/s}} = \frac{15}{7}\text{s} = 2.1\text{ s}$$

اس لیے، 1.5 km فاصلہ طے کرنے میں یہ آواز 2.1 s کا وقت لے گی۔

سوالات

1۔ آواز کی ایک لہر کے تواتر، دوری وقت اور وسعت کیا ہیں؟

2۔ آواز کی ایک لہر کے طولِ لہر اور تواتر کا اس کی چال سے کیا رشتہ ہے؟

3۔ ایک ایسی آواز کی لہر کے طولِ لہر کا حساب لگایئے جس کا تواتر 220 Hz اور دیے ہوئے وسیلے میں چال 440 m/s ہے۔

4۔ ایک شخص آواز کے مخرج سے 450 m کے فاصلے پر بیٹھے ہوئے 50 Hz کی ایک آواز سن رہا ہے۔ مخرج سے دو لگاتار دباؤ کو اس تک پہنچنے میں وقفہ وقت کیا ہوگا؟ (اشارہ: $T = \frac{1}{\nu}$)

اکائی وقت میں اکائی رقبہ سے گذرنے والی آواز کی توانائی کی مقدار، آواز کی شدت (Intensity) کہلاتی ہے۔ ہم کبھی کبھی اصطلاحات آواز کی (Loudness of sound) اور آواز کی شدت (Intensity of sound) ایک دوسرے کی جگہ بھی استعمال کرتے ہیں۔ لیکن یہ یکساں نہیں ہیں۔ آواز کی بلندی اس احساس کا ناپ ہے جو ہمارے کانوں کو آواز سننے پر ہوتا ہے۔ ہوسکتا ہے کہ دو آوازوں کی شدت یکساں ہو، لیکن سننے میں آپ کو ایک آواز زیادہ بلند معلوم ہو، کیونکہ آپ کے کان اسے زیادہ بہتر طور پر شناخت کر لیتے ہیں۔

سوال

1۔ آواز کی بلندی اور آواز کی شدت میں کیا فرق ہے واضح کیجیے۔

12.2.4 مختلف وسیلوں میں آواز کی چال

(Speed of Sound in Different Media)

آواز ایک وسیلہ میں ایک متناہی (محدود Finite) چال کے ساتھ سفر کرتی ہے۔ بجلی کڑکنے کی آواز، بجلی کی چمک دکھائی دینے کے کچھ دیر بعد ہی سنائی دیتی ہے۔ تو آپ سمجھ سکتے ہیں کہ آواز جس چال سے سفر کرتی ہے وہ روشنی کی چال سے بہت کم ہے۔ آواز کی چال اس وسیلہ کی خاصیتوں پر منحصر ہے، جس سے وہ گذرتی ہے، آپ اس رشتہ کو اعلیٰ جماعتوں میں سیکھیں گے۔ ایک وسیلہ میں آواز کی رفتار وسیلہ کے درجہ حرارت پر منحصر ہے۔ جب ہم ٹھوس سے گیسی حالت کی طرف جاتے ہیں تو آواز کی رفتار کم ہوتی جاتی ہے۔ ایک مخصوص درجہ حرارت پر مختلف وسیلوں میں آواز کی رفتار کی قدروں کی فہرست جدول 12.1 میں دی گئی ہے۔ آپ کو ان قدروں کو یاد کرنے کی ضرورت نہیں ہے۔

کسی بھی وسیلے میں، جب ہم درجۂ حرارت میں اضافہ کرتے ہیں، تو آواز کی رفتار میں بھی اضافہ ہوتا ہے۔ مثال کے طور پر 0°C پر ہوا میں آواز کی رفتار $331\ \text{ms}^{-1}$ ہے اور 22°C پر ہوا میں آواز کی رفتار 344ms^{-1} ہے۔

> **صوتی گرج (Sonic Boom)** جب کسی شے کی رفتار آواز کی رفتار سے زیادہ ہوتی ہے، تو کہا جاتا ہے کہ یہ زبر صوتی (Super sonic) رفتار سے حرکت کر رہی ہے۔ 1948 میں زبر صوتی جیٹ (Super Sonic Jet) ایجاد ہوا۔ گولیاں، جیٹ جہاز (Jet aircrafts) وغیرہ اکثر زبر صوتی رفتار سے حرکت کرتے ہیں۔ جب آواز پیدا کرنے والا مخرج (Source) آواز سے زیادہ تیز رفتار سے حرکت کرتا ہے تو یہ ہوا میں دھکا لہریں (Shock waves) پیدا کرتا ہے۔ ان شاک لہروں میں توانائی کی بڑی مقدار ہوتی ہے۔ اس قسم کی شاک لہروں سے منسلک ہوا کے دباؤ کی تبدیلی ایک بہت تیز اور اونچی آواز پیدا ہوتی ہے۔ جسے صوتی گرج (Sonic boom) کہتے ہیں۔ زبر صوتی ہوائی جہازوں سے پیدا ہونے والی شاک لہروں کی توانائی شیشوں کو بکھرانے اور یہاں تک کہ عمارتوں کو نقصان پہنچانے کے لیے بھی کافی ہوتی ہے۔

© NCERT not to be republished

جدول 12.1 مختلف وسیلوں میں 25°C پر، آواز کی رفتار

حالت	شے	رفتار میٹر فی سیکنڈ میں
ٹھوس	المونیم	6420
	نِکل	6040
	فولاد	5960
	لوہا	9560
	پیتل	4700
	شیشہ (فلنٹ)	3980
رقیق	پانی (سمندری)	1531
	پانی (مقطّر)	1498
	ایتھانول	1207
	میتھانول	1103
گیسیں	ہائیڈروجن	1339
	ہیلیم	985
	ہوا	346
	آکسیجن	346
	سلفر ڈائی آکسائڈ	225

سوال

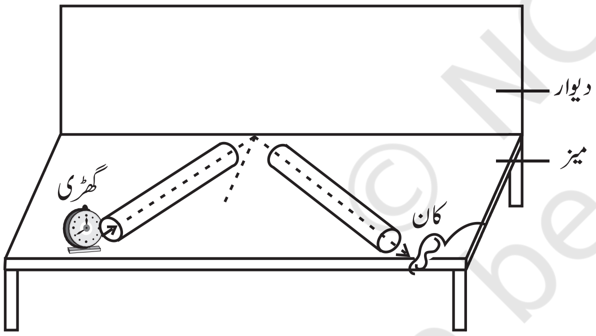
1۔ ایک مخصوص درجہ حرارت پر تینوں وسیلوں، ہوا، پانی یا لوہے میں سے کس میں ہوا سب سے تیز رفتار سے سفر کرتی ہے؟

12.3 آواز کا انعکاس (Reflection of Sound)

آواز ایک ٹھوس یا رقیق سے ٹکرا کر ایسے ہی واپس پلٹتی ہے جیسے ایک ربر کی گیند دیوار سے ٹکرا کر پلٹتی ہے۔ آواز، ٹھوس یا رقیق کی سطح سے منعکس بھی ہوتی ہے اور انعکاس کے وہی قانون لاگو ہوتے ہیں، جو آپ پچھلی جماعتوں میں پڑھ چکے ہیں۔ وہ سمتیں جن میں آواز واقع (Incident) اور منعکس ہوتی ہے، واقع کی جگہ پر انعکاسی سطح پر ڈالے گئے عمود سے یکساں زاویہ بناتی ہیں اور یہ تینوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔ ایک بڑے ناپ کی رکاوٹ جو پالش کی ہوئی ہو یا کھردری ہو، آواز کی لہروں کے انعکاس کے لیے چاہیے ہوتی ہے۔

سرگرمی 12.5

- دو متماثل (Identical) پائپ لیں، جیسا کہ شکل 12.11 میں دکھایا گیا ہے۔ آپ چارٹ پیپر استعمال کر کے یہ پائپ بنا سکتے ہیں۔ پائپوں کی لمبائیاں (چارٹ کاغذ کی لمبائی) کافی ہونی چاہیے۔
- انہیں دیوار کے قریب ایک میز پر ترتیب سے رکھ دیجیے۔
- ان میں سے کسی ایک پائپ کے کھلے ہوئے کنارے کے قریب ایک گھڑی رکھ دیجیے اور دوسرے پائپ کے ذریعے گھڑی کی آواز سننے کی کوشش کیجیے۔
- پائپوں کے مقام اس طرح مرتب کیجیے کہ آپ گھڑی کی آواز سب سے زیادہ صاف طور پر سن سکیں۔
- اب زاویہ وقوع اور زاویہ انعکاس کی پیمائش کریں اور ان زاویوں کے مابین رشتہ دیکھیں۔
- پائپ کو عمودی سمت میں کچھ اونچائی تک اٹھائیں اور دیکھیے کیا ہوتا ہے۔



شکل 12.11 : آواز کا انعکاس

12.3.1 بازگشت (Echo)

اگر آپ ایک مناسب انعکاسی شے کے پاس چلائیں یا تالی بجائیں، جیسے کہ ایک اونچی عمارت یا پہاڑ، تو آپ کچھ دیر بعد وہی آواز دوبارہ سنتے ہیں۔ یہ آواز جو آپ سنتے ہیں، بازگشت (Echo) کہلاتی ہے۔ آواز کا

© NCERT not to be republished

احساس ہمارے دماغ میں 0.1 s ہونا ضروری ہے۔ اگر ہم ایک دیے ہوئے درجہ حرارت پر، فرض کیجیے 22°C پر ہوا میں آواز کی رفتار 344 m/s ہے تو آواز کو رکاوٹ (Obstacle) تک جانے اور انعکاس کے بعد سننے والے کے کان تک 0.1 s بعد واپس لوٹنا چاہیے۔ اس کا مطلب ہے کہ آواز جس نقطہ پر پیدا ہو رہی ہے، اس نقطہ سے انعکاسی سطح تک جانے اور واپس آنے میں آواز کے ذریعے طے کیا گیا کُل فاصلہ، کم از کم: (344 m/s) × 0.1 s = 34.4 m ہونا چاہیے۔ اس لیے واضح بازگشت سننے کے لیے آواز کے مخرج (Source) سے رکاوٹ تک کا کم از کم فاصلہ اس فاصلہ کا آدھا، یعنی کہ 17.2 m ہونا چاہیے۔ یہ فاصلہ ہوا کے درجۂ حرارت کے ساتھ تبدیل ہو جائے گا۔ لگاتار یا کثیر انعکاسوں کی وجہ سے بازگشت ایک سے زیادہ مرتبہ بھی سنی جا سکتی ہے۔ بجلی کی کڑک کی گونج، کڑک کی کئی انعکاسی سطحوں، جیسے بادل اور زمین، سے کثیر انعکاس کی وجہ سے ہوتا ہے۔

12.3.2 گونج (Reverberation)

ایک بڑے ہال کمرے میں پیدا کی گئی آواز، اس کی دیواروں سے متواتر انعکاسوں کی وجہ سے کافی دیر تک سنائی دیتی رہتی ہے۔ جب تک کہ اس کی قدر اتنی کم نہ ہو جائے جو قابلِ سماعت نہ ہو۔ یہ متواتر انعکاس جو دیر تک آواز کے باقی رہنے کا باعث ہوتا ہے، گونج کہلاتا ہے۔ ایک بڑی جلسہ گاہ (Auditorium) یا بڑے ہال کمرے میں گونج کی کثرت بہت ناپسندیدہ ہے۔ گونج کو کم کرنے کے لیے، جلسہ گاہ یا ہال کی چھت اور دیواروں کو آواز جاذب اشیاء، جیسے دبایا ہوا ریشوں کا تختہ (Compressed Fibre Board)، کھردرا پلاسٹر یا Draperies وغیرہ، سے ڈھک دیا جاتا ہے۔ بیٹھنے کی کرسیاں بھی ایسی اشیاء سے بنائی جاتی ہیں جو آواز جاذب ہوں، گونج کا لمبہ وقفہ بھی پسندیدہ نہیں ہے کیونکہ اس سے آواز خراب اور نہ سمجھ میں آنے والی ہو جاتی ہے۔

مثال 12.2 ایک شخص نے ایک مینار کے قریب تالی بجائی اور 5 s بعد بازگشت سنی۔ اگر دیے ہوئے درجہ حرارت پر ہوا میں آواز کی رفتار $346\ \mathrm{ms^{-1}}$ ہے، تو مینار کا اس شخص سے فاصلہ کتنا ہے؟

حل:

دیا ہوا ہے:

آواز کی رفتار $v = 346\ \mathrm{m\ s^{-1}}$

بازگشت سننے میں لگنے والا وقت $t = 5\ \mathrm{s}$

$= v \times t = 346\ \mathrm{m\ s^{-1}} \times 5\ \mathrm{s}$

آواز کے ذریعہ طے کیا گیا فاصلہ = $1730\ \mathrm{m}$

5 s میں آواز کو شخص اور مینار کے درمیانی فاصلے کا دُگنا فاصلہ طے کرنا ہے۔ اس لیے، شخص اور مینار کے درمیان فاصلہ

$$= \frac{1730\ \mathrm{m}}{2} = 865\ \mathrm{m}$$

سوال

1۔ ایک بازگشت 3 s میں واپس آتی ہے۔ انعکاسی سطح کا آواز کے مخرج سے کتنا فاصلہ ہے؟ دیا ہوا ہے کہ آواز کی رفتار $342\ \mathrm{m\ s^{-1}}$ ہے۔

12.3.3 آواز کے کثیر انعکاسات کے استعمال

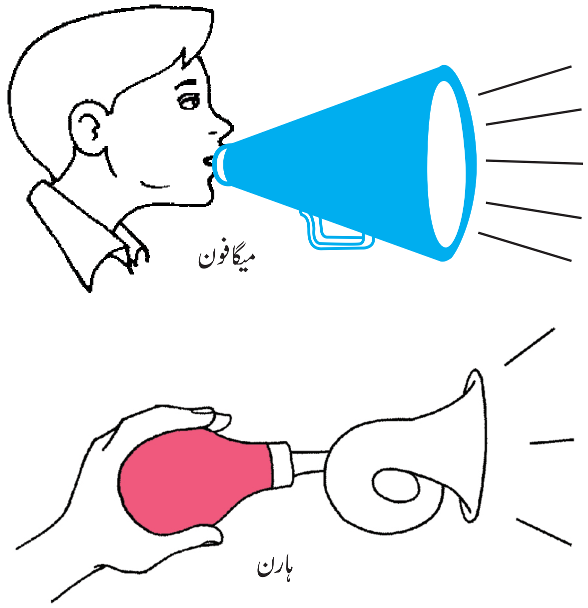
(Uses of Multiple Reflection of Sound)

1۔ میگا فون، (Loudhailers)، ہارن، آلاتِ موسیقی جیسے بگل، شہنائی وغیرہ سب کا ڈیزائن اس طرح تیار کیا جاتا ہے کہ وہ آواز کو مختلف سمتوں میں بکھرائے بغیر ایک مخصوص سمت میں بھیج سکیں جیسا کہ شکل 12.12 میں دکھایا گیا ہے۔

ان آلات میں ایک نلی جس کے آگے مخروطی کھلی جگہ ہوتی ہے، آواز کو بار بار منعکس کرتی ہے اور زیادہ تر آواز کی رہنمائی اس طرح کرتی ہے کہ وہ مخرج سے سامنے کی سمت میں سامعین کی طرف جائے۔ آواز کی لہروں کی وسعت آپس میں جڑ جاتی ہے۔ اور آواز کی بلندی بڑھ جاتی ہے۔

2۔ اسٹیتھو سکوپ (Stethoscope) ایک ڈاکٹری آلہ ہے، جو جسم کے اندر پیدا ہو رہی آواز کو سننے کے لیے استعمال ہوتا ہے، خاص طور پر دل یا پھیپھڑوں کی آواز کو۔ اسٹیتھو سکوپ میں

© NCERT not to be republished

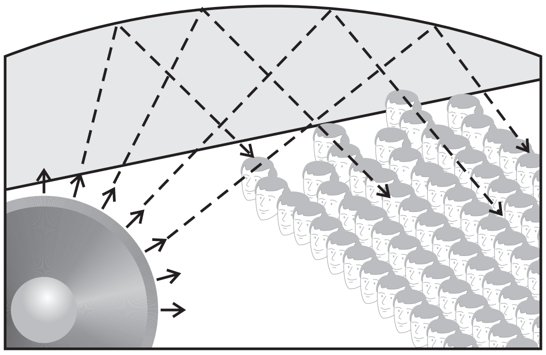


شکل 12.12: ایک میگافون اور ایک ہارن

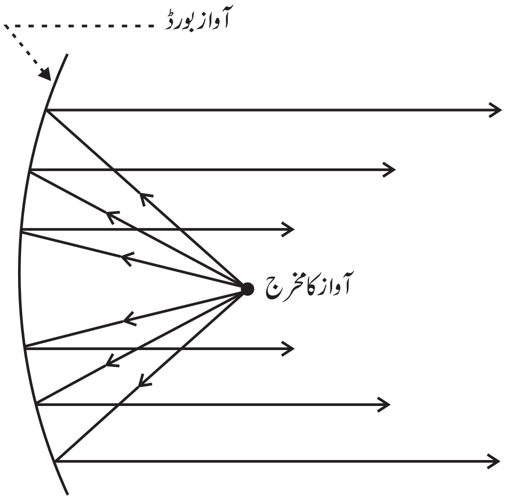
مریض کی دل کی دھڑکن ڈاکٹر کے کانوں تک متعدد انعکاسوں کے ذریعے پہنچتی ہے، جیسا کہ شکل 12.13 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 12.13 ایٹستھو اسکوپ

3۔ عام طور سے موسیقی کے پروگراموں کے ہالوں میں، جلسہ گاہوں میں اور سنیما ہالوں میں چھتیں خمیدہ بنائی جاتی ہیں تا کہ آواز انعکاس کے بعد ہال کے تمام کونوں تک پہنچ سکے، جیسا کہ شکل 12.14 میں دکھایا گیا ہے۔ کبھی کبھی ایک خمیدہ آوز تختہ (Curved Sound Board) بھی اسٹیج کے پیچھے رکھ دیا جاتا ہے تا کہ آواز اس تختہ سے منعکس ہونے کے بعد ہال کی پوری چوڑائی میں پھیل سکے (شکل 12.15)۔



شکل 12.14: ایک کانفرنس ہال کی خمیدہ چھت



شکل 12.15 : ایک بڑے ہال میں استعمال کیا جانے والا آواز بورڈ

سوال

1۔ موسیقی کے پروگراموں کے لیے استعمال ہونے والے ہال کی چھت خمیدہ کیوں ہوتی ہے؟

12.4 سماعت کی سعت (Range of Hearing)

انسانوں کے لیے آواز کی سماعت کی حد تقریباً 20 Hz سے 20,000 Hz تک (ایک دور/سیکنڈ = Hz ایک) ہے۔ 5 سال سے کم عمر کے بچے اور کچھ جانور جیسے کتے وغیرہ، 25 kHz (1 kHz = 1000 Hz) تک بھی سن سکتے ہیں۔ جیسے جیسے لوگوں کی عمر بڑھتی جاتی ہے، ان کے کان بڑے تواتروں کے تئیں غیر حساس ہوتے جاتے ہیں۔ 20 Hz سے کم تواتر کی آوازیں زیر صوتی آوازیں (Infrasonic Sounds) یا زیر

© NCERT not to be republished

آوازیں (Infrasounds) کہلاتی ہیں، اگر ہم زیرآوازیں سن سکتے ہوتے تو ہم پنڈولم کے ارتعاش بھی اسی طرح سن لیتے، جس طرح ہم ہوا کے پاس مکھیوں کے پروں کے ارتعاش سن لیتے ہیں۔ گینڈے (Rhinoceroses) زیرآواز کے استعمال کے ذریعے آپس میں بات چیت کرتے ہیں، جن کا تواتر 5 Hz تک ہوتا ہے۔ وہیل مچھلی اور ہاتھی بھی زیریں آواز کی سعت میں آوازیں نکالتے ہیں۔ یہ دیکھنے میں آیا ہے کہ کچھ جانور زلزلہ آنے سے پہلے ہی پریشان ہونے لگتے ہیں۔ زلزلے میں، اصل شاک لہر شروع ہونے سے پہلے کم تواتر کی زیرآواز پیدا ہوتی ہے، جو ممکن ہے ان جانوروں کو ہوشیار کر دیتی ہو۔ 20 kHz سے زیادہ تواتر کی آوازیں زبرصوتی آوازیں (Ultrasonic Sounds) یا زبرآوازیں (Ultrasounds) کہلاتی ہیں۔ زبرآوازیں، ڈولفن، چمگادڑ اور سنگ ماہی (Porpoise) نکالتے ہیں۔ کچھ خاندانوں کے پتنگوں (Moths) میں سماعت کا بہت حساس آلہ ہوتا ہے۔ یہ پتنگے، چمگادڑوں کی زیادہ تواتر کی سرسراہٹ بھی سن سکتے ہیں۔ پروانوں کو پتہ چل جاتا ہے کہ چمگادڑ کب ان کے قریب آ رہا ہے اور وہ اپنا بچاؤ کرنے کی کوشش کر لیتے ہیں۔ چوہے بھی زبرآوازیں پیدا کر کے کھیل کھیلتے ہیں۔

> **سماعتی آلہ:** جن لوگوں کی سماعت میں کمی آجاتی ہے انہیں سماعتی آلے کی ضرورت پڑتی ہے۔ ایک سماعتی آلہ ایک الیکٹرونک آلہ ہے جو بیٹری سے چلتا ہے۔ سماعتی آلہ ایک مائیکروفون کے ذریعے آواز کھینچ کرتا ہے۔ مائیکروفون آواز کی لہروں کو برقی سگنلوں میں تبدیل کر دیتا ہے۔ ان برقی سگنلوں کی ایک افزائش کار (Amplifier) کے ذریعے افزائش کی جاتی ہے۔ یہ افزائش شدہ سگنل، سماعتی آلہ کے اسپیکر میں جاتے ہیں۔ اسپیکر، افزائش شدہ برقی سگنلوں کو آواز میں تبدیل کرتا ہے اور کانوں تک بھیجتا ہے، جو اب آواز صاف طور پر سن لیتے ہیں۔

سوالات

1۔ ایک اوسط انسانی کان کی قابلِ سماعت سعت کیا ہے؟

2۔ مندرجہ ذیل سے منسلک تواتروں کی سعت کیا ہے:

(a) زیرآواز (Infrasound)؟

(b) زبرآواز (Ultrasound)؟

12.5 زبرآواز کی استعمال

(Applications of Ultrasound)

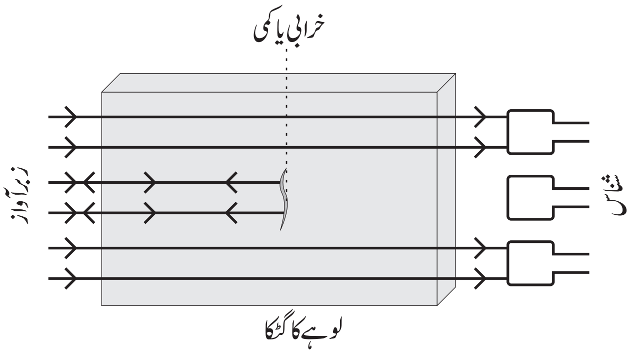
زبرآوازیں زیادہ تواتر کی لہریں ہیں۔ زبرآوازیں، رکاوٹوں کی موجودگی کے باوجود ایک معرف راستے پر گذر سکتی ہیں۔ زبرآوازیں بڑے پیمانے پر کارخانوں میں اور طبّی مقاصد کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔

- زبرآوازیں عام طور سے ان مقامات کے راستوں کو صاف کرنے کے لیے استعمال کی جاتی ہیں، جہاں پہنچنا مشکل ہوتا ہے، یعنی کہ چکری ٹیوب (Spiral Tube)، ٹیڑھی میڑھی شکلوں کے حصّے، الیکٹرون اجزاء وغیرہ۔ جن اشیاء کو صاف کرنا ہوتا ہے انہیں ایک صفائی محلول (Clearing Solution) میں رکھ دیا جاتا ہے اور پھر محلول میں زبرآواز لہریں بھیجی جاتی ہیں۔ ان کے زیادہ تواتر کی وجہ سے دھول، چکنائی اور گندگی کے ذرات الگ ہو کر گر جاتے ہیں۔ اس طرح شے اچھی طرح سے صاف ہو جاتی ہے۔
- دھاتی گٹکوں (Metal Blocks) میں جھریاں (Cracks) یا کمیاں معلوم کرنے کے لیے بھی زبرآوازیں استعمال کی جاتی ہیں۔ بڑی عمارتوں، پلوں، مشینوں اور سائنسی آلات کو بنانے میں دھاتی حصّے عام طور سے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان دھاتی گٹکوں میں اگر جھریاں یا سوراخ ہوں، جو باہر سے نظر نہ آ رہے ہوں، تو تعمیرات کی مضبوطی اثر انداز ہو سکتی ہے۔ زبرصوتی لہروں کو لوہے کے گٹکوں میں سے گذارا جاتا ہے اور خارج ہونے والی لہروں کو شناس (Detector) کی مدد سے شناخت کیا جاتا ہے۔ اگر کوئی کمی/خرابی ہے تو زبرآواز واپس منعکس ہو جاتی ہے، جس سے خرابی یا کمی کی موجودگی کی نشاندہی ہو جاتی ہے، جیسا کہ شکل 12.16 میں دکھایا گیا ہے۔

اس کام کے لیے عام آواز نہیں استعمال کی جا سکتی کیونکہ یہ خرابی یا کمی کے مقام پر مڑ جاتی ہے اور شناس میں داخل ہو جاتی ہے۔

- زبرصوتی لہروں کا دل کے مختلف حصّوں سے انعکاس کرایا جاتا ہے اور دل کا عکس حاصل کیا جاتا ہے۔ یہ تکنیک بازگشت قلب نگاری (Echocardiography) کہلاتی ہے۔

© NCERT not to be republished

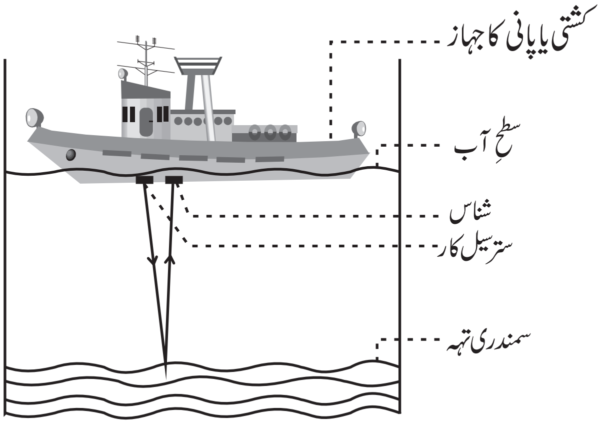


شکل 12.16 ایک لوہے کے گٹکے کے اندر خرابی یا کمی کے مقام سے واپس منعکس ہوتی ہوئی زبر آواز

- زبرصوتی معائنہ کار (Ultrasound Scanner) ایک ایسا آلہ ہے جو انسانی جسم کے اندرونی اعضاء کا عکس حاصل کرنے کے لیے زبرصوتی لہریں استعمال کرتا ہے۔ ایک ڈاکٹر مریض کے اندرونی اعضاء جیسے جگر (Liver)، پتّہ (Gall Blader)، رحم (Uterus) گردہ (Kidney) وغیرہ کی عکاسی کر سکتا ہے۔ اس سے ڈاکٹر کو غیر طبعی حالت (Abnormality) جیسے پتہ اور گردہ میں پتھری یا مختلف اعضاء میں رسولی (Tumour) کی موجودگی کا پتہ کرنے میں مدد ملتی ہے۔ اس تکنیک میں زبرصوتی لہریں جسم کے نسائج (Tissues) سے ہو کر گذرتی ہیں اور اس علاقے سے منعکس ہو جاتی ہیں، جس میں نسائج کثافت (Tissue Density) میں تبدیلی پائی جاتی ہے۔ یہ لہریں پھر برقی سگنلوں میں تبدیل کی جاتی ہیں، جن سے عضو کا عکس تیار کیا جاتا ہے۔ یہ عکس پھر ایک پردہ (Monitar) پر دکھایا جاتا ہے یا اس کی فلم بنائی جاتی ہے۔ یہ تکنیک زبرصوتی نگاری (Ultrasonography) کہلاتی ہے۔ یہ تکنیک حمل کے دوران جنین (Foetus) کی جانچ کرنے کے لیے بھی استعمال ہوتی ہے۔ اس کے ذریعہ پیدائش امراض اور بڑھ وار کی غیر طبعی حالتوں کی نشاندہی کی جاسکتی ہے۔
- زبر آوازوں کا استعمال گردہ میں بنی پتھری کو چھوٹے چھوٹے ریزوں میں توڑنے کے لیے بھی کیا جاتا ہے۔ یہ ریزے پیشاب کے ساتھ خارج ہو جاتے ہیں۔

12.5.1 سونار (Sonar)

سونار مخفف ہے آواز، صوتی (Sound)، جہاز رانی (Navigation) اور زدکاری (Ranging) کا۔ سونار ایک ایسا آلہ ہے جو تہہ آب اشیاء کا فاصلہ ناپنے، ان کی سمت معلوم کرنے اور ان کی رفتار معلوم کرنے کے لیے زبرصوتی لہروں کو استعمال کرتا ہے۔ سونار کیسے کام کرتا ہے؟ سونار ایک ترسیل کار (Transmitter) اور ایک شناس (Detector) پر مشتمل ہوتا ہے اور ایک کشتی یا جہاز میں اس طرح نصب کیا جاتا ہے، جیسا کہ شکل 12.17 میں دکھایا گیا ہے۔



شکل 12.17: ترسیل کار کے ذریعے بھیجی گئی اور شناس کے ذریعے وصول کی گئی زبر آواز

ترسیل کار زبرصوتی لہریں پیدا کرتا اور ترسیل کرتا ہے۔ یہ لہریں پانی سے گذرتی ہیں اور سمندری تہہ پر موجود اشیاء سے ٹکرانے پر واپس منعکس ہوتی ہیں اور شناس کے ذریعے محسوس کی جاتی ہیں۔ شناس، زبرصوتی لہروں کو برقی سگنلوں میں تبدیل کرتا ہے، جن کی مناسب تشریح کی جاتی ہے۔ وہ شے جس سے آواز کی لہر منعکس ہوئی ہے، اس کا فاصلہ کا حساب، پانی میں آواز کی رفتار اور زبر آواز کی ترسیل اور شناس میں موصول ہونے کے درمیانی وقفہ وقت کی معلومات کے ذریعے لگایا جاسکتا ہے۔ فرض کیجیے زبرصوتی سگنل کی ترسیل اور وصولیابی کے درمیان وقفہ وقت t ہے اور سمندری پانی میں آواز کی رفتار v ہے۔ تو زبرصوتی سگنل کے ذریعے طے کیا گیا کل فاصلہ 2d مساوی ہوگا $2d = v \times t$۔

مندرجہ بالا طریقہ بازگشت رزکاری (Echo-ranging) کہلاتا ہے۔ سونار تکنیک سمندر کی گہرائی معلوم کرنے اور زیرِ آب پہاڑیوں،

© NCERT not to be republished

وادیوں، آب دوز کشتیوں (Submarines)، برف پارہ (Iceberg)، ڈوبے ہوئے جہازوں وغیرہ کی نشاندہی کرنے کے لیے استعمال ہوتی ہے۔ فاصلہ معلوم کرنے کے لیے ہمیں پانی میں آواز کی رفتار اور زبرصوتی لہر کی ترسیل اور وصولیابی کے درمیان وقفہ وقت معلوم ہونا چاہیے۔

مثال 12.3 ایک پانی کا جہاز زبرصوتی لہر بھیجتا ہے جو سمندری تہہ سے واپس آتی ہے اور 3.42 s کے بعد شناخت کی جاتی ہے۔ اگر سمندری پانی میں زبرصوتی لہر کی رفتار 1531 m/s ہے تو سمندری تہہ کا پانی کے جہاز سے فاصلہ کتنا ہے؟

حل:

دیا ہے:

t ترسیل اور شناخت کے درمیان وقت = $3.42s$

v سمندری پانی میں زبر آواز کی رفتار = $1531\ m/s$

زبر آواز کے ذریعے طے کیا گیا فاصلہ = 2d = سمندر کی گہرائی × 2

جہاں d سمندر کی گہرائی ہے۔

وقت × آواز کی رفتار = 2d

$= 1531\ m/s \times 3.42s = 5236m$

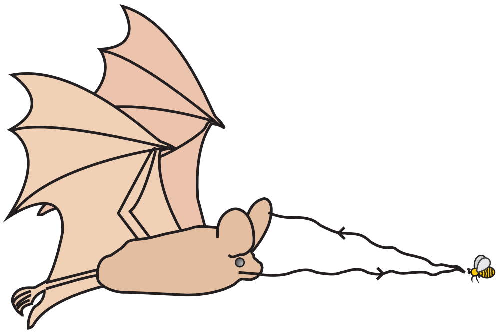
$$d = \frac{5236m}{2} = 2618m$$

اس لیے، پانی کے جہاز سے سمندر کی تہہ کا فاصلہ 2.618m یا 2.62 km ہے۔

سوال

1۔ ایک آب دوز کشتی ایک سونار پلس ترسیل کرتی ہے جو ایک آب میناز سے 1.02s میں واپس آتی ہے اگر نمکین پانی میں آواز کی رفتار 1531 m/s ہے تو میناز کتنی دور ہے۔

جیسا کہ پہلے ذکر کیا جا چکا ہے، چمگادڑیں اندھیرے میں اپنا شکار تلاش کرنے اور اڑنے کے لیے زبرصوتی لہریں ترسیل کرتی ہیں اور منعکس ہونے کے بعد انھیں شناخت کرتی ہیں۔ چمگادڑ کی اونچے سر کی زبرصوتی سرسراہٹیں، رکاوٹوں یا ان کے شکاروں سے منعکس ہوتے ہیں اور چمگادڑوں کے کانوں تک واپس پہنچتی ہیں، جیسا کہ شکل 12.8 میں دکھایا گیا ہے۔ انعکاس کی طبع چمگادڑ کو بتا دیتی ہے کہ رکاوٹ یا شکار کہاں ہے اور وہ کیسی/کیا ہے۔ سنگ ماہی بھی اندھیرے میں تیرتے اور اپنا کھانا تلاش کرنے کے لیے زبرصوتی لہریں استعمال کرتی ہے۔



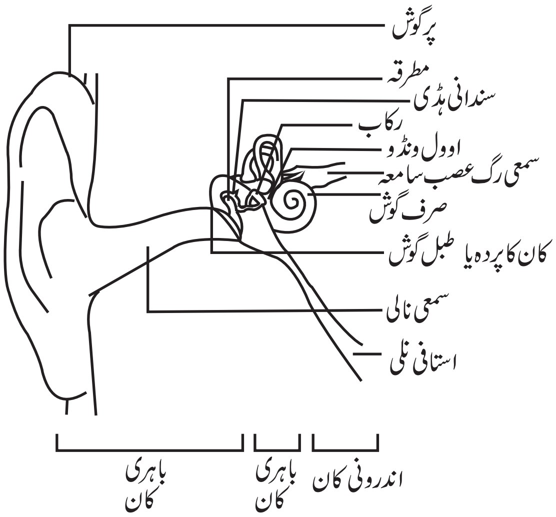
شکل 12.18 : چمگادڑ زبرصوتی خارج کرتا ھے اور لھر شکار یا رکاوٹ کے ذریعے واپس منعکس ھوتی ھے۔

12.6 انسانی کان کی بناوٹ (Structure of Human Ear)

ہم سنتے کیسے ہیں؟ ہم ایک بے حد حساس آلے کی مدد سے سن پاتے ہیں جو کان کہلاتا ہے۔ یہ ہمیں اس لائق بناتا ہے کہ ہم ہوا میں ہو رہے داب کے تغیرات کو، برقی سگنلوں میں تبدیل کر سکیں جو سامعی رگ عصب سامعہ (Auditory Nerve) سے ہوتے ہوئے ہمارے دماغ تک پہنچتے ہیں۔ انسانی کان کا سامعی پہلو سے یہاں بحث کی جائے گی۔

باہر کان پر گوش (Pinna) کہلاتا ہے۔ یہ آس پاس سے آوازیں اکھٹی کرتا ہے۔ یہ اکھٹی کی گئی آواز سمعی نالی (Auditory Canal) سے گذرتی ہے۔ سمعی نالی کے آخری کنارے پر ایک پتلی جھلی ہوتی ہے جو طبل گوش (Eardrum) یا کان کا پردہ (Tympanic Membrane) کہلاتی ہے۔ جب وسیلے (Medium) کے دباؤ (Compressions) کان کے پردے تک پہنچتے ہیں تو جھلی کے باہری طرف داب

(Pressure) بڑھ جاتا ہے جو کان کے پردے کو اندر کی طرف کر دیتا ہے۔اسی طرح کان کا پردہ اس وقت باہر کی طرف حرکت کرتا ہے جب ایک تلطیف (Rarefaction) اس تک پہنچتی ہے۔اسی طرح کان کا پردہ ارتعاش کرتا ہے ان ارتعاشوں کی تین ہڈیوں کے ذریعے کان کے درمیانی حصے میں کئی گنا افزائش (Amplification) ہوتی ہے (یہ ہیں: مطرقہ (Hammer)، سندانی ہڈی (Anvil) اور رکاب (Stirrup) کان کا درمیانی حصہ آواز کی لہر سے حاصل کیے ہوئے افزائش شدہ داب تغیرات اندرونی کان کو بھیجتا ہے۔اندرونی کان میں، داب تغیرات، صدف گوش (Cochlea) کے ذریعے برقی سگنلوں میں تبدیل کیے جاتے ہیں۔ یہ برقی سگنل، سمعی رگ سے ہوتے ہوئے، دماغ کو بھیجے جاتے ہیں، جو ان کی بہ طور آواز تشریح کرتا ہے۔



شکل 12.19 انسانی کان کے سبھی حصے

آپ نے کیا سیکھا

- آواز مختلف اشیاء کے ارتعاشوں (Vibrations) کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔
- آواز ایک مادی وسیلے سے طولی لہر کی شکل میں گذرتی ہے۔
- آواز وسیلہ میں متواتر دباؤ اور تلطیف کے بطور گذرتی ہے۔
- آواز کی اشاعت میں، آواز کی توانائی سفر کرتی ہے، وسیلے کے ذرات نہیں۔
- ازحد قدر سے کم ترین قدر اور پھر ازحد قدر تک کثافت میں تبدیلی ایک مکمل احتراز تشکیل کرتی ہے۔
- دو سلسلے وار (متواتر) دباؤ یا دو سلسلے وار تلطیف کے درمیان فاصلہ طول لہر 'X' کہلاتا ہے۔
- وسیلے کی کثافت کے ایک مکمل احتراز میں لہر کے ذریعے لیا گیا وقت دوری وقت کہلاتا ہے۔
- مکمل احترازات، تعداد فی اکائی وقت، تواتر (ν) کہلاتی ہے۔ $\nu = \frac{1}{T}$
- ایک لہر کی وسعت، وسیلے کے ذرات کی اپنے اوسط مقام سے ازحد منتقلی کی عددی قدر ہے۔

© NCERT not to be republished

- آواز کی رفتار v، تواتر ν اور طول موج λ کا رشتہ اس مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے: $v = \lambda\nu$
- آواز کی رفتار بنیادی طور سے ترسیلی وسیلے کی طبع اور درجہ پر منحصر ہے۔
- آواز کے انعکاس کے قانون کا بیان ہے کہ آواز جس سمت میں وقوع پذیر ہوتی ہے اور جس سمت میں منعکس ہوتی ہے، وہ سمتیں واقع کی جگہ پ انعکاسی سطح پر ڈالے گئے عمود سے مساوی زاویہ بناتی ہیں اور یہ تینوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔
- ایک واضح آواز سننے کے لیے، اصل آواز اور منعکس آواز کے درمیان کم از کم وقفہ 0.1s ہونا لازمی ہے۔
- ایک بڑی جلسہ گاہ (Auditorium) میں دیر تک آواز کا باقی رہنا، آواز کے بار بار دہرائے جانے والے انعکاس کی وجہ سے ہوتا ہے اور اسے 'گونج' کہتے ہیں۔
- آواز کی خاصیتیں جیسے (Pitch)، بلندی (Loudness) اور کیفیت (Quality) لہر کی مطابقت رکھنے والے خاصیتوں سے معلوم کی جاتی ہیں۔
- بلندی، آواز کی شدت کا کان پر نفسیاتی اثر ہے۔
- ہر سیکنڈ میں اکائی رقبہ سے گذرنے والی توانائی کی مقدار آواز کی شدت کہلاتی ہے۔
- انسانوں کے لیے قابلِ سماعت سعت، تواتر سعت 20 Hz — 20 kHz کے درمیان ہے۔
- سماعتی سعت سے کم تواتر والی آوازیں ''زیرِصوتی'' کہلاتی ہیں اور وہ آوازیں جن کا تواتر سماعتی سعت سے زیادہ ہوتا ہے، ''زبرصوتی'' کہلاتی ہیں۔
- زبرصوتی لہروں کے بہت سے طبّی اور صنعتی استعمال ہیں۔
- سونا تکنیک، سمندر کی گہرائی اور زیرِ آب پہاڑیوں، وادیوں، آب دوز کشتیوں، برف پاروں، ڈوبے ہوئے پانی کے جہازوں وغیرہ کو شناخت کرنے میں استعمال ہوتی ہے۔

مشق

1۔ آواز کیا ہے اور یہ کیسے پیدا ہوتی ہے؟

2۔ ایک ڈائیگرام کی مدد سے بیان کیجیے کہ ایک آواز کے مخرج (Source) کے نزدیک ہوا میں دباؤ اور تلطیف کیسے پیدا ہوتے ہیں؟

© NCERT not to be republished

3۔ یہ دکھانے کے لیے کہ آواز کو اپنے اشعاع کے لیے ایک مادّی وسیلے کی ضرورت ہوتی ہے، ایک تجربہ وضاحت کے ساتھ بیان کیجیے۔

4۔ آواز کی لہر طولی لہر کیوں کہلاتی ہے؟

5۔ آواز کی کون سی خصوصیت، ایک اندھیرے کمرے میں اپنے دوستوں کے ساتھ بیٹھے ہونے پر بھی، اپنے دوست کو اس کی آواز سے شناخت کرنے میں، آپ کی مدد کرتی ہے؟

6۔ بجلی (روشنی) اور کڑک ایک ساتھ پیدا ہوتے ہیں۔ لیکن کڑک بجلی چمکنے کے کچھ سیکنڈ بعد سنائی دیتی ہے۔ کیوں؟

7۔ ایک شخص کی سماعتی سعت 20 Hz سے 20 kHz تک ہے۔ ان دونوں تواتروں سے مطابقت رکھنے والی آواز کی لہروں کے خصوصی طولِ لہر کیا ہیں؟ ہوا میں آواز کی رفتار $344\ m\ s^{-1}$ لیجیے۔

8۔ دو بچے ایک المونیم چھڑ کے مخالف سروں پر کھڑے ہیں۔ ایک چھڑ کے سرے پر ایک پتھر مارتا ہے۔ آواز کی لہر ہوا میں اور المونیم میں دوسرے تک پہنچنے میں جو اوقات لے گی، ان کی نسبت معلوم کیجیے۔ (اشارہ: جدول 12.1 استعمال کیجیے)۔

9۔ ایک آواز کے مخرج کا تواتر 100 hz ہے۔ یہ ایک منٹ میں کتنی بار ارتعاش کرتی ہے؟

10۔ کیا آواز پر بھی انعکاس کے وہی قانون لاگو ہوتے ہیں جو روشنی کے انعکاس کے قانون ہیں؟ وضاحت کیجیے۔

11۔ ایک بازگشت پیدا ہوتی ہے۔ اگر انعکاسی سطح کا آواز کے مخرج سے فاصلہ یکساں رہے تو آپ کس دن باز گشت جلدی سنیں گے، ٹھنڈے دن میں یا گرم میں۔

12۔ آواز کی لہروں کے انعکاس کے دو عملی استعمال بتائیے۔

13۔ ایک 500 m اونچے مینار کی چوٹی سے ایک پتھر مینار کی بنیاد پر بنے تالاب میں پھینکا جاتا ہے۔ پتھر کے پانی میں گرنے کی آواز چوٹی پر کب سنائی دے گی؟ دیا ہوا ہے: $g = 10\ ms^{-1}$ ۔

14۔ ایک آواز کی لہر $339\ ms^{-1}$ کی رفتار سے سفر کرتی ہے۔ اگر اس کی طولِ لہر 1.5 cm ہے تو لہر کا تواتر کیا ہوگا؟ کیا یہ قابلِ سماعت ہے؟

15۔ گونج کیا ہے؟ اسے کیسے کم کیا جاسکتا ہے؟

16۔ آواز کی بلندی کیا ہے؟ یہ کن عوامل (Factors) پر منحصر ہے؟

17۔ سمجھائیے کہ چمگادڑیں اپنا شکار پکڑنے کے لیے زبر صوتی لہریں کیسے استعمال کرتی ہیں؟

© NCERT not to be republished