

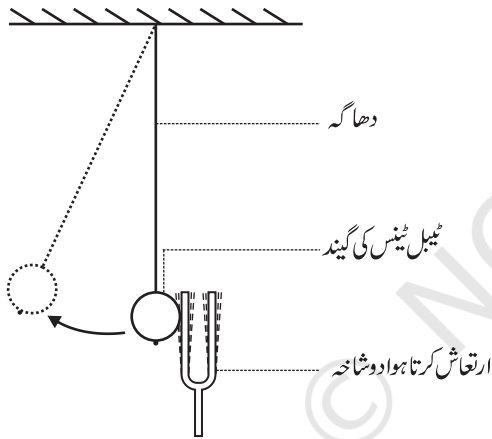


4916CH12

آواز (Sound)

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 گزاریے]۔ گیند کو احتیاط کے ساتھ آہستہ آہستہ سے ٹیونی دو شاخہ 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 گیند سے بس تماس میں ہے

12.2 سرگرمی

ایک بیکریا ایک گلاس میں پانی لیجیے۔ بیکریا گلاس کو پورا بھر لیجیے۔ ارتعاش کرتے ہوئے دو شاخہ کی ایک شاخ سے پانی کی سطح کو آہستہ سے چھوئے، جیسا کہ شکل 12.2 میں دکھایا گیا ہے۔ پھر ارتعاش کرتی ہوئی دو شاخہ کی شاخوں کو پانی میں ڈبو دیجیے، جیسا کہ شکل 12.3 میں دکھایا گیا ہے۔

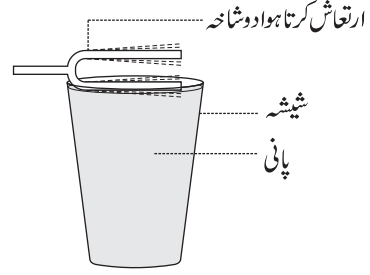
ہم روزانہ مختلف چیزوں کی آوازیں سنتے ہیں، جیسے انسانوں کی، چڑیوں کی، گھنٹیوں کی، مشینوں کی، سوار یوں کی، ٹیلی ویژن اور ریڈیو کی — آواز توانائی کی ایک شکل ہے جو ہمارے کانوں میں سننے کا احساس پیدا کرتی ہے۔ توانائی کی دوسری قسمیں بھی ہیں، جیسے میکانیکی توانائی، حرارتی توانائی، روشنی وغیرہ۔ ہم پچھلے ابواب 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 جارہے ہیں کہ آواز کیسے پیدا ہوتی ہے؟ یہ ایک وسیلہ (Medium) میں سے کیسے ترسیل (Transmit) ہوتی ہے اور کیسے ہمارے کان اسے سنتے ہیں؟

12.1 آواز پیدا کرنا (Production of Sound)

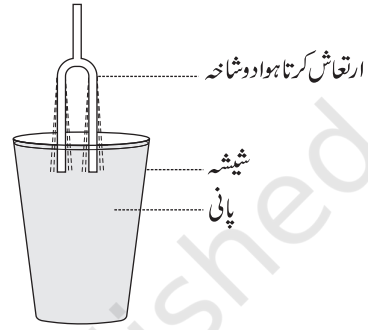
12.1 سرگرمی

ایک دو شاخہ (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 دو شاخہ کی ایک شاخ (Prong) کو چھو کر دیکھیے اور اپنے تجربے پر اپنے دوستوں کے ساتھ گفتگو کیجیے۔

• 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 کی ایک شاخ پانی کی سطح کو چھوئی ہوئی



شکل 12.3: ارتعاش کرتے ہوئے دو شاخے کی دونوں شاخیں پانی میں ڈوبی ہوئی

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

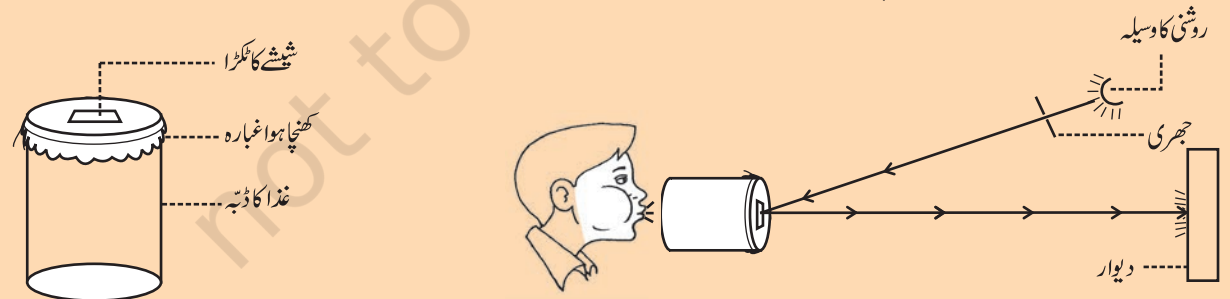
مندرجہ بالا سرگرمیوں میں ہم نے دوشاخہ کو پیڈ پر مار کر آواز پیدا کی تھی۔ ہم مختلف اشیا کو چٹکی سے نوچ کر ان کو کھود کر یا کھجا کر، رگڑ کر یا ہس کر، ان میں ہوا پھونک کر یا انہیں ہلا کر بھی آواز پیدا کر سکتے ہیں۔ ان تمام طریقوں سے ہم اشیا پر کیا اثر ڈالتے ہیں؟ ہم اشیا میں ارتعاش پیدا کرتے ہیں اور آواز 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 پھڑپھڑاتا ہے تو کیا آپ کوئی آواز سنتے ہیں؟ سوچیے ایک مکھی کے بھنبنانے کی آواز کیسے پیدا ہوتی ہے؟ ایک کھینچے ہوئے ربر بینڈ کو اگر انگلی سے بچ میں سے چھو جائے تو وہ ارتعاش کرنے لگتا ہے اور آواز پیدا ہوتی ہے۔ اگر آپ نے پہلے کبھی ایسا نہیں کیا ہے تو ایک بار کر کے دیکھیے اور کھینچے ہوئے ربر بینڈ کے ارتعاش کا مشاہدہ کیجیے۔

12.3 سرگرمی

• 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 دھبے کو نچا سکتی ہے؟

ایک ٹین کا چھوٹا ڈبہ لیجیے۔ اس کے دونوں پینڈوں کو نکال کر اسے ایک کھوکھلا استوانہ (Hollow Cylinder) بنا دیجیے۔ ایک غبارہ لیجیے اور اسے ڈبے کے منہ 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۔ ڈبے کے کھلے سرے میں زور سے بولیں یا چلائیں اور دیوار پر روشنی کے دھبے کو ناچتے ہوئے دیکھیے۔ اپنے دوستوں سے بحث کیجیے کہ روشنی کے دھبے کو کیا چیز نچا رہی ہے؟



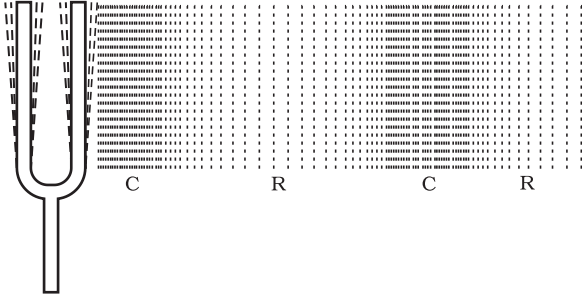
شکل 12.4: روشنی کے ایک وسیلہ سے روشنی کی ایک کرن شیشے پر پڑ رہی ہے۔ منعکس ہوئی روشنی دیوار پر پڑ رہی ہے۔

12.2 آواز کا اشعاع

(Propagation of Sound)

ہم جانتے ہیں کہ آواز اشیا میں 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 ہو سکتا ہے۔ آواز ایک وسیلہ میں حرکت کرتی ہوئی، جس نقطہ پر آواز پیدا ہو رہی ہے، وہاں سے سننے والے تک پہنچتی ہے۔ جب ایک شے ارتعاش کرتی ہے تو یہ اپنے ارد گرد کے وسیلے کے ذرات میں بھی ارتعاش پیدا کر دیتی ہے۔ یہ ذرات ارتعاش کرتے ہوئے شے سے کان تک نہیں جاتے۔ وسیلہ کا وہ ذرہ جو ارتعاش کرتی ہوئی شے کے تماس میں ہے، پہلے اپنے وسطی مقام سے منتقل ہوتا ہے۔ پھر وہ اپنے متصل ذرے پر قوت لگاتا ہے جس کے نتیجے میں متصل ذرہ اپنی حالت 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 گزرتا ہے اور وسیلہ کے ذرات سفر نہیں کرتے۔

(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 دباؤ (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)

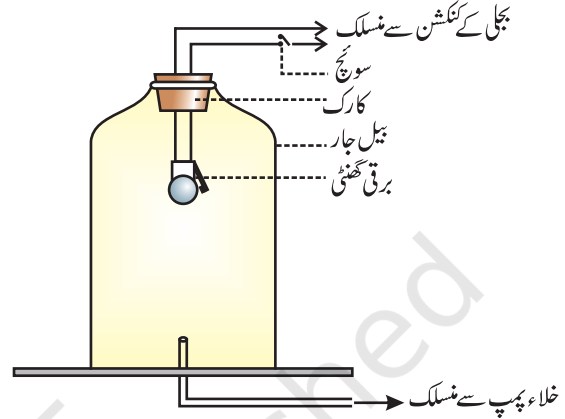
آواز ایک میکانیکی لہر ہے اور اسے اپنے اشعاع کے لیے ایک مادی وسیلے، جیسے ہوا، پانی، فولاد وغیرہ کی ضرورت ہوتی ہے۔ یہ خلا میں سے نہیں گذر سکتی جس کا مندرجہ ذیل تجربے سے مظاہر کیا جاسکتا ہے۔

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

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 (C) (Compression) کہلاتا ہے، جیسا کہ 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

شکل 12.6 میں دکھایا گیا ہے۔ اگر آپ سوچ دباتے ہیں تو آپ کو گھنٹی کی آواز سنائی دیتی ہے۔ اب ویکيوم 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 گزر رہا ہے۔ کچھ دیر کے بعد جب نیل جار میں بہت کم ہموار ہو جاتی ہے تو بہت ہلکی آواز سنائی دیتی ہے۔ کیا ہوگا اگر نیل 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

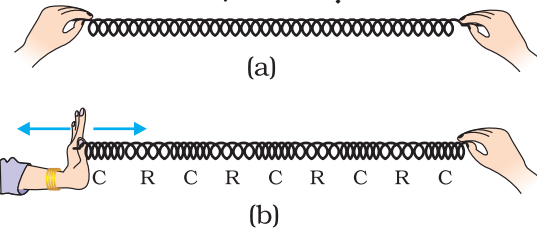
(Sound Waves are Longitudinal Waves)

سرگرمی 12.4

- ایک سلنکی لیجیے۔ اپنے دوست سے اس کا ایک سرا پکڑنے کے کہیے۔ دوسرا سرا خود پکڑیے۔ اب سلنکی کو کھینچئے، جیسا کہ

شکل (a) 12.7 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 کھینچتے اور دھکا 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 چھلے ایک دوسرے کے زیادہ نزدیک آ جاتے ہیں دباؤ کے علاقے 'C' (Compression) کہلاتے ہیں اور وہ علاقے جہاں چھلے ایک دوسرے سے دور ہو جاتے ہیں، تلطیف کے علاقے 'R' (Rarefaction) کہلاتے ہیں۔ جیسا کہ آپ 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 ہتزاز (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 ہتزاز کرتے ہیں۔ اس لیے ایک عرضی موج وہ موج ہے، جس میں وسیلے

وسیلے کی کثافت اور اس کی دباؤ وسط 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 دباؤ 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 حصہ سے ظاہر کیے گئے ہیں۔ چوٹی (Peak) سب سے زیادہ دباؤ (Maximum compression) کے علاقے کو ظاہر کرتی ہے۔ اس لیے دباؤ وہ علاقے ہیں جہاں کثافت اور دباؤ کی قدر سب سے زیادہ ہے۔ تلطیف کم دباؤ کے علاقے ہیں، جہاں ذرات دور دور کھڑے ہوتے ہیں اور وادی (Valley) سے ظاہر کیے گئے ہیں، یعنی کہ شکل (c) 12.8 میں منحنی کے نچلے حصے کے ذریعہ ایک چوٹی کو لہر کا فراز (Crest) اور وادی کو لہر کا نشیب (Trough) کہتے ہیں۔ دو لہر کا فراز (C) یا دو لہر کا نشیب (R) کے درمیان کا فاصلہ طول لہر (Wave length) کہلاتا ہے، جیسا کہ شکل (c) 12.8 میں دکھایا گیا

کے انفرادی ذرات اپنے وسطی 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۔

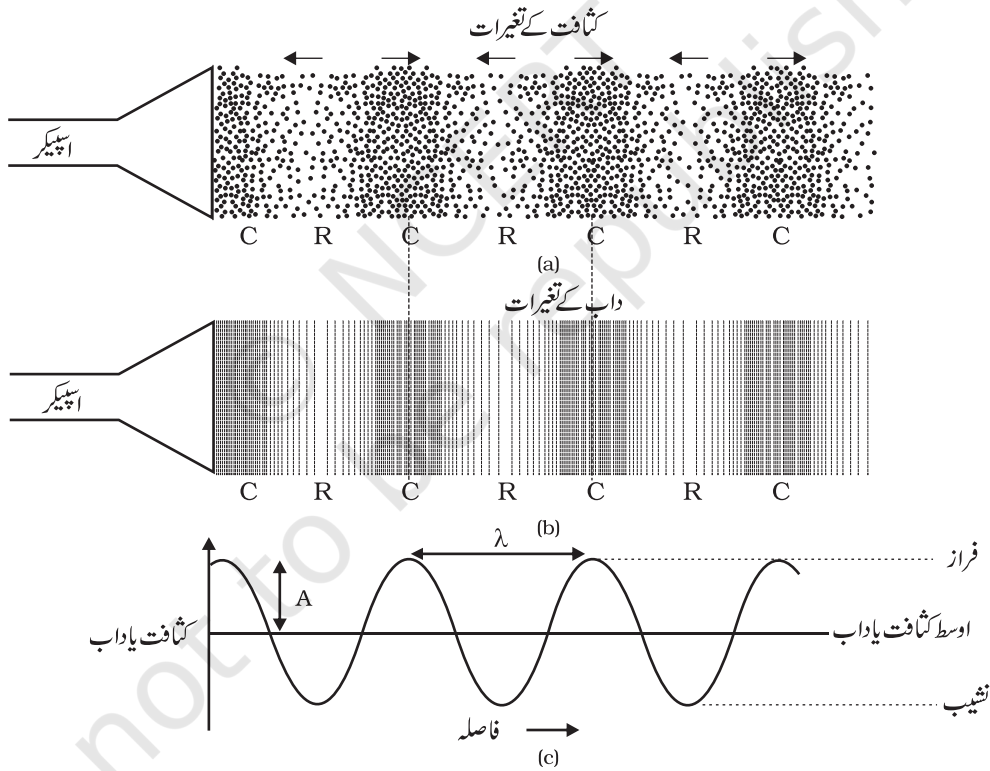
12.2.3 آواز کی لہروں کی خصوصیات

(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 دباؤ کیسے تبدیل ہوتے ہیں۔ ایک دیے ہوئے لمحہ پر،

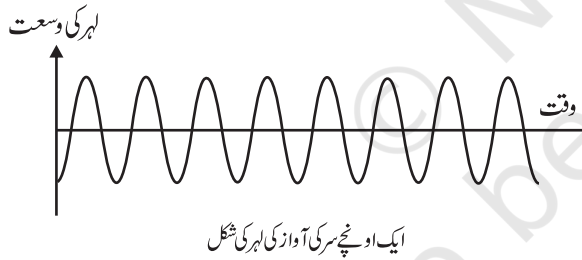
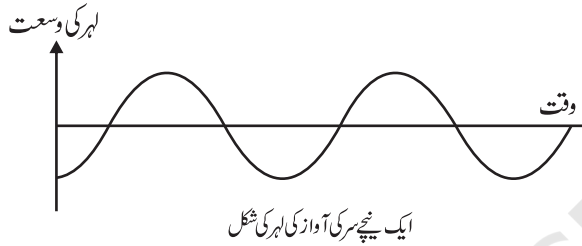


شکل 12.8: آواز کا اشعاع کثافت یا دباؤ کی تبدیلیوں کی شکل میں ہوتا ہے جیسا کہ (a) اور (b) میں دکھایا گیا ہے۔ (c) میں کثافت اور دباؤ کی تبدیلیوں کو گرافی شکل میں ظاہر کیا گیا ہے۔

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

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 خرچ 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 خصوصیات 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۔



شکل 12.9: نیچے سُر کی آواز کی تواتر کم ہوتا ہے، اونچے سُر 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 زیادہ سے زیادہ منتقلی کی عددی قدر، لہر کی وسعت کہلاتی ہے۔ اسے عام

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

ہینرک رڈولف ہرٹز 22 فروری 1857 کو ہمبرک (Hamburg) جرمنی میں پیدا ہوئے اور انھوں نے برلن یونیورسٹی میں تعلیم حاصل کی۔ انھوں نے جے۔ سی۔ میکسویل (J.C. Maxwell) کے برق مقناطیسی



ہینرک رڈولف ہرٹز نظریہ (Electromagnetic theory) کو درست ثابت کیا۔ انھوں نے ریڈیو، ٹیلی فون، ٹیلی گراف اور ٹیلی ویژن کی بھی مستقبل میں ہونے والی ترقی کی بنیاد ڈالی۔ انھوں نے ضیا 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) رکھی گئی۔

تواتر ہمیں یہ بتاتا ہے کہ کوئی واقعہ کتنی بار واقع ہوا ہے۔ فرض کیجیے آپ ایک ڈرم بجا رہے ہیں آپ فی اکائی وقت (SI) کتنی بار ڈرم پیٹ رہے ہیں، یہ آپ کے ڈرم پسینے کا تواتر کہلائے گا۔ آپ جانتے ہیں کہ جب ایک وسیلے سے آواز کا اشعاع ہوتا ہے تو وسیلہ کی کثافت بیش ترین اور کم ترین قدر کے درمیان اہتراز کرتی ہے۔ از حد سے کم ترین اور پھر از حد تک کثافت کی قدر میں تبدیلی ایک مکمل اہتراز (Complete Oscillation) تشکیل دیتی ہے۔ ایسے اہتراز 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) 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 اہتراز 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:

جاتا ہے کہ وہ اعلیٰ کیفیت کی آواز ہے۔ وہ آواز جس کا ایک واحد تواتر ہوتا ہے ٹون (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 مندرجہ ذیل کا تعین ہے:

(a) بلندی (b) سُر

2- کس آواز کا سُر اونچا ہے: (a) گنگار (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)

$$\begin{aligned} \lambda &= \frac{\lambda}{T} = \lambda \times \frac{1}{T} \\ &= \lambda v \left(\because \frac{1}{T} = v \right) \end{aligned}$$

$$v = \lambda v$$

تواتر $\times$ طول لہر = چال

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 طول لہر 35 cm ہے۔ اسے 1.5 km طے کرنے میں کتنا وقت لگے گا؟

حل:

دیا ہوا ہے

$$\text{تواتر } (v) = \text{kHz} = 2000 \text{ Hz}$$

$$\text{طول لہر } (\lambda) = 35 \text{ cm} = 0.35 \text{ m}$$

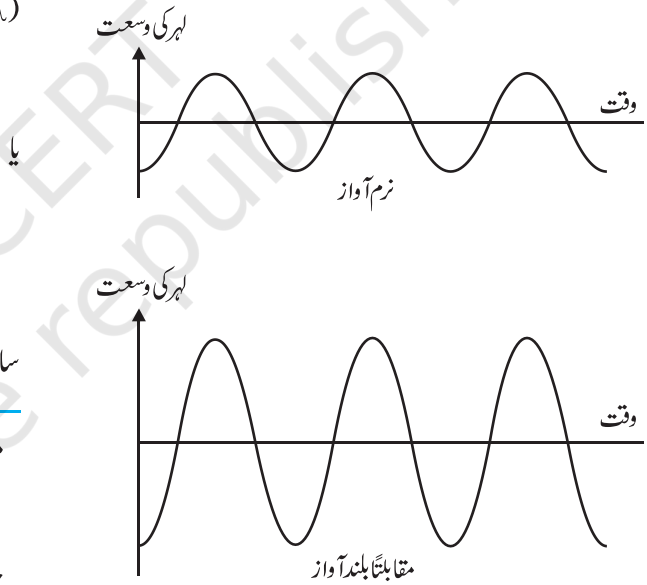
ہم جانتے ہیں

$$\text{لہر کی چال} = \text{تواتر} \times \text{طول لہر}$$

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 (Amplitude) سے معلوم کی جاتی ہے۔ آواز کی لہر کے جھٹکے 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 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 مقابلاً 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 کا محیطہ چھوٹا ہوتا ہے اور بلند آواز کی وسعت بڑی ہوتی ہے

آواز کی کیفیت یا کھڑک (Quality or Timbre) وہ خصوصیت ہے، جس کے ذریعے ہم ایک آواز سے دوسری یکساں سُر اور یکساں اونچائی کی آواز میں فرق کر پاتے ہیں۔ وہ آواز جو سننے میں زیادہ بھلی لگتی ہے، کہا

(Speed of Sound in Different Media)

آواز ایک وسیلہ میں ایک تناہی (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 گیس کی 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 درجہ 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 ms^{-1} ہے اور 22°C پر ہوا میں آواز کی رفتار 344 ms^{-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۔

$$v = \lambda \nu$$

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

لہر کو 1.5 km فاصلہ طے کرنے میں یہ آواز 2.1 s 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 طول لہر اور تواتر کا اس کی چال سے کیا رشتہ ہے؟
- 3- ایک ایسی صوتی لہر کے طول لہر کا حساب لگائیے 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۔ ہو سکتا 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۔

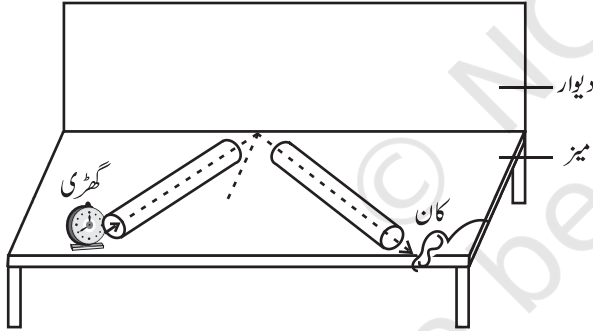
سوال

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

مستوی میں ہوتے ہیں۔ ایک بڑے ناپ کی رکاوٹ جو پالش کی ہوئی یا کھر دری ہو، آواز کی لہروں کے انعکاس کے لیے چاہیے ہوتی ہے۔

12.5 سرگرمی

- دو مماثل (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

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

حالت	شے	رفتار میٹر فی سیکنڈ میں
ٹھوس	المونیم	6420
	نکل	6040
	فولاد	5960
	لوہا	9560
	پیتل	4700
رقیق	شیشہ (فلٹ)	3980
	پانی (سمندری)	1531
	پانی (مقطر)	1498
	استھانول	1207
گیسیں	میتھانول	1103
	ہائیڈروجن	1339
	ہیلیم	985
	ہوا	346
	آکسیجن	346
	سلفر ڈائی آکسائیڈ	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 واسطے 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 کچھلی 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

حل:

دیا ہوا ہے:

$$v = 346 \text{ m s}^{-1} \text{ رفتار}$$

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

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

$$= 1730 \text{ m} \text{ آواز کے ذریعے طے کیا گیا فاصلہ}$$

$$5 \text{ s} \text{ میں آواز کو شخص اور مینار کے درمیانی فاصلے کا دوگنا فاصلہ طے}$$

$$\text{کرنا ہے۔ اس لیے، شخص اور مینار کے درمیان فاصلہ}$$

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

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 m s^{-1} ہے۔

12.3.3 آواز کے کثیر انعکاسات کے استعمال

(Uses of Multiple Reflection of Sound)

1۔ میگافون، (Loudhailers)، ہارن، آلات 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۔ اسٹیتھکوپ (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۔ اسٹیتھکوپ میں

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 کل فاصلہ کم از کم: $344 \text{ m} \times 0.1 \text{ s} = 34.4 \text{ m}$ ہونا چاہیے۔ اس لیے واضح بازگشت سننے کے لیے آواز کے مخرج (Source) سے رکاوٹ تک کم از کم فاصلہ اس فاصلہ کا آدھا، یعنی کہ 17.2 m ہونا چاہیے۔ یہ فاصلہ ہوا کے درجہ حرارت کے ساتھ تبدیل ہو جائے گا۔ لگاتار یا کثیر انعکاسوں کی وجہ سے بازگشت ایک سے زیادہ مرتبہ بھی سنی جاسکتی 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

قدراتی کم نہ ہو جائے جو قابل سماعت نہ ہو۔ یہ متواتر انعکاس جو دیر تک

آواز کے باقی رہنے کا باعث ہوتا ہے، گونج کہلاتا ہے۔ ایک بڑے جلسہ گاہ

(Auditorium) یا بڑے ہال 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)، کھر درا 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

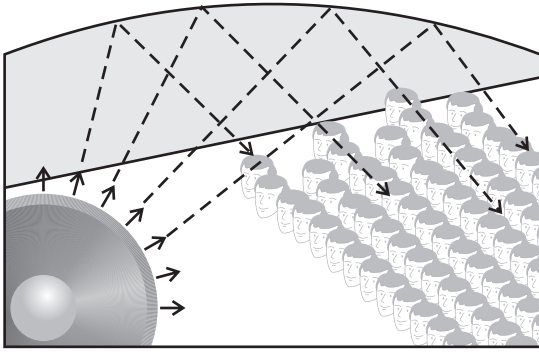
میں آنے والی ہو جاتی ہے۔

مثال 12.2 ایک شخص نے ایک مینار کے قریب تالی بجائی اور 5 s

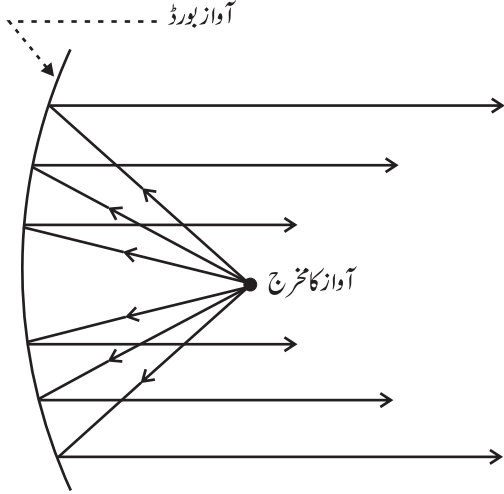
بعد بازگشت سنی۔ اگر دیے ہوئے درجہ حرارت پر ہوا میں آواز

کی رفتار 346 ms^{-1} ہے، تو مینار کا اس شخص سے فاصلہ کتنا

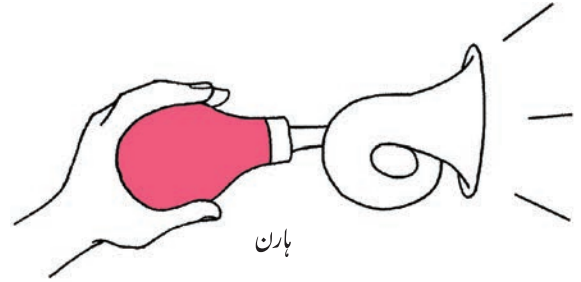
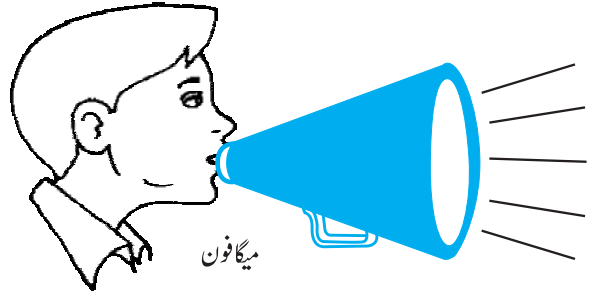
ہے؟



شکل 12.14: ایک کانفرنس ہال کی خمیدہ چھت



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



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: ایسٹتھو اسکوپ

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 = 1 Hz) 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 تواریزوں کے تین غیر حساس ہوتے جاتے ہیں۔ 20 Hz سے کم تواریز کی آوازیں انفراسونک آوازیں (Infrasonic Sounds)

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

12.5 الٹراساؤنڈ کے استعمال

(Applications of Ultrasound)

زیر آوازیں زیادہ تواتر کی لہریں ہیں۔ زیر آوازیں، رکاوٹوں کی موجودگی کے باوجود ایک معرف راستے پر گزر سکتی ہیں۔ زیر آوازیں بڑے پیمانے پر کارخانوں میں اور طبی مقاصد کے لیے استعمال کی جاتی ہیں۔

- زیر آوازیں 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 حصے، 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 زیر آواز 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 گنگٹوں (Metal Blocks) میں جھریاں (Cracks) یا کیمیا معلوم کرنے کے لیے بھی زیر آوازیں استعمال کی جاتی ہیں۔ بڑی عمارتوں، پلوں، مشینوں اور سائنسی آلات کو بنانے میں دھاتی حصے عام طور سے استعمال کیے جاتے ہیں۔ ان دھاتی گنگٹوں 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 گنگٹوں میں سے گزارا جاتا ہے اور خارج ہونے والی لہروں کو شناس (Detector) کی مدد سے شناخت کیا جاتا ہے۔ اگر کوئی کمی/خرابی ہے تو زبر آواز 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 آوازیں نہیں استعمال کی جاسکتی کیونکہ یہ خرابی یا کمی کے مقام پر مڑ جاتی ہے اور شناس میں داخل ہو جاتی ہے۔

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

کہلاتی ہیں، اگر ہم انفراسونک آوازیں 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) زیر آواز کے استعمال کے ذریعے آپس میں بات چیت کرتے ہیں، جن کا تواتر 5 Hz تک ہوتا ہے۔ وہیل مچھلی اور ہاتھی بھی انفراسونک 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 انفراسونک آواز پیدا ہوتی ہے، جو ممکن ہے ان جانوروں کو ہوشیار کر دیتی ہو۔ 20 kHz سے زیادہ تواتر کی آوازیں الٹراسونک آوازیں (Ultrasonic Sounds) یا الٹراساؤنڈ (Ultrasounds) کہلاتی ہیں۔ الٹراسونک آوازیں، ڈولفن، چگادڑ اور سینگ مانی (Porpoise) نکالتے ہیں۔ کچھ پتنگوں (Moths) میں سماعت کا بہت حساس آلہ ہوتا ہے۔ یہ پتنگے، چگادڑوں کی زیادہ تواتر والی سرسراہٹ بھی سن سکتے ہیں۔ پروانوں کو پتہ چل جاتا ہے کہ چگادڑ کب ان کے قریب آ رہا ہے اور وہ اپنا بچاؤ کرنے کی کوشش کر لیتے ہیں۔ چوہے بھی زیر آوازیں پیدا کر کے کھیل کھیلتے ہیں۔

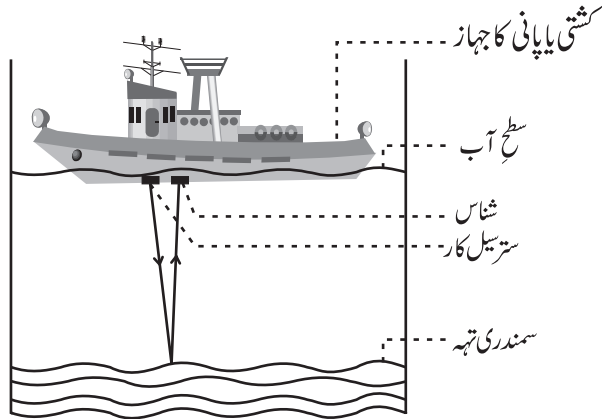
سماعتی آلہ: جن لوگوں کی سماعت میں کمی آ جاتی ہے انہیں سماعتی آلے کی ضرورت پڑتی ہے۔ ایک سماعتی آلہ ایک الیکٹرونک آلہ ہے جو بیٹری سے چلتا ہے۔ سماعتی آلہ ایک مائیکروفون کے ذریعے آواز کو حاصل کرتا ہے۔ مائیکروفون آواز کی لہروں کو برقی سگنلوں میں تبدیل کر دیتا ہے۔ ان برقی سگنلوں کی ایک افزائش کار (Amplifier) 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 قابل سماعت رینج کیا ہے؟
- 2- مندرجہ ذیل سے منسلک تواتروں کی رینج کیا ہے؟
(a) انفراسونک آواز (Infrasound)؟
(b) الٹراسونک آواز (Ultrasound)؟

12.5.1 سونار (Sonar)

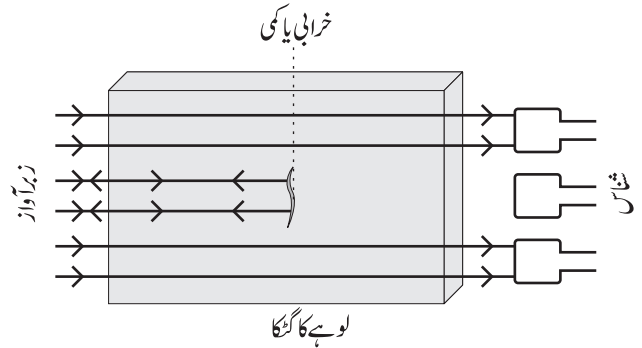
سونار مخفف ہے، صوتی (Sound)، جہاز رانی (Navigation) اور رینجنگ (Ranging) کا۔ سونار ایک ایسا آلہ ہے جو تہ آب اشیاء کا فاصلہ ناپنے، ان کی سمت معلوم کرنے اور ان کی رفتار معلوم کرنے کے لیے زبر صوتی لہروں کو استعمال کرتا ہے۔ سونار کیسے کام کرتا ہے؟ سونار ایک ترسیل کار (Transmitter) اور ایک شناس (Detector) 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 زبر صوتی 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، زبر صوتی 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 زبر صوتی سگنل کی ترسیل اور وصولیابی کے درمیان وقفہ وقت t ہے اور سمندری پانی میں آواز کی رفتار v ہے۔ تو زبر صوتی 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 زیر آب پہاڑیوں،

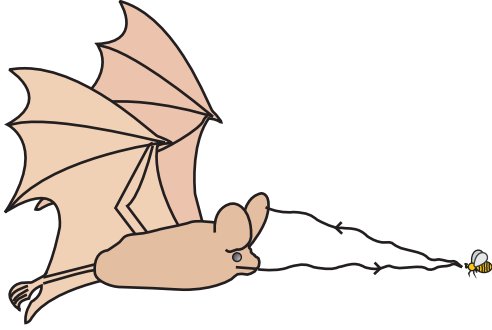


شکل 12.16: ایک لوہے کے گٹھکے کے اندر خرابی یا کمی کے مقام سے واپس منعکس ہوتی ہوئی زبر آواز

• الٹراساؤنڈ اسکینر (Ultrasound Scanner) ایک ایسا آلہ ہے جو انسانی جسم کے اندرونی اعضاء کا عکس حاصل کرنے کے لیے زبر صوتی لہریں استعمال کرتا ہے۔ ایک ڈاکٹر مریض کے اندرونی اعضاء جیسے جگر (Liver)، پتہ (Gall Blader)، رحم (Uterus) گردہ (Kidney) وغیرہ کی عکاسی کر سکتا ہے۔ اس سے ڈاکٹر کو خلاف معمول 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 زبر صوتی لہریں جسم کے نسانج (Tissues) سے ہو کر گذرتی ہیں اور اس علاقے سے منعکس ہو جاتی ہیں، جس میں نسانج 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 (Monitor) پر دکھایا جاتا ہے یا اس کی فلم بنائی جاتی ہے۔ یہ تکنیک الٹراسونوگرافی (Ultrasonography) کہلاتی ہے۔ یہ تکنیک حمل کے دوران جنین مخلقہ (Foetus) کی جانچ کرنے کے لیے بھی استعمال ہوتی ہے۔ اس کے ذریعہ پیدائش امراض اور نشوونما کی خلاف معمول حالتوں کی نشاندہی کی جاسکتی ہے۔

• الٹراساؤنڈ 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۔

ہونے کے بعد انھیں شناخت کرتی ہیں۔ چمگادڑ کی اونچے سر کی زبر صوتی 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 زبر صوتی لہریں استعمال کرتی ہے۔



شکل 12.18 : چمگادڑ زبر صوتی خارج کرتا ہے اور لہر شکار یا رکاوٹ کے ذریعے واپس منعکس ہوتی ہے۔

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 ہورہے داب کے تغیرات کو، برقی سگنلوں میں تبدیل کر سکیں جو سماعتی رگ عصب سامہ (Auditory Nerve) سے ہوتے ہوئے ہمارے دماغ تک پہنچتے ہیں۔ انسانی کان کا سماعتی پہلو سے یہاں بحث کی جائے گی۔

باہر کان پر گوش (Pinna) کہلاتا ہے۔ یہ آس پاس سے آوازیں اکٹھی کرتا ہے۔ یہ اکٹھی 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 ویلے (Medium) کے دباؤ (Compressions) کان کے پردے تک پہنچتے ہیں تو جھلی کے باہری طرف داب

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 زبر صوتی لہر کی ترسیل اور وصولیابی کے درمیان وقفہ وقت معلوم ہونا چاہیے۔

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

حل:

دیا ہے:

$$t = 3.42 \text{ s} \text{ ترسیل اور شناخت کے درمیان وقت}$$

$$v = 1531 \text{ m/s} \text{ سمندری پانی میں}$$

زبر آواز کی رفتار

$$2d = 2 \times \text{سمندری گہرائی}$$

طے کیا گیا فاصلہ

جہاں d سمندری گہرائی ہے۔

$$2d = \text{وقت} \times \text{آواز کی رفتار}$$

$$= 1531 \text{ m/s} \times 3.42 \text{ s} = 5236 \text{ m}$$

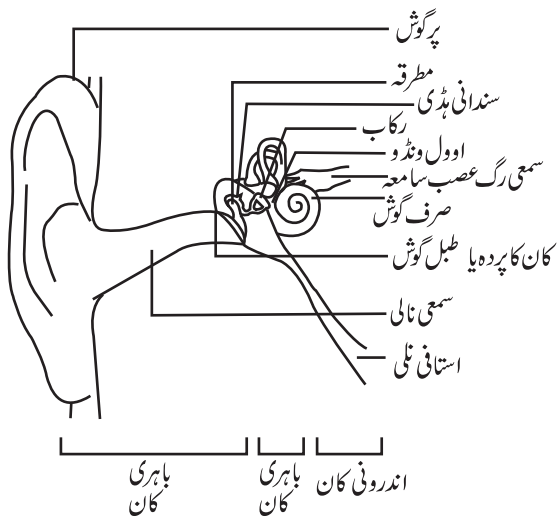
$$d = \frac{5236 \text{ m}}{2} = 2618 \text{ m}$$

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

سوال

- 1۔ ایک آب دوز کشتی ایک سونار پلس ترسیل کرتی ہے جو ایک آب میناز سے 1.02 s میں واپس آتی ہے اگر نمکیں 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 زبر صوتی لہریں ترسیل کرتی ہیں اور منعکس



شکل 12.19 انسانی کان کے سبھی حصے

(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۔

آپ
نے کیا
سیکھا



- آواز مختلف اشیاء کے ارتعاشوں (Vibrations) کی وجہ سے پیدا ہوتی ہے۔
- آواز ایک مادی وسیلے سے طویل لہر کی شکل میں گذرتی ہے۔
- آواز وسیلہ میں متواتر دباؤ اور تلطیف کی شکل میں گذرتی ہے۔
- آواز کی اشعاع میں، آواز کی توانائی سفر کرتی ہے، وسیلے کے ذرات نہیں۔
- بیش ترین قدر سے کم ترین قدر اور پھر بیش ترین قدر تک کثافت میں تبدیلی ایک مکمل اهتزاز 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 اهتزاز میں لہر کے ذریعے لیا گیا وقت دوری وقت کہلاتا ہے۔
- ایک سیکنڈ میں مکمل ہونے والے اهتزاز کی تعداد، تواتر (v) کہلاتی ہے۔ $v = \frac{1}{T}$
- ایک لہر کا محیط، وسیلے کے ذرات کی اپنے وسطی مقام سے زیادہ سے زیادہ منتقلی کی عددی قدر ہے۔

- آواز کی رفتار v ، تو اتر v اور طول موج λ کا رشتہ اس مساوات سے ظاہر کیا جاتا ہے: $v = \lambda v$
- آواز کی رفتار بنیادی طور سے ترسیلی وسیلے کی نوعیت اور درجہ حرارت 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 پر انعکاسی سطح پر ڈالے گئے عمود سے مساوی زاویہ بنتی ہیں اور یہ تینوں ایک ہی مستوی میں ہوتے ہیں۔
- آواز کو واضح طور پر 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 پچ (Pitch)، بلندی (Loudness) اور کیفیت (Quality) لہر سے مطابقت رکھنے والی خاصیتوں سے معلوم کی جاتی ہیں۔
- بلندی، آواز کی شدت کا کان پر نفسیاتی اثر ہے۔
- ہر سینکڑ میں اکائی رقبہ سے گزرنے والی توانائی کی مقدار آواز کی شدت کہلاتی ہے۔
- انسانوں کے لیے قابل سماعت تو اتر کی رینج 20 Hz — 20 kHz کے درمیان ہے۔
- سماعتی تو اتر سے کم تو اتر والی آوازیں "انفراسونک" کہلاتی ہیں اور وہ آوازیں جن کا تو اتر سماعتی تو اتر سے زیادہ ہوتا ہے، "الٹراسونک" کہلاتی ہیں۔
- الٹراسونک لہروں کے بہت سے طبی اور صنعتی استعمال ہیں۔
- سونار تکنیک، سمندر کی گہرائی اور زیر آب پہاڑیوں، وادیوں، آب دوز کشتیوں، برف پاروں، ڈوبے ہوئے جہازوں وغیرہ کو شناخت کرنے میں استعمال ہوتی ہے۔

مشق

- 1- آواز کیا ہے اور یہ کیسے پیدا ہوتی ہے؟
- 2- ایک ڈائگرام کی مدد سے بیان کیجیے کہ ایک آواز کے مخرج (Source) کے نزدیک ہوا میں دباؤ اور تلطیف کیسے پیدا ہوتے ہیں؟



- 3- یہ دکھانے کے لیے کہ آواز کو اپنے اشعاع کے لیے ایک مادی وسیلے کی ضرورت ہوتی ہے، ایک تجربہ وضاحت کے ساتھ بیان کیجیے۔
- 4- آواز کی لہر طویل لہریوں 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 ریج 20 Hz سے 20 kHz تک ہے۔ ان دونوں تواتروں سے مطابقت رکھنے والی آواز کی لہروں کے خصوصی طول لہر کیا ہیں؟ ہوا میں آواز کی رفتار 344 m s^{-1} لیجیے۔
- 8- دو نیچے ایک المونیم چھڑکے مخالف سروں پر کھڑے ہیں۔ ایک چھڑکے 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 کب پیدا ہوتی ہے۔ اگر انعکاسی سطح کا آواز کے مخرج سے فاصلہ یکساں رہے تو آپ کس دن بازگشت 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: $g = 10 \text{ ms}^{-1}$ ۔
- 14- ایک آواز کی لہر 339 ms^{-1} کی رفتار سے سفر کرتی ہے۔ اگر اس کی طول لہر 1.5 cm ہے تو لہر کا تواتر کیا ہوگا؟ کیا یہ قابل سماعت ہے؟
- 15- گونج کیا ہے؟ ایسے کیسے کم کیا جاسکتا ہے؟
- 16- آواز کی بلندی کیا ہے؟ یہ کن عوامل پر منحصر ہے؟
- 17- سمجھائیے کہ چمکا دڑیں اپنا شکار پکڑنے کے لیے الٹرا سونک لہریں کیسے استعمال کرتی ہیں؟

- 18- زبر صوتی لہریں، صفائی کرنے کے لیے کیسے استعمال ہوتی ہیں؟
- 19- ایک سونار کے کام کرنے کا طریقہ اور اس کے استعمال سمجھائیے۔
- 20- ایک آب دوز کشتی میں لگا ہوا سونار آلہ ایک سکنل بھیجتا ہے اور 5 s بعد ایک بازگشت وصول کرتا ہے۔ اگر شے کا آب دوز کشتی سے فاصلہ 3625 m ہے تو پانی میں آواز کی رفتار کا حساب لگائیے۔
- 21- سمجھائیے کہ دھاتی گنگوں میں خرابیاں/کمیاں زبر صوتی لہروں کے استعمال سے کیسے شناخت کی جاسکتی ہیں؟
- 22- سمجھائیے کہ انسانی کان کیسے کام کرتا ہے؟