UNIVERSAL
LIBRARY
OU_224680
UNIVERSAL
LIBRARY

سلسلۂ نصابیات علمیہ جامعۂ عثمانیہ

طبیعیات

حصۂ چہارم

آواز

بر بنائے فزکس گریگوری اینڈ ہڈلے

انٹرمیڈئیٹ کے لئے

مترجمہ

چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس سی (علیگ)

اسسٹنٹ پروفیسر کیمیا کلیۂ جامعۂ عثمانیہ و سابق رکن سررشتۂ تالیف و ترجمہ

سنہ ۱۳۳۹ھ — سنہ ۱۳۳۰ف — سنہ ۱۹۲۰ء

مطبوعۂ دارالطبع سرکارِ عالی حیدرآباد دکن

یہ کتاب میکملن کمپنی کی اجازت سے
جن کو حقوق کاپی رائٹ حاصل ہیں
طبع کی گئی ہے۔

مُقدّمہ

دنیا میں ہر قوم کی زندگی میں ایک ایسا زمانہ آتا ہے جب کہ اُس کے قوائے ذہنی میں انحطاط کے آثار نمودار ہونے لگتے ہیں، ایجاد و اختراع اور غور و فکر کا مادّہ تقریباً مفقود ہو جاتا ہے، تخیل کی پرواز اور نظر کی جولانی تنگ اور محدود ہو جاتی ہے، علم کا دار و مدار چند رسمی باتوں اور تقلید پر رہ جاتا ہے۔ اُس وقت قوم یا تو بیکار اور مردہ ہو جاتی ہے یا سنبھلنے کے لئے یہ لازم ہوتا ہے کہ وہ دوسری ترقی یافتہ اقوام کا اثر قبول کرے۔ تاریخ عالم کے ہر دَور میں اس کی شہادتیں موجود ہیں۔ خود ہمارے دیکھتے دیکھتے **جاپان** پر یہی گذری اور یہی حالت اب **ہندوستان** کی ہے۔

جس طرح کوئی شخص دوسرے بنی نوع انسان سے قطعِ تعلق کرکے تنہا اور الگ تھلگ نہیں رہ سکتا اور اگر رہے تو پنپ

نہیں سکتا اسی طرح یہ بھی ممکن نہیں کہ کوئی قوم دیگر اقوام عالم سے بے نیاز ہو کر پھولے پھلے اور ترقی پائے۔ جس طرح ہوا کے جھونکے اور ادنیٰ پرندوں اور کیڑے مکوڑوں کے اثر سے وہ مقامات تک ہرے بھرے رہتے ہیں جہاں انسان کی دسترس نہیں اسی طرح انسانوں اور قوموں کے اثر بھی ایک دوسرے تک اڑ کر پہنچتے ہیں۔ جس طرح یونان کا اثر روم اور دیگر اقوام یورپ پر پڑا جس طرح عرب نے عجم کو اور عجم نے عرب کو اپنا فیض پہنچایا، جس طرح اسلام نے یورپ میں تاریکی اور جہالت کو مٹا کر علم کی روشنی پہنچائی اسی طرح آج ہم بھی بہت سی باتوں میں مغرب کے محتاج ہیں۔ یہ قانون عالم ہے جو یوں ہی جاری رہا اور جاری رہیگا۔

"دئے سے دیا یوں ہی جلتا رہا ہے"

جب کسی قوم کی نوبت یہاں تک پہنچ جاتی ہے اور وہ آگے قدم بڑھانے کی سعی کرتی ہے تو ادبیات کے میدان میں پہلی منزل ترجمہ ہوتی ہے۔ اس لئے کہ جب قوم میں جدت اور اپج نہیں رہی تو ظاہر ہے کہ اس کی تصانیف معمولی، ادھوری، کم مایہ اور ادنیٰ ہونگی۔ اُس وقت قوم کی بڑی خدمت یہی ہے کہ ترجمہ کے ذریعہ سے دنیا کی اعلیٰ درجہ کی تصانیف اپنی زبان میں لائی جائیں۔ یہی ترجمے خیالات میں تغیر اور معلومات میں اضافہ کریں گے، جمود کو توڑیں گے اور قوم میں ایک نئی حرکت پیدا کریں گے اور پھر آخر یہی ترجمے تصنیف و تالیف

کے جدید اسلوب اور ڈھنگ سمجھائیں گے۔ ایسے وقت میں ترجمہ تصنیف سے زیاد قابل قدر زیادہ مفید اور زیادہ فیض رساں ہوتا ہے۔

اسی اصول کی بنا پر جب عثمانیہ یونیورسٹی کی تجویز پیش ہوئی تو ہز اکزالٹڈ ہائینس ستم دوراں ارسطوئے زماں سپہ سالار آصف جاہ مظفر الممالک نظام الملک نظام الدولہ نواب میر عثمان علیخان بہادر فتح جنگ جی۔سی۔اس۔آئی۔جی۔سی۔بی۔ای۔والی حیدرآباد دکن خلد اللہ ملکہ و سلطنتہ نے جن کی علمی قدردانی اور علمی سرپرستی اس زمانہ میں احیائے علوم کے حق میں آب حیات کا کام کر رہی ہے، بہ تقاضائے مصلحت و دور بینی سب سے اول سر رشتہ تالیف و ترجمہ کے قیام کی منظوری عطا فرمائی جو نہ صرف یونیورسٹی کے لئے نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کریگا بلکہ ملک میں نشر و اشاعت علوم و فنون کا کام بھی انجام دیگا۔ اگرچہ اس سے قبل بھی یہ کام ہندوستان کے مختلف مقامات میں تھوڑا تھوڑا انجام پایا مثلاً فورٹ ولیم کالج کلکتہ میں زیر نگرانی ڈاکٹر گلکرسٹ، دہلی سوسائٹی میں، انجمن پنجاب میں زیر نگرانی ڈاکٹر لائٹنر و کرنل ہالرائڈ، علی گڑھ سائنٹفک انسٹیوٹ میں جس کی بنا سر سید احمد خاں مرحوم نے ڈالی۔ مگر یہ کوششیں سب وقتی اور عارضی تھیں۔ نہ انکے پاس کافی سرمایہ اور سامان تھا نہ انہیں یہ موقع حاصل تھا

اور نہ انہیں اعلیٰحضرت و اقدس جیسے علم پرور فرمانروا کی سرپرستی کا شرف حاصل تھا۔ یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو علوم و فنون سے مالا مال کرنے کے لئے باقاعدہ اور مستقل کوشش کی گئی ہے۔ اور یہ پہلا وقت ہے کہ اردو زبان کو یہ رتبہ ملا ہے کہ وہ اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار پائی ہے۔ احیائے علوم کے لئے جو کام آگسٹس نے رومہ میں، خلافت عباسیہ میں ہارون الرّشید و مامون الرّشید نے ہسپانیہ میں عبدالرحمٰن ثالث نے، بکرماجیت و اکبر نے ہندوستان میں، الفرڈ نے انگلستان میں، پیٹر اعظم و کیتھرائن نے روس میں اور مُت شی ہٹو نے جاپان میں کیا، وہی فرمانروائے دولت آصفیہ نے اس ملک کے لئے کیا۔ اعلیٰحضرت واقدس کا یہ کارنامہ ہندوستان کی علمی تاریخ میں ہمیشہ فخر و مباہات کے ساتھ ذکر کیا جائیگا۔

منجملہ اُن اسباب کے جو قومی ترقی کا موجب ہوتے ہیں ایک بڑا سبب زبان کی تکمیل ہے۔ جس قدر جو قوم زیادہ ترقی یافتہ ہے اُسی قدر اُس کی زبان وسیع اور اس میں نازک خیالات اور علمی مطالب کے ادا کرنے کی زیادہ صلاحیت ہوتی ہے، اور جس قدر جس قوم کی زبان محدود ہوتی ہے اُسی قدر تہذیب و شایستگی بلکہ انسانیت میں اس کا درجہ کم ہوتا ہے۔ چنانچہ وحشی اقوام میں الفاظ کا ذخیرہ بہت ہی کم پایا گیا ہے۔ علمائے فلسفہ و علم اللسان نے یہ ثابت کیا ہے کہ زبان، خیال اور

خیال، زبان ہے اور ایک مدت کے بعد اس نتیجے پر پہنچے ہیں کہ انسانی دماغ کے صحیح تاریخی ارتقا کا علم، زبان کی تاریخ کے مطالعہ سے حاصل ہو سکتا ہے۔ الفاظ ہمیں سوچنے میں ویسی ہی مدد دیتے ہیں جیسی آنکھیں دیکھنے میں۔ اس لئے زبان کی ترقی درحقیقت عقل کی ترقی ہے۔

علمِ ادب اسی قدر وسیع ہے جس قدر حیاتِ انسانی۔ اور اس کا اثر زندگی کے ہر شعبہ پر پڑتا ہے۔ وہ نہ صرف انسان کی ذہنی، معاشرتی، سیاسی ترقی میں مدد دیتا، اور نظر میں وسعت، دماغ میں روشنی، دلوں میں حرکت اور خیالات میں تغیر پیدا کرتا ہے بلکہ قوموں کے بنانے میں ایک قوی آلہ ہے۔ قومیت کے لئے ہم خیالی شرط ہے اور ہم خیالی کے لئے ہم زبانی لازم۔ گویا یک زبانی قومیت کا شیرازہ ہے جو اسے منتشر ہونے سے بچائے رکھتا ہے۔ ایک زمانہ تھا جب کہ مسلمان اقطاع عالم میں پھیلے ہوئے تھے لیکن اُن کے علمِ ادب اور زبان نے انہیں ہر جگہ ایک کر رکھا تھا۔ اس زمانے میں انگریز ایک دنیا پر چھائے ہوئے ہیں لیکن باوجود بُعدِ مسافت و اختلافِ حالات یک زبانی کی بدولت قومیت کے ایک سلسلے میں منسلک ہیں، زبان میں جادو کا سا اثر ہے اور صرف افراد ہی پر نہیں بلکہ اقوام پر بھی اُس کا وہی تسلط ہے۔

یہی وجہ ہے کہ تعلیم کا صحیح اور فطرتی ذریعہ اپنی ہی زبان ہو سکتی ہے۔ اس امر کو اعلیٰحضرت واقدس نے

پھیلانا اور جامعۂ عثمانیہ کی بنیاد ڈالی۔ جامعۂ عثمانیہ ہندوستان میں پہلی یونیورسٹی ہے جس میں ابتدا سے انتہا تک ذریعۂ تعلیم ایک دیسی زبان ہوگا۔ اور یہ زبان اردو ہوگی۔ ایک ایسے ملک میں جہاں "بھانت بھانت کی بولیاں" بولی جاتی ہیں، جہاں ہر صوبہ ایک نیا عالم ہے، صرف اردو ہی ایک عام اور مشترک زبان ہو سکتی ہے۔ یہ اہل ہند کے میل جول سے پیدا ہوئی اور اب بھی یہی اس فرض کو انجام دیگی۔ یہ اس کے خمیر اور وضع و ترکیب میں ہے۔ اس لئے یہی تعلیم اور تبادلہ خیالات کا واسطہ بن سکتی اور **قومی زبان** کا دعوے کر سکتی ہے۔

جب تعلیم کا ذریعہ اردو قرار دیا گیا تو یہ کھلا اعتراض تھا کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کتابوں کا ذخیرہ کہاں ہے اور ساتھ ہی یہ بھی کہا جاتا تھا کہ اردو میں یہ صلاحیت ہی نہیں کہ اس میں علوم و فنون کی اعلیٰ تعلیم ہو سکے۔ یہ صحیح ہے کہ اردو میں اعلیٰ تعلیم کے لئے کافی ذخیرہ نہیں۔ اور اردو ہی پر کیا منحصر ہے' ہندوستان کی کسی زبان میں بھی نہیں۔ یہ طلب و رسد کا عام مسئلہ ہے۔ جب مانگ ہی نہ تھی تو رسد کہاں سے آتی۔ جب ضرورت ہی نہ تھی تو کتابیں کیونکر مہیا ہوتیں۔ ہماری اعلیٰ تعلیم غیر زبان میں ہوتی تھی، تو علوم و فنون کا ذخیرہ ہماری زبان میں کہاں سے آتا۔ ضرورت ایجاد کی ماں ہے۔ اب ضرورت محسوس ہوئی ہے تو کتابیں بھی

مہیا ہو جائیں گی۔ اسی کمی کو پورا کرنے اور اسی ضرورت کو رفع کرنے کے لئے **سررشتۂ تالیف و ترجمہ** قائم کیا گیا۔ یہ صحیح نہیں ہے کہ اردو زبان میں اس کی صلاحیت نہیں۔ اس کے لئے کسی دلیل و برہان کی ضرورت نہیں۔ سررشتۂ تالیف و ترجمہ کا وجود اس کا شافی جواب ہے۔ یہ سررشتہ یہی کام کر رہا ہے۔ کتابیں تالیف و ترجمہ ہو رہی ہیں اور چند روز میں **عثمانیہ یونیورسٹی کالج** کے طالب علموں کے ہاتھوں میں ہونگی اور رفتہ رفتہ عام شائقینِ علم تک پہنچ جائیں گی۔

لیکن اس میں سب سے کٹھن اور سنگلاخ مرحلہ وضع اصطلاحات کا تھا۔ اس میں بہت کچھ اختلاف اور بحث کی گنجائش ہے۔ اس بارے میں ایک مدت کے تجربہ اور کامل غور و فکر اور مشورہ کے بعد میری یہ رائے قرار پائی ہے کہ تنہا نہ تو ماہرِ علم صحیح طور سے اصطلاحات وضع کر سکتا ہے اور نہ ماہرِ لسان۔ ایک کو دوسرے کی ضرورت ہے۔ اور ایک کی کمی دوسرا پورا کرتا ہے۔ اس لئے اس اہم کام کو صحیح طور سے انجام دینے کے لئے یہ ضروری ہے کہ دونوں یک جا جمع کئے جائیں تاکہ وہ ایک دوسرے کے مشورہ اور مدد سے ایسی اصطلاحیں بنائیں جو نہ اہلِ علم کو ناگوار ہوں نہ اہلِ زبان کو۔ چنانچہ اسی اصول پر ہم نے وضع اصطلاحات کے لئے ایک ایسی مجلس بنائی جس میں دونوں جماعتوں کے اصحاب شریک ہیں۔ علاوہ اِن کے

ہم نے اُن اہلِ علم سے بھی مشورہ کیا جو اس کی خاص اہلیت رکھتے ہیں اور بُعدِ مسافت کی وجہ سے ہماری مجلس میں شریک نہیں ہو سکتے ۔ اس میں شک نہیں کہ بعض الفاظ غیر مانوس معلوم ہوں گے اور اہلِ زبان انہیں دیکھ کر ناک بھوں چڑھائیں گے ۔ لیکن اس سے گریز نہیں ۔ ہمیں بعض ایسے علوم سے واسطہ ہے جن کی ہوا تک ہماری زبان کو نہیں لگی۔ ایسی صورت میں سوائے اس کے چارہ نہیں کہ جب ہماری زبان کے موجودہ الفاظ خاص خاص مفہوم کے ادا کرنے سے قاصر ہوں تو ہم جدید الفاظ وضع کریں ۔ لیکن اس کے یہ معنی نہیں ہیں کہ ہم نے محض ٹالنے کے لئے زبردستی الفاظ گھڑ کر رکھ دئے ہیں، بلکہ جس نہج پر اب تک الفاظ بنتے چلے آئے ہیں اور جن اصولِ ترکیب و اشتقاق پر اب تک ہماری زبان کاربند رہی ہے، اس کی پوری پابندی ہم نے کی ہے ۔ ہم نے اُس وقت تک کسی لفظ کے بنانے کی جرأت نہیں کی جب تک اُسی قسم کی متعدد مثالیں ہمارے پیش نظر نہ رہی ہوں ۔ ہماری رائے میں جدید الفاظ کے وضع کرنے کی اس سے بہتر اور صحیح کوئی صورت نہیں۔ اب اگر کوئی لفظ غیرمانوس یا اجنبی معلوم ہو تو اس میں ہمارا قصور نہیں ۔ جو زبان زیادہ تر شعر و شاعری اور قصص تک محدود ہو، وہاں ایسا ہونا کچھ تعجب کی بات نہیں ۔ جس ملک سے ایجاد و اختراع کا مادّہ سلب ہو گیا ہو جہاں لوگ نئی چیزوں کے بنانے اور دیکھنے کے عادی نہ ہوں، وہاں جدید الفاظ کا

غیر مانوس اور اجنبی معلوم ہونا موجب حیرت نہیں۔ الفاظ کی حالت بھی انسانوں کی سی ہے۔ اجنبی شخص بھی رفتہ رفتہ مانوس ہو جاتے ہیں۔ اول اول الفاظ کا بھی یہی حال ہے۔ استعمال آہستہ آہستہ غیر مانوس کو مانوس کر دیتا ہے اور صحت و غیر صحت کا فیصلہ زمانہ کے ہاتھ میں ہوتا ہے۔ ہمارا فرض یہ ہے کہ لفظ تجویز کرتے وقت ہر پہلو پر کامل غور کرلیں، آئندہ چل کر اگر وہ استعمال اور زمانہ کی کسوٹی پر پورا اترا تو خود ٹکسالی ہو جائیگا اور اپنی جگہ آپ پیدا کرلیگا۔ علاوہ اس کے جو الفاظ پیش کئے گئے ہیں وہ الہامی نہیں کہ جن میں ردّ و بدل نہ ہو سکے بلکہ **فرہنگِ اصطلاحاتِ عثمانیہ** جو زیر ترتیب ہے پہلے اس کا مسودہ اہل علم کی خدمت میں پیش کیا جائے گا اور جہاں تک ممکن ہو گا اس کی اصلاح میں کوئی دقیقہ فروگذاشت نہیں کیا جائے گا۔

لیکن ہماری مشکلات صرف **اصطلاحات علمیہ** تک ہی محدود نہیں ہیں۔ ہمیں ایک ایسی زبان سے ترجمہ کرنا پڑتا ہے جو ہمارے لئے بالکل اجنبی ہے، اس میں اور ہماری زبان میں کسی قسم کا کوئی رشتہ یا تعلق نہیں۔ اس کا طرز بیان، ادائے مطلب کے اسلوب، محاورات وغیرہ بالکل جدا ہیں۔ جو الفاظ اور جملے انگریزی زبان میں بالکل معمولی اور روزمرہ کے استعمال میں آتے ہیں، اُن کا ترجمہ جب ہم اپنی زبان میں کرنے بیٹھتے ہیں تو سخت دشواری پیش آتی ہے۔ ان تمام دشواریوں پر

غالب آنے کے لئے مترجم کو کیسا کچھ خونِ جگر کھانا نہیں پڑتا۔ترجمہ کا کام، جیسا کہ عموماً خیال کیا جاتا ہے، کچھ آسان کام نہیں ہے۔ بہت خاک چھاننی پڑتی ہے تب کہیں گوہر مقصود ہاتھ آتا ہے +

اس سررشتہ کا کام صرف یہی نہ ہوگا (اگرچہ یہ اس کا فرضِ اولین ہے) کہ وہ نصاب تعلیم کی کتابیں تیار کرے، بلکہ اس کے علاوہ وہ ہر علم پر متعدد اور کثرت سے کتابیں تالیف و ترجمہ کرائے گا، تاکہ لوگوں میں علم کا شوق بڑھے، ملک میں روشنی پھیلے، خیالات و قلوب پر اثر پیدا ہو، جہالت کا استیصال ہو۔ جہالت کے معنی اب لاعلمی ہی کے نہیں بلکہ اس میں افلاس، کم ہمتی، تنگ دلی، کوتہ نظری، بے غیرتی، بد اخلاقی سب کچھ آجاتا ہے۔ جہالت کا مقابلہ کرکے اسے پس پا کرنا سب سے بڑا کام ہے۔ انسانی دماغ کی ترقی علم کی ترقی ہے۔ انسانی ترقی کی تاریخ علم کی اشاعت و ترقی کی تاریخ ہے۔ ابتدائے آفرینش سے اس وقت تک انسان نے جو کچھ کیا ہے، اگر اس پر ایک وسیع نظر ڈالی جائے تو نتیجہ یہ نکلے گا کہ جوں جوں علم میں اضافہ ہوتا گیا، پچھلی غلطیوں کی صحت ہوتی گئی، تاریکی گھٹتی گئی، روشنی بڑھتی گئی، انسان میدان ترقی میں قدم آگے بڑھاتا گیا۔ اسی مقدس فرض کے ادا کرنے کے لئے یہ سررشتہ قائم کیا گیا ہے اور وہ اپنی بساط کے موافق اس کے انجام دینے میں کوتاہی نہ کرے گا۔

لیکن غلطی، تحقیق و جستجو کی گھات میں لگی رہتی ہے۔ ادب کا

کمال ذوق سلیم ہر ایک کو نصیب نہیں ہوتا۔ بڑے بڑے نقاد اور مبصر فاش غلطیاں کر جاتے ہیں۔ لیکن اس سے ان کے کام پر حرف نہیں آتا۔ غلطی ترقی کے مانع نہیں ہے، بلکہ وہ صحت کی طرف رہنمائی کرتی ہے پچھلوں کی بھول چوک آنے والے مسافر کو رستہ بھٹکنے سے بچا دیتی ہے۔ ایک جاپانی ماہر تعلیم (بیرن کی کوچی) نے اپنے ملک کا تعلیمی حال لکھتے ہوئے اس صحیح کیفیت کا ذکر کیا ہے جو ہونہار اور ترقی کرنے والے افراد اور اقوام پر گزرتی ہے۔

"ہم نے بہت سے تجربے کئے اور بہت سی ناکامیاں اور غلطیاں ہوئیں، لیکن ہم نے ان سے نئے سبق سیکھے اور فائدہ اٹھایا۔ رفتہ رفتہ ہمیں اپنے ملک کی تعلیمی ضروریات اور امکانات کا صحیح اور بہتر علم ہوتا گیا اور ایسے تعلیمی طریقے معلوم ہوتے گئے جو ہمارے اہل وطن کے لئے زیادہ موزوں تھے۔ ابھی بہت سے ایسے مسائل ہیں جو ہمیں حل کرنے ہیں، بہت سی ایسی اصلاحیں ہیں جو ہمیں عمل میں لانی ہیں، ہم نے اب تک کوشش کی اور ابھی کوشش کر رہے ہیں اور مختلف طریقوں کی برائیاں اور بھلائیاں دریافت کرنے کے درپے ہیں تاکہ اپنے ملک کے فائدے کے لئے اچھی باتوں کو اختیار کریں اور رواج دیں اور برائیوں سے بچیں۔"

اس لئے جو حضرات ہمارے کام پر تنقیدی نظر ڈالیں انہیں وقت کی تنگی، کام کا حجم اور اس کی اہمیت اور ہماری مشکلات پیش نظر رکھنی چاہئیں۔ یہ پہلی سعی ہے اور پہلی سعی میں کچھ نہ کچھ خامیاں

ضرور رہ جاتی ہیں، لیکن آگے چل کر یہی خامیاں ہماری رہنما بنیں گی اور پختگی اور اصلاح تک پہنچائیں گی۔ یہ نقش اول ہے نقش ثانی اس سے بہتر ہوگا۔ ضرورت کا احساس علم کا شوق، حقیقت کی لگن، صحت کی ٹوہ، جد و جہد کی رسائی خود بخود ترقی کے مدارج طے کرلے گی۔

جاپانی بڑے فخر سے یہ کہتے ہیں کہ ہم نے تیس چالیس سال کے عرصے میں وہ کچھ کر دکھایا جس کے انجام دینے میں یورپ کو اتنی ہی صدیاں صرف کرنی پڑیں۔ کیا کوئی دن ایسا آئے گا کہ ہم بھی یہ کہنے کے قابل ہوں گے؟ ہم نے پہلی شرط پوری کر دی ہے یعنی بیجا قیود سے آزاد ہو کر اپنی زبان کو اعلیٰ تعلیم کا ذریعہ قرار دیا ہے۔ لوگ ابھی ہمارے کام کو تذبذب کی نگاہ سے دیکھ رہے ہیں اور ہماری زبان کی قابلیت کی طرف مشتبہ نظریں ڈال رہے ہیں۔ لیکن وہ دن آنے والا ہے کہ اس ذرّے کا بھی ستارہ چمکے گا، یہ زبان علم و حکمت سے مالا مال ہو گی اور **اعلیٰحضرت واقدس** کی نظر کیمیا اثر کی بدولت یہ دنیا کی مہذب و شایستہ زبانوں کی ہمسری کا دعوے کرے گی۔ اگرچہ اُس وقت ہماری سعی اور محنت حقیر معلوم ہوگی، مگر یہی شامِ غربت صبحِ وطن کی آمد کی خبر دے رہی ہے، یہی شب بیداریاں روزِ روشن کا جلوہ دکھائیں گی، اور یہی مشقت اُس قصرِ رفیع الشان کی بنیاد ہو گی جو آئندہ تعمیر ہونے والا ہے۔ اس وقت ہمارا کام صبر و استقلال سے میدان صاف کرنا،

داغ بیل ڈالنا اور نیو کھودنا ہے، اور فرہاد وار شیرینِ حکمت کی خاطر سنگلاخ پہاڑوں کو کھود کھود کر جوئے علم لانے کی سعی کرنا ہے۔ اور گو ہم نہ ہوں گے مگر ایک زمانہ آئیگا جب کہ اس میں علم و حکمت کے دریا بہیں گے اور ادبیات کی افتادہ زمین سرسبز و شاداب نظر آئے گی۔

آخر میں میں سررشتہ کے مترجمین کا شکریہ ادا کرتا ہوں جنھوں نے اپنے فرض کو بڑی مستعدی اور شوق سے انجام دیا۔ نیز میں ارکانِ مجلسِ وضعِ اصطلاحات کا شکر گزار ہوں کہ ان کے مفید مشورے اور تحقیق کی مدد سے یہ مشکل کام بخوبی انجام پا رہا ہے۔ لیکن خصوصیت کے ساتھ یہ سررشتہ جناب مسٹر محمدؐ اکبر حیدری بی۔ اے معتمد عدالت و تعلیمات و کوتوالی و امور عامہ سرکار عالی کا ممنون ہے جنہیں ابتدا سے قیام و انتظام جامعۂ عثمانیہ میں خاص انہاک رہا ہے۔ اور اگر ان کی توجہ اور امداد ہمارے شریک حال نہ ہوتی تو یہ عظیم الشان کام صورت پذیر نہ ہوتا۔ میں سید راس مسعود صاحب بی۔ اے (آکسن) آئی۔ ای۔ ایس۔ ناظمِ تعلیمات سرکار عالی کا بھی شکریہ ادا کرتا ہوں کہ ان کی توجہ اور عنایت ہمارے حال پر مبذول رہی اور ضرورت کے وقت ہمیشہ بلا تکلف خوشی کے ساتھ ہمیں مدد دی۔

عبدالحق

ناظمِ سررشتۂ تالیف و ترجمہ (عثمانیہ یونیورسٹی)

ارکانِ دارالترجمہ

مولوی عبدالحق صاحب بی۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ناظم۔
قاضی محمد حسین صاحب ۔ ایم ۔ اے ۔ رینگلر ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم ریاضیات
چودھری برکت علی صاحب بی۔ ایس سی ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم سائینس
مولوی سید ہاشمی صاحب ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم تاریخ۔
مولوی محمد الیاس صاحب برنی ایم۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم معاشیات
قاضی تلمذ حسین صاحب ایم۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم سیاسیات
مولوی ظفر علی خاں صاحب بی۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم تاریخ۔
مولوی عبدالماجد صاحب بی۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم فلسفہ و منطق
مولوی عبدالحلیم صاحب شرر ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مولف تاریخ اسلام
مولوی سید علی رضا صاحب بی۔ اے ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم قانون۔
مولوی عبداللہ العمادی صاحب ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ ۔ مترجم کتب عربی

علاوہ ان مذکورۂ بالا مترجمین کے مولوی حاجی صفی الدین صاحب ترجمہ شدہ کتابوں کو مذہبی نقطۂ نظر سے دیکھنے کے لئے اور نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی) ترجموں پر نظر ثانی کرنے کے لئے مقرر فرمائے گئے ہیں۔

اراکین مجلس وضع اصطلاحات

مولوی مرزا مہدی خاں صاحب کوکب وظیفہ یاب سکٹر عالی (سابق ناظم مردم شماری)
مولوی حمیدالدین صاحب بی۔اے صدر دارالعلوم
نواب حیدر یار جنگ (مولوی علی حیدر صاحب طباطبائی)
مولوی وحیدالدین صاحب سلیم
مولوی عبدالحق بی۔اے ناظم سررشتہ تالیف و ترجمہ

علاوہ ان مستقل ارکان کے، مترجمین سررشتہ تالیف و ترجمہ نیز دوسرے اصحاب سے بلحاظ انکے فن کے مشورہ کیا گیا۔ مثلاً

خان فضل محمد خانصاحب ایم۔اے رنگلر (پرنسپل سٹی ہائی اسکول حیدرآباد)
مولوی عبدالواسع صاحب (پروفیسر دارالعلوم حیدرآباد)
پروفیسر عبدالرحمٰن صاحب بی۔ایس۔سی (نظام کالج)
مرزا محمد ہادی صاحب۔بی۔اے (پروفیسر کرسچن کالج لکھنؤ)

مولوی سلیمان صاحب ندوی

سید راس مسعود صاحب بی۔اے (ناظم تعلیمات حیدرآباد) وغیرہ

فہرستِ مضامین

مضمون	صفحہ
دیباچہ	
پہلی فصل	۱
ارتعاشی حرکت	۱
موجی حرکت	۱
سادہ موسیقی حرکت	۴
وقتِ دوران	۵
ہیئت	//
حیطۂ ارتعاش	۶
عرضی موجی حرکت	//

مضمون	صفحہ
طولِ موج	۹
موجی حرکت کی رفتار	//
تعدد	//
موج کا اوج و حضیض	//
طولی موجیں	۱۰
طولی موجی حرکت	//
آواز کی پیدائش	۱۲
ارتعاش اور آواز	//
آواز کا انتقال	۱۳
مرتعش جسم سے امواجِ آواز کی پیدائش	۱۴
موجِ آواز	۱۸
آواز کا انعکاس	۱۹
آواز کا انعکاس	۲۰
گونج	۲۱

مضمون	صفحہ
پہلی فصل کی مشقیں	۲۴
دوسری فصل	۲۶
لچک ۔ آواز کی رفتار	〃
لچک	〃
فساد	۲۸
زور	〃
لچک کی شرح	〃
گیسوں کی لچک	〃
آواز کی رفتار گیسوں میں	۲۹
نیوٹن کا ضابطہ	۳۰
تجربہ سے ہوا میں آواز کی رفتار معلوم کرنے کا قاعدہ۔	۳۱
آواز کی رفتار پر مختلف حالات کا اثر	۳۲
آواز کی رفتار ٹھوس اور مائع چیزوں میں۔	۳۵
دوسری فصل کی مشقیں	۳۹

مضمون	صفحہ
تیسری فصل	۴۲
موسیقی آوازیں	〃
شور اور موسیقی سُر کا امتیاز	〃
موسیقی سُروں کی بلندی اور اُن کا امتداد۔	۴۳
دھندلے شیشہ پر ارتعاش کی ترسیم	〃
سُر کا امتداد	۴۴
سواٹ کا دندانہ دار چرخ	〃
قُرصدار گائن	۴۵
امتداد کا تعلق ارتعاش کی تیزی سے	۴۷
ڈاپلر کا اصول	۴۹
موسیقی ابعاد اور ڈائیاٹونک اِسکیل	〃
صوت پیما } اِکتارا	۵۱
مُرتعش تاروں کے کُلیات	۵۳
تار کا طول	۵۴
تناؤ پیدا کرنے والی قوت	۵۵
تار کا قُطر اور تار کی نوعیت	۵۶

مضمون	صفحہ
ضربیں	۵۷
مُرتعش تاروں سے پیدا ہونے والی ضربیں۔	۵۹
مُرتعش تار اور دوشاخہ سے پیدا ہونے والی ضربیں۔	۶۰
ہارمونک یا اوورٹون	//
تیسری فصل کی مشقیں	۶۴
چوتھی فصل	۶۹
طبعی اور قسری ارتعاش	//
آزاد ارتعاش	//
قسری ارتعاش	۷۰

مضمون	صفحہ
اِمالی ارتعاش	۷۰
ہمدردانہ ارتعاش	۷۱
گُمک	۷۴
ہوائی اُستوانوں کے ارتعاش	//
نلی جس کا ایک سرا بند ہو	۷۵
ہوائی اُستوانہ کی گمک	۷۷
کُھلے سروں کی نلی	۸۰
ارگن نلیاں	۸۱
سلاخوں کا طولی ارتعاش	۸۴
طولی ارتعاش	۸۶
امتداد اور طول	//
ڈِپل اور بلوطا میں اضافی رفتاریں	۸۷
رفتاروں کی تشخیص	//
چوتھی فصل کی مشقیں	۸۸

آواز

پہلی فصل

ارتعاشی حرکت

موجی حرکت ــــــــ تم نے اکثر دیکھا ہوگا کہ ساکن پانی میں پتھر پھینکتے ہیں تو اُس میں مدوّر موجیں پیدا ہوتی ہیں۔ اِن موجوں پر غور کرو۔ دیکھو وہ اُس مقام سے جہاں پتھر نے پانی کو چھُوا ہے باہر کی طرف جا رہی ہیں۔ لیکن پانی کی یہ حالت ہے کہ وہ خود اِس طرح حرکت نہیں کرتا۔ مزید اطمینان کے لئے

پانی کی سطح پر چند کاگ ایک قطار میں رکھ کر تیرا دو۔ دیکھو وہ صرف نیچے اور اُوپر کی طرف حرکت کرتے ہیں اور موجوں کے مرکز سے اُن کا فاصلہ بڑھتا نہیں۔ حقیقت یہ ہے کہ مرکز سے باہر کی طرف حرکت کرنے والی چیز صرف پانی کی "ہلچل" ہے۔ یہ صحیح موجی حرکت کی ایک مثال ہے۔ اِس حرکت کی ہم ذیل کے لفظوں میں تعریف کرسکتے ہیں:-

موجی حرکت، مسلسل ذرّات کی بار بار عود کرنے والی حرکت پر مشتمل ہوتی ہے اور ذرّہ بہ ذرّہ ہوتی ہوئی آگے بڑھتی چلی جاتی ہے۔

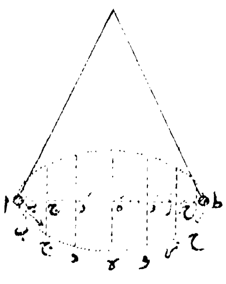
جب پتھر پانی کو چھوتا ہے تو چھونے کے مقام پر پانی میں گڑھا پڑ جاتا ہے۔ اور یہ تمام لچکدار اجسام کا قاعدہ ہے کہ جب اُن کی صورت بگاڑ دی جاتی ہے تو وہ پھر اپنی اصلی حالت پہ آنے کا تقاضا کرتے ہیں۔ پانی بھی ایک لچکدار چیز ہے اِس لئے ضرور ہے کہ یہ بھی اپنی ابتدائی سطح کے حصول کا متقاضی ہو۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ پانی گڑھے کی طرف بہ کر آتا ہے۔ لیکن اِس حرکت میں یہ نہیں ہوتا کہ گڑھے کی طرف آنے والا پانی اپنی منزلِ مقصود پہ پہنچ کر ٹھیر جائے۔ بلکہ جمود کی خاصیت اِس پانی کو اُس کی منزلِ مقصود سے آگے

لے جاتی ہے اور اِس طرح نشیب کے بعد ایک فراز پیدا ہو جاتا ہے۔ اِس فراز کے بعد پھر نشیب ہوتا ہے اور یہ نشیب و فراز کا سلسلہ اِسی طرح برابر پیدا ہوتا چلا جاتا ہے۔ لیکن اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ یہ "ہلچل" صرف اِسی ایک نقطہ پر محدود نہیں۔ کیونکہ مادہ کی وہ خاصیت جسے اتصال کہتے ہیں اِس "ہلچل" کے سلسلہ کو قُرب و جوار کے ذرات تک پہنچا دیتی ہے اور اِس طرح یہ سلسلہ آگے بڑھتا چلا جاتا ہے۔

واقعات کی یہ صورت جو ہم نے بیان کی ہے یہ حقیقت میں اُن واقعات کی مشابہ ہے جو اِس قسم کے رقاصوں کی قطار میں دیکھے جاتے ہیں جن کی گولیوں کو مرغولہ دار کمانیوں سے ایک دُوسرے کے ساتھ مِلا دیا گیا ہو۔ اِس قطار کے پہلے رقاص کو اِس طرح حرکت دو کہ حرکت کی سمت، رقاص کی سمت پر عمود ہو تو اِس رقاص کی حرکت اِس کے قریب کے رقاص پر اثر کریگی اور اُس میں بھی ویسی ہی حرکت پیدا ہو جائیگی۔ پھر اِسی طرح حرکت کا یہ سلسلہ یکے بعد دیگرے تمام رقاصوں تک پہنچ جائیگا۔ جس کا نتیجہ یہ ہوگا کہ رقاصوں کی تمام قطار میں موجی حرکت نظر آئیگی۔ یہاں حرکت کا قیام رقاصوں کے جمود کا نتیجہ ہے اور حرکت گولیوں کو مِلانے والی کمانیوں کی لچک کے باعث ایک رقاص سے

دُوسرے رقّاص تک پہنچتی ہے۔ آگے کی تقریروں میں تمہیں معلوم ہو جائیگا کہ کسی خاص نوعیت کی موجی حرکت کسی ایسے واسطہ میں جو جمود اور لچک کے خواص کا مالک ہو کس طرح شایع ہوتی ہے۔

سادہ موسیقی حرکت ——— فرض کرو کہ کسی سادہ رقّاص کو اِس طرح حرکت دی گئی ہے کہ اُس کی گولی سے فضاء میں مدوّر مسیر مُرتسم ہوتا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس مسیر میں رقّاص کی رفتار ہموار ہوگی۔ اب آنکھ کو اِس رقّاص کے مسیر کی سطح سے اُوپر رکھو اور رقّاص کو ترچھی سمت سے دیکھو۔ رقّاص کا مسیر یوں معلوم ہوگا کہ گویا وہ شکلِ ناقص (شکل ۱) ہے۔ اور اگر آنکھ اُسی اُفقی سطح میں ہوگی جس میں رقّاص کا مسیر واقع ہے تو رقّاص خطِ مستقیم ا ب ج د .... پر حرکت کرتا ہؤا معلوم ہوگا۔ فرض کرو کہ یہ مدوّر مسیر ا ب، ب ج، وغیرہ سولہ مساوی حصوں میں تقسیم کر دیا گیا ہے۔ پھر ظاہر ہے کہ



شکل ۱

جب آنکھ کو مسیر کی سطح کے اِستواء میں رکھینگے اور

رقاص اُفقاً دیکھنے میں خطِ مستقیم ا ب ج د ..... پر حرکت کرتا ہؤا دکھائی دیگا تو فاصلے ا ب، ب ج، ج د وغیرہ وہ فاصلے ہونگے جو بظاہر وقت کے مساوی وقفوں میں طے ہوتے ہوئے معلوم ہونگے۔ اور ا اور ط پر جو رقّاص کی اِس ظاہر حرکت کے لئے انتہائی مقام ہیں بظاہر یوں معلوم ہوگا کہ رقاص کی گولی گویا ذرا سی دیر کے لئے ساکن ہو جاتی ہے۔ یہ بھی ظاہر ہے کہ ہ پر گولی کی رفتار بظاہر اپنی قیمتِ اعظم پر نظر آئیگی۔

یہ ظاہری حرکت جو خط ا ب ج د ..... پر محسوس ہوتی ہے اِسے سادہ موسیقی حرکت (س م ح) کہتے ہیں۔

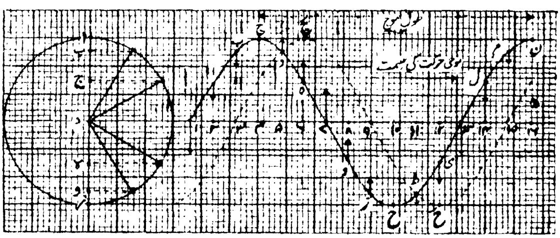
کوئی مُرتعش جسم، اپنے ابتدائی مقامِ سکون ہ سے گزرتا ہے اور اِس کے بعد پھر اُسی سِمت میں حرکت کرتا ہؤا اِس مقام ہ پر پہنچتا ہے تو اِس اثنا میں جو وقت صرف ہوتا ہے اُسے مُرتعش جسم کا **وقتِ دَوران** کہتے ہیں۔

جب ہم یہ کہتے ہیں کہ فلاں لحظہ میں مُرتعش جسم کی **ہیئت** یہ ہے تو **ہیئت** سے مجموعی وقتِ دَوران کی وہ کسر مُراد ہوتی ہے جو مقامِ سکون سے کسی خاص سِمت میں مثلاً (بائیں سے دائیں کی طرف کو) گزرنے کے وقت سے لے کر لحظۂ مذکور

تک گزر چکی ہوتی ہے۔ مثال کے طور پر وہی شکل ۱-۱ کے رقّاص کی مثال لے لو۔ جب رقّاص دائیں سے بائیں کو جاتا ہوا مقام و سے گزر رہا ہوگا تو اس کی ہیئت $\frac{۷}{۱۲}$ د ہوگی۔ کیونکہ دَوران کی ابتدا مقام ہ سے ہے۔

حیطۂ ارتعاش سے اُس انتہائی نقطہ تک کا فاصلہ مُراد ہے جہاں تک مُرتعش جسم اپنے مقامِ سکون سے چل کر پہنچتا ہے۔ مثلاً شکل ۱-۱ میں حیطۂ ارتعاش ہ ا ہے۔

عرضی موجی حرکت ——— شکل ۱-۲ میں فرض کرو کہ ا ب ج .... ایک ایسے ذرّہ کے



شکل ۱-۲ ۔ موجی حرکت

میسر کو تعبیر کرتا ہے جو سادہ موسیقی حرکت کے انداز سے

اُوپر سے نیچے کو اور نیچے سے اُوپر کو حرکت کر رہا ہے۔ ا، ب، ج، وغیرہ مقاموں پر ذرّۂ مذکور وقت کے مساوی وقفوں کے بعد پہنچتا ہے۔ اِن کے محل اُس تکوینی دائرہ کی مدد سے معلوم ہو سکتے ہیں جس کا محیط ۱۲ مساوی حصوں میں تقسیم کر دیا گیا ہو۔

اب فرض کرو کہ :—

۱- ذرّات ۱، ۲، ۳، ۴، وغیرہ اچھی خاصی تعداد میں ایک خطِ مستقیم کے اُوپر ایک دُوسرے سے مساوی فاصلوں پر رکھے ہیں۔ اور اِن کو بھی ویسی ہی حرکت دی گئی ہے۔

۲- یہ حرکت ایک ذرّہ سے دُوسرے ذرّہ تک پہنچتی ہے اور پھر اِسی طرح اُس کا سلسلہ آگے بڑھتا جاتا ہے۔

۳- ہر ذرّہ کا حیطۂ ارتعاش ا د کا مساوی ہے۔

۴- ایک دُوسرے کے بعد آنے والے ذرّات ہیئت میں اپنے سے پچھلے ذرّہ کے ساتھ کامل وقتِ دَوران کے $\frac{1}{12}$ کا اختلاف رکھتے ہیں۔

اگر ذرّہ ۱ اپنے محلِ سکون میں سے نیچے کی طرف حرکت کر رہا ہو تو ذرّہ ۲ مقام ا پر نیچے کی طرف

حرکت کر رہا ہوگا۔ ذرہ ۴ مقام ج پر ایک آن کی آن سکون میں ہوگا۔ ذرات ۵ اور ۶ علی الترتیب د اور ہ پر اُوپر کی طرف جا رہے ہونگے۔ ذرہ ۷ اپنے محلِ سکون سے اُوپر کی سمت میں گزر رہا ہوگا۔ اِسی طرح باقی ذرات کو قیاس کر لو۔ ذرات کے یہ محل جو ذرا سی دیر کے لئے اِنہیں حاصل ہیں یہ اگر مسلسل خط سے مِلا دیئے جائیں تو اِس سے موج کا خاکہ حاصل ہوتا ہے جو آبی موج کے خاکہ سے بہت قریب کی مشابہت رکھتا ہے۔

نقطہ دار خاکہ ذرات کے اُن محلوں کو تعبیر کرتا ہے جو ذرات کو وقت کے تھوڑے سے وقفہ یعنی وقتِ دَوران کے ½ کے بعد ذرا سی دیر کے لئے حاصل ہوتے ہیں۔ اِس خاکہ پر غور کرو۔ مقام ج پر کا فراز اب آگے کی طرف مقام جَ پر حرکت کر آیا ہے۔ اور جب ایک کامل دَوران گزر جائیگا تو ج پر کا فراز نقطہ ن پر پہنچ چکا ہوگا۔ اِسی طرح موجی حرکت آگے بڑھتی جاتی ہے۔ اور چونکہ ذرات کا ارتعاش موجوں کی سمتِ حرکت پر عمود وار ہے اس لئے اِن کے ارتعاش سے جو نتیجہ پیدا ہوتا ہے اُسے **عرضی موجی حرکت** کہتے ہیں۔

اِس مقام پر مندرجہ ذیل اصطلاحات کو ذہن نشین

کر لینا چاہیئے :—

طولِ موج سے وہ قلیل ترین فاصلہ مُراد ہے جو ایسے دو ذرّوں کے درمیان پایا جاتا ہے جن کی ہیئت یکساں ہو۔ مثلاً فاصلے ج ن، ب م اور ا ل سب کے سب اپنی اپنی جگہ طولِ موج کے مساوی ہیں۔

موجی حرکت کی رفتار سے یہ مُراد ہے کہ ہلچل اِکائی وقت میں کتنی دُور تک شایع ہوتی ہے۔

کسی معیّن ثابت نقطہ میں سے اِکائی وقت میں جتنی مکمل موجیں گزرتی ہیں اُن کی تعداد کو **ارتعاش کا تعدد** کہتے ہیں۔

کامل عرضی موج میں جو حصہ بلند ہوتا ہے وہ موج کا **اَوج** کہلاتا ہے اور جو حصہ پست ہوتا ہے اُسے موج کا **حضیض** کہتے ہیں۔

فرض کرو کہ اِکائی وقت میں کسی ثابت نقطہ میں سے موجوں کے ع اَوج یا ع حضیض گزرتے ہیں اور طولِ موج ط ہے۔ اب موجی حرکت کی رفتار اگر س ہو تو ظاہر ہے کہ موج کا پہلا اَوج اِکائی وقت میں فاصلہ س پر پہنچ جائیگا۔ لہذا

$$س = ع \times ط$$

یعنی رفتار = تعدد × طولِ موج

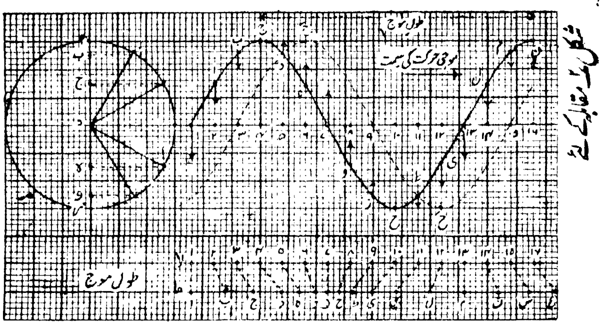
گیسوں میں عرضی موجوں کی پیدائش ممکن نہیں۔

کیونکہ گیسوں کی لچک صرف اُسی وقت ظاہر ہوتی ہے جب گیسوں کو غلیظ یا رقیق کر دیا جاتا ہے۔ جب گیسوں کے واردات کا یہ حال ہے تو فرض کرو کہ کسی گیس کے ذرات کو ہم ہلچل کے خط پر عمود وار مُرتعش کرنے کی بجائے طولی سمت میں مُرتعش کرتے ہیں۔ اس صورت میں ظاہر ہے کہ تسلسل ذرّات کے درمیانی فاصلے بدلتے جائینگے۔ یعنی وہ ایک دُوسرے سے ایک لحظہ میں معمول سے زیادہ قریب ہونگے اور کسی دُوسرے لحظہ میں زیادہ دُور دُور ہو جائینگے۔ اِس قسم کی موجوں کو **طولی موجیں** کہتے ہیں۔ اور ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ آواز گیسوں میں اِسی نوعیت کی موجوں کی شکل میں چل کر ایک جگہ سے دُوسری جگہ پہنچتی ہے۔ ٹھوس اور مایع چیزوں میں بھی آواز کی اشاعت اِسی نوعیت کی موجوں سے ہوتی ہے۔

طولی موجی حرکت

شکل ۳ میں ذرّات ۱، ۲، ۳، .... خطِ مستقیم لا پر ایک دُوسرے سے مساوی فاصلوں پر رکھ کر ایک قطار میں مرتب کر دئے گئے ہیں۔ فرض کرو کہ اِن ذرّات کو اُفقی سمت میں اِس طرح حرکت دی گئی ہے کہ وہ سادہ موسیقی حرکت کے انداز سے حرکت کر رہے ہیں اور پاس پاس کے ذرّات میں ہیئت کا اختلاف

دورانِ کامل کے $\frac{1}{16}$ کا مساوی ہے۔ موج کا مُنحنی ا ب ج د ..... جو شکل ۲ میں دکھایا گیا ہے اُسے ہم ذرّات کے عارضی محلوں کی تعیین کے لئے انتقالی مُنحنی مان سکتے ہیں۔ شکل ۲ میں ذرّات کا اُوپر وار ہٹاؤ، شکل ۳ میں کے اگوار ہٹاؤ کا' اور



شکل ۳ ۔ موجی حرکت

شکل ۲ میں ذرّات کا نیچوار ہٹاؤ' شکل ۳ میں کے پچھوار ہٹاؤ کا جواب ہے۔ اِس طرح ہم ذرّات کے عارضی محلوں کو خط ما پر نقاط اب ج د...... سے تعبیر کر سکتے ہیں۔ یہ ظاہر ہے کہ جس لحظہ میں ذرّات کے واردات کی یہ صورت ہے اُس میں ذرّات ۵ تا ۹ معمولی حالت کے مقابلہ میں ایک دُوسرے

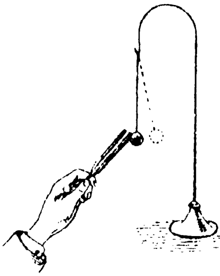
کے زیادہ قریب اور ذرّات ۱۱ تا ۱۵ ایک دُوسرے سے زیادہ دُور ہیں۔ یا دُوسرے لفظوں میں یوں کہو کہ یہ دونوں مقام علی الترتیب تغلیظ اور ترقیق کے مقام ہیں۔ شکل سے یہ بھی ظاہر ہے کہ ذرّہ ۴ اور ذرّہ ۱۰ کے قُرب و جوار میں دباؤ وُہی ہے جو معمولی حالت میں ہونا چاہیئے۔

اِس بناء پر طولی مَوج کو ہم یوں تصور کر سکتے ہیں کہ وہ تغلیظ اور ترقیق کا تسلسل ہے جس میں تغلیظ اور ترقیق کو، معمولی دباؤ کے مقام، ایک دُوسرے سے جُدا کرتے ہیں۔ اور واقعات کی یہ صورت، مخصوص رفتار کے ساتھ آگے بڑھتی جاتی ہے۔

آواز کی پیدائش ——— ہر آواز کا مبدأ، حرکت ہے۔ مثلاً جب تنے ہوئے تار سے آواز پیدا ہوتی ہے تو اِس صورت میں تار کا جو نقشہ نظر آتا ہے اُس سے صاف معلوم ہوتا ہے کہ تار تیز تیز ارتعاش میں ہے۔

تجربہ ۱ ——— ارتعاش اور آواز۔ سُر پیدا کرنے کے دو شاخہ کی کسی شاخ کے ایک سِرے کو زانو یا کسی سخت تکیہ پر مارو۔ پھر دو شاخہ کو اِس طرح پکڑو کہ اُس کی ایک شاخ کا بیرونی پہلو (۱) ہونٹ کو یا (۲) تاگے کے ساتھ لٹکی ہوئی سرکنڈے کے گُودے کی

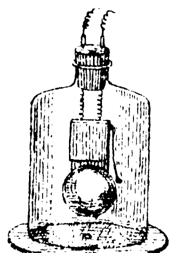
گولی (شکل ۴) کو، یا (۳) گلاس میں رکھے ہوئے پانی کی سطح کو، چھو سکے۔ ہر صورت میں نتیجہ صاف بتا دیگا کہ دوشاخہ کی شاخیں ارتعاش میں ہیں۔



شکل ۴

آواز کا انتقال

آواز کے انتقال کے لئے کسی خاص واسطہ کا ہونا ضروری ہے۔ اِس واقعہ کو ہم شکل ۵ کے آلہ سے ثابت کر سکتے ہیں۔ اِس میں ہوا پمپ کے فانوس کے اندر تار کی



شکل ۵

کمانیوں کے ساتھ ایک برقی گھنٹی لٹکی ہوئی ہے۔ تار

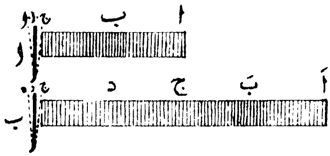
ربڑ کی ڈاٹ میں سے گزرتے ہیں اور اُن کے بیرونی سِرے وولٹائی خانہ کے ساتھ دُوسرے تاروں سے جوڑ دیئے گئے ہیں۔ اِس گھنٹی کو برقی رَو کی مدد سے بجاؤ۔ دیکھو جب تک فانوس ہوا سے بھرا ہؤا ہے گھنٹی کی آواز صاف سنائی دیتی ہے۔ لیکن جب اُس میں سے ہوا خارج کر لی جاتی ہے تو آواز کا تقریباً یہ حال ہو جاتا ہے کہ وہ سنائی دینے کے قابل نہیں رہتی۔

آواز کے انتقال کے لئے ٹھوس واسطے بھی کام دے سکتے ہیں۔ مثلاً میز کے ایک سِرے پر (یا لمبی سلاخ کے ایک سِرے کو چھوتی ہوئی) ایک گھڑی رکھو۔ اور میز (یا سلاخ) کے دُوسرے سِرے پر کان لگا کر سنو۔ دیکھو گھڑی کی ٹِک ٹِک کی آواز صاف طور پر سنائی دیتی ہے۔

مُرتعش جسم سے امواجِ آواز کی پیدائش

شکل ۶ (ا) میں حروف اَ بَ جَ مُرتعش دوشاخہ کی ایک شاخ کے، ایک دُوسرے کے بعد آنے والے، محلوں کو تعبیر کرتے ہیں۔ شاخ کی حرکت، سادہ رقّاص کی حرکت سے بہت قریب کی مشابہت رکھتی ہے۔ شاخ جب محل ا پر ہے تو ذرا سی دیر کے لئے سکون میں ہے اور دائیں ہاتھ کی طرف حرکت کرنا شروع کر رہی ہے۔ پھر

جُوں جُوں دائیں ہاتھ کی طرف آتی ہے اُس کی رفتار بڑھتی جاتی ہے یہاں تک کہ ب پر پہنچ کر رفتار



شکل ۶ ۔ تغلیظی موج

اپنی قیمت اعظم پر آ جاتی ہے۔ اِس کے بعد رفتار گھٹنے لگتی ہے اور ج تک برابر گھٹتی جاتی ہے۔ جب شاخ محل ج پر پہنچ جاتی ہے تو ذرا سی دیر کے لئے ساکن ہو جاتی ہے اور پھر بائیں ہاتھ کی طرف واپس لوٹتی ہے۔ علاوہ بریں شاخ کے ارتعاش مساوی الوقت ہیں۔ یعنی وہ چھوٹے ہوں یا بڑے اُن کی تکمیل میں جو وقت صرف ہوتا ہے وہ ہر حال میں برابر رہتا ہے۔

اب آؤ یہ دیکھیں کہ یہ حرکت ہوا کے اُس اُستوانہ پر جو شاخ سے دائیں ہاتھ کی طرف ہے کیا اثر کرتی ہے۔ جب شاخ محل ا سے حرکت

کرتی ہے تو ہوا میں ذرا سی تغلیظ پیدا ہو جاتی ہے جو
آواز کی رفتار سے آگے کی طرف شایع ہوتی ہے۔
پھر محل ب میں سے گزر کر محل ج پر پہنچنے تک
شاخ کی مزید حرکت ہوا کو اِسی طرح کے تغلیظی دھکے
دیتی چلی جاتی ہے۔ لیکن یہ ظاہر ہے کہ محل ب
پر شاخ کی رفتار، رفتارِ اعظم ہے۔ اِس لئے جس،
لحظہ میں شاخ محل ب سے گزر رہی ہوگی اُس لحظہ
میں تغلیظ بھی واضح ترین ہوگی۔ اِس کے بعد جب
شاخ محل ج پر پہنچ جائیگی تو اُستوانۂ ہوا کی حالت
اُس حالت کے مشابہ ہوگی جو شکل ۶ (ا) میں دکھائی
گئی ہے۔ یعنی پہلی تغلیظ مقام ا پر پہنچ چکی ہوگی
اور تغلیظِ اعظم مقام ب پر ہوگی۔ اب شکل ۶
(ب) پر غور کرو۔ اِس میں ہوا کے اُستوانہ کی اُس
وقت کی حالت دکھائی گئی ہے جب کہ شاخ محل د
میں سے ہوتی ہوئی پھر اپنے ابتدائی محل ہ پر
واپس آگئی ہے اور اِس طرح اُس نے ایک
ارتعاش مکمل کر لیا ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ شاخ جب
دائیں ہاتھ سے بائیں ہاتھ کی طرف حرکت کریگی تو اُس
کے پیچھے پیچھے جُزئی سا خلا پیدا ہوتا جائیگا۔ اور اِس
طرح ہوا جزءً رقیق ہو جائیگی۔ اِس سے تم سمجھ سکتے
ہو کہ محل د میں سے گزرنے کے وقت جب

شاخ کی رفتار، رفتارِ اعظم ہوگی تو اُس وقت ہوا کی ترقیق بھی اپنی قیمتِ اعظم پر ہوگی۔

جب شاخ ایک ارتعاش مکمل کرچکیگی تو اُس لحظہ میں اُستوانۂ ہوا اُس حالت میں ہوگا جیسے ہم نے شکل ۶ (ب) سے تعبیر کیا ہے۔ یعنی پہلی تغلیظ ا آگے کی طرف مقام اَ پر پہنچ چکی ہوگی۔ اور تغلیظِ اعظم ب کا محل بَ پر ہوگا۔ مقام ج کی ہوا ذرا دیر کے لئے اپنی معمولی حالت میں ہوگی۔ اور ترقیقِ اعظم کا محل مقام د پر ہوگا۔ اِس طرح جو حالت پیدا ہوئی ہے وہ ایک کامل موجِ آواز ہے۔ اِس کے بعد جب شاخ کا دُوسرا ارتعاش مکمل ہوگا تو اُس وقت ہوا کی پہلی ہلچل مقام اَ کے فاصلہ سے دو چند فاصلہ پر پہنچ چکی ہوگی۔ اور مقام اَ اور دوشاخہ کی درمیانی فضاء پھر اُسی تغلیظ و ترقیق کی حالت میں ہوگی جو شکل ۶ (ب) میں دکھائی گئی ہے۔

اِس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ آواز کی موجیں شکل ۶ کی طرح ہوا کے چھوٹے چھوٹے اُستوانوں تک محدود نہیں رہتیں۔ واقعہ یہ ہے کہ اِرد گرد کی ہوا تقریباً تمام سمتوں میں اِسی طرح متاثر ہوتی ہے۔ اِس مطلب کی مزید وضاحت کے لئے یوں سمجھو کہ تمھارے سامنے ایک نقطہ رکھا ہے جو آواز کی موجیں پیدا کر رہا ہے۔

اِس صورت میں نقطۂ مذکور کا یہ حال ہوگا کہ اُس کے تمام گرداگرد تغلیظ و ترقیق کے کُروی غلاف ہوجائیںگے جو آواز کی رفتار سے باہر کی طرف پھیلتے چلے جائینگے۔

آواز کی بلندی یا حِدت صرف اُس توانائی پر موقوف ہوتی ہے جو موجوں کے سماخِ گوش سے ٹکرانے والے حصہ میں موجود ہوتی ہے۔ ہر موج میں جتنی توانائی ہوتی ہے وہ عملاً مستقل رہتی ہے۔ اور چونکہ ہر موج کُروی سطح کی شکل میں ہوتی ہے اور یہ سطح جلد جلد پھیلتی جاتی ہے اس لئے ضرور ہے کہ موج کے ہر اکائی رقبہ میں سے گزرنے والی توانائی سطحِ مذکور اور مبدأ موج کے درمیانی فاصلہ پر موقوف ہو۔

فنِ ہندسہ میں تم نے پڑھا ہوگا کہ کُروں کے رقبے اُن کے نصف قطروں کے مربعوں کے متناسب ہوتے ہیں۔ اس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ مرتعش جسم کے پیدا کئے ہوئے کسی جھٹکے میں مبدأ سے ۱ میٹر کے فاصلہ پر جتنی توانائی ہوگی وہ ۲ میٹر کے فاصلہ پر پہنچ کر ۴ گنا رقبہ میں پھیل جائیگی۔ اور اس مقام پر رکھا ہوا کان مبدأ سے ۱ میٹر کے فاصلہ پر ہونے کے مقابلہ میں توانائی کی صرف ایک چوتھائی کا اثر محسوس کریگا۔ لہٰذا اس بات کو یاد رکھنا چاہیئے کہ:-

آواز کی بلندی فصلِ مبدأ کے مربع کی

معکوس نسبت سے بدلتی جاتی ہے۔

آواز کا انعکاس

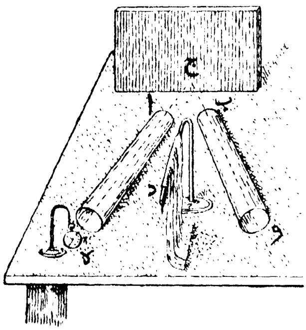
انعکاس کے ——— انعکاس کے اعتبار سے آواز کی موجیں بھی اُن ہی کُلیات کی تابع ہیں جو نور کی موجوں کے انعکاس پر جاری ہوتے ہیں۔ لیکن جن حالات کی تحت میں آواز اور نور کے انعکاس کا مشاہدہ ہو سکتا ہے اُن میں نور اور آواز کی موجوں کے وسیع اختلافِ طول نے بہت اختلاف پیدا کر دیا ہے۔ اِس کے علاوہ اختلاف کی ایک اور وجہ یہ بھی ہے کہ نور کی موجیں اثیر میں چلتی ہیں اور آواز کی موجوں کے لئے مادّی واسطہ درکار ہے۔ مدّھم سے مدّھم آواز جو سنائی دے سکتی ہے اُس کا طولِ موج تقریباً ۳۶ فٹ ہوتا ہے۔ اور بلند سے بلند آواز جو سنائی دے سکتی ہے اُس کا طول موج ½ انچ۔ یہ طول، نور کے طولِ موج کے مقابلہ میں بہت زیادہ ہے۔

یہ ظاہر ہے کہ انعکاس کی پیدائش کے لئے سطحِ عاکس کی وسعت، سطحِ مذکور پر پڑنے والے ارتعاشوں کے طولِ موج کے مقابلہ میں زیادہ ہونی چاہیئے۔ اِس لئے آواز کے انعکاس کے لئے اچھے خاصے رقبہ کی سطح درکار ہے۔ دُوسری طرف یہ بات بھی نگاہ میں رکھنے کے قابل ہے کہ لمبی موجوں کے لئے سطحِ عاکس میں زیادہ ملاست کی چنداں

ضرورت نہیں۔ اِس لئے کوئی ایسی سطح جو مقابلۃً کھُردری ہو (مثلاً پٹھے کا تختہ یا لکڑی کا تختہ یا اینٹوں کی دیوار) آواز کے انعکاس کے لئے بخوبی کام دے سکتی ہے۔

تجربہ ۲ — آواز کا انعکاس۔

ا اور ب (شکل ۷) دو ٹین کی نلیاں ہیں جن کا طول تقریباً ایک ایک گز اور قُطر تین تین انچ ہے۔ اِن نلیوں کو



شکل ۸

سہارا دے کر اُس انداز سے اُفقاً رکھو جو شکل میں دکھایا گیا ہے۔ پھر ایک نلی کے سرے کے قریب مقام ہ پر گھڑی لٹکا دو۔ اور دُوسری نلی کے سرے کے قریب مقام و پر کان رکھو۔ اگر گھڑی کی آواز براہِ راست سنائی دیتی ہو تو کان اور گھڑی کے

درمیان، مقام د پر ایک پردہ (مثلاً گیلی تولیہ) لٹکا دو تاکہ آواز کی موجیں گھڑی سے براہِ راست کان میں نہ آنے پائیں۔ اب مقام ج پر ایک چپٹی سطحِ عاکس انتصاباً رکھو اور اُسے آہستہ آہستہ انتصابی محور کے گرد گھماؤ۔ جب نلی میں سے آواز سُنائی دینے لگے تو سطحِ عاکس کے محل کو دیکھ لو۔ اور یہ بھی دیکھ لو کہ سطحِ عاکس کو نلیوں سے دُور لے جانے کا کیا اثر ہوتا ہے اور قریب لانے کا کیا اثر ہوتا ہے۔

گونج آواز کے انعکاس کی ایک متعارف مثال ہے۔ تم نے بھی مکانوں، اُونچی دیواروں اور پہاڑی چٹانوں کے قُرب و جوار میں اکثر اس کا مشاہدہ کیا ہوگا۔ آواز اگر مُشاہِد کے قریب پیدا ہو رہی ہو تو سطحِ عاکس کا فاصلہ ایک خاص حد سے کم نہ ہونا چاہیئے۔ اگر فاصلہ کم ہوگا تو گُونج اصلی آواز کے ساتھ مخلوط ہو جائیگی۔ کیونکہ آواز کی موج سے کان میں جو اثر پیدا ہوتا ہے وہ کم از کم $\frac{1}{10}$ ثانیہ تک قائم رہتا ہے۔ اِس لئے سطحِ عاکس اِتنی دُور ہونی چاہیئے کہ آواز کی موج کو سطحِ مذکور تک اور پھر وہاں سے لَوٹ کر مُشاہِد تک پہنچنے کے لئے اقلاً $\frac{1}{10}$ ثانیہ صَرف کرنا پڑے۔

گُونج کا ایک خاص واقعہ کبھی کبھی اُس وقت مشاہدہ میں آتا ہے جب آواز کا کوئی واحد موجی دھکّا

کسی ایسی جگہ سے منعکس ہوتا ہے جو سیڑھیوں کی طرح درجہ بدرجہ بلند ہوتی گئی ہو اور بلندی کے ساتھ ساتھ اُس کے درجے پیچھے بھی ہٹتے گئے ہوں۔ یا جب وہ سڑک کے ساتھ ساتھ اور ایک دُوسرے سے الگ الگ کھڑے کئے ہوئے چپٹے چوبی کھمبوں سے ٹکرا کر منعکس ہوتا ہے۔ ایسی صورتوں میں ایک دُوسری کے بعد آنے والی عاکس سطحوں کا فاصلہ بڑھتا جاتا ہے۔ اِس لئے اِن سطحوں سے جو گونجیں پیدا ہوتی ہیں وہ ایک دُوسری کے بعد پیدا ہوتی ہیں اور ایک دُوسری کے بعد کان میں پہنچتی ہیں۔ اِن گُونجوں کے درمیان جو وقفے پڑتے ہیں وہ اگر باقاعدہ ہوں تو ظاہر ہے کہ یہ واقعات ایک ایسا سُر پیدا کر دینگے جس کا امتداد گُونجوں کے تعدد کے مطابق ہوگا۔

آبی بخارات کا انبوہِ عظیم جیسا کہ بادلوں میں ہوتا ہے یا کسی ایسی گیس کا مادّہ جو ہوا سے زیادہ کثیف ہو، آواز کے انعکاس کے لئے سطح کا کام بخوبی دے سکتا ہے۔ مثلاً بجلی کی چمک کے بعد جو بے قاعدہ سی مسلسل گرج اکثر سنائی دیتی ہے اُس کی اصلیت یہ ہے کہ جب بجلی سے آواز پیدا ہوتی ہے تو اُس کی موجیں مختلف فاصلوں پر کے بادلوں کی سطحوں سے ٹکرا کر منعکس ہوتی ہیں۔ اور دو یا دو سے زیادہ بادلوں کی سطحوں کے ساتھ

یا زمین اور بادلوں کی سطحوں کے ساتھ ٹکرانے سے اِن موجوں کو مضاعف انعکاس بھی ہوتا ہے۔ اِس طرح یکے بعد دیگرے تھوڑے تھوڑے وقفوں سے گُونجیں پیدا ہوتی جاتی ہیں۔ اور اِن بے شمار گُونجوں کے خلط ملط سے واقعات کی وہ صورت پیدا ہوتی ہے جو اِس طرح کی گرج کے رنگ میں سنائی دیتی ہے۔ ورنہ ابتدائی شور تو نہایت مختصر سا ہوتا ہے اور اُس کا اپنا زمانۂ حیات بجلی کی چمک سے کچھ زیادہ نہیں ہوتا۔

آواز کے کسی مبدأ' مثلاً گھڑی' کو جب کسی مقعّر سطحِ عاکس کے نقطۂِ ماسکہ پر رکھتے ہیں تو آواز کی موجیں منعکس ہوکر متوازی رستوں پر چلنے لگتی ہیں۔ اور اِس مقعّر سطحِ عاکس کی عدم موجودگی میں جتنے فاصلے تک وہ محسوس ہوسکتی ہیں اُس کے مقابلہ میں اِس صورت میں زیادہ فاصلہ تک محسوس ہوتی ہیں۔

بات کرنے کی نلی میں موجیں نلی کے پہلوؤں کے ساتھ ٹکراتی جاتی ہیں۔ اِس لئے بار بار منعکس ہوتی ہیں۔ نتیجہ اِس کا یہ ہے کہ امواج آواز کی توانائی جلد جلد بڑھتی ہوئی فضاء میں' پھیلنے نہیں پاتی۔ بلکہ نلی کی حدوں کے اندر اندر کم و بیش مُرتکز رہتی ہے۔ اور یہ ارتکاز اِتنا کافی ہوتا ہے کہ نلی کے دُوسرے سرے پر رکھا ہوُا کان آوازوں کو محسوس کرلیتا ہے۔

پہلی فصل کی مشقیں

۱۔ ایک لچکدار رسی کو اِس طرح جھٹکا دیا گیا ہے کہ اُس میں موجوں کا ایک باقاعدہ سلسلہ چلنے لگا ہے۔ بتاؤ اِس صورت میں طولِ موج اور حیطۂ موج سے کیا مُراد ہوگی۔ اِن موجوں کو تم طولی موجیں کہوگے یا عرضی؟ اِن اصطلاحوں کے مفہوموں کو وضاحت کے ساتھ بیان کرو۔

۲۔ ایک مُشاہد سمندر کے ساحل پر کھڑا ہے۔ وہ دیکھتا ہے کہ موجیں ۱۰ فی دقیقہ کی شرح سے ساحل کے ساتھ ٹکرا رہی ہیں۔ ساحل سے ۱۰۰ گز کے فاصلہ پر ایک چٹان ہے۔ موجیں اِس چٹان سے چل کر ساحل تک ۲ دقیقوں میں پہنچتی ہیں۔ اِن مقدمات کی مدد سے اوسط طولِ موج معلوم کرو اور یہ بھی بتاؤ کہ اشاعت کی رفتار کتنے فُٹ فی ثانیہ ہے۔

۳۔ جب تم یہ کہتے ہو کہ رقّاص یا دو شاخہ کے ارتعاش مساوی الوقت ہیں تو اِس سے تمہارا کیا مطلب ہوتا ہے؟ اگر ارتعاش کے تعدد کے لئے یہ ممکن ہو کہ وہ اُسی نسبت سے بڑھتا جائے جس نسبت سے حیطۂ ارتعاش گھٹتا ہے تو اِس صورت میں دو شاخہ کو بجا دینے کے بعد کیا بات مشاہدہ میں آئیگی؟

۴۔ وضاحت کے ساتھ بیان کرو کہ گونج کس طرح پیدا ہوتی ہے۔ یہ بھی بتاؤ کہ بجلی کی چمک کے ساتھ جو مختصر سی کڑک کی آواز پیدا ہوتی ہے اُس سے طویل گرج کیونکر پیدا ہو جاتی ہے۔

۵۔ ایک مقام بگل بجانے کے لئے مقرر کر لیا گیا ہے۔ ایک مُشاہد اِس مقام سے ایک میل کے فاصلہ پر ہے اور دُوسرا آدھے میل کے فاصلہ پر۔ اگر آواز کو انعکاس نہ ہو تو پہلے مُشاہد کے مقابلہ میں دُوسرے مُشاہد کو آواز کتنی بلند سنائی دیگی ؟

۶۔ ایک ایسا تجربہ بیان کرو جس سے یہ ثابت ہو کہ آواز کے چلنے کے لئے ہوا یا کسی اور واسطہ کا وجود ضروری ہے۔ اِس طرح کے تجربہ میں کونسی عملی مشکل پیش آتی ہے ؟

۷۔ تجربہ سے ثابت کرو کہ خلا میں آواز کی اشاعت نہیں ہوتی۔

آواز کی موجیں جب ہوا میں چلتی ہیں تو ہوا کی حرکت کا کیا انداز ہوتا ہے ؟

۸۔ ایک آدمی پہاڑی سے ۹۲ گز کے فاصلہ پر کھڑا ہو کر تالی بجاتا ہے۔ اور آدھے ثانیہ کے بعد گُونج کی آواز سُنتا ہے۔ اِن مقدمات کی بناء پر ہوا میں آواز کی کیا رفتار ہوگی؟

۹۔ کسی گیس میں ہوا کی اشاعت کے لئے سمتِ اشاعت کے اعتبار سے آواز کے ارتعاشوں کی سمت کیا ہونی

چاہیئے؟

۱۰۔ مرتعش دوشاخہ کا عمل بیان کرو۔

۱۱۔ دو ایسے تجربے بیان کرو جن سے یہ ثابت ہو کہ آواز کی موجوں کو بھی انعکاس ہوتا ہے۔ سیڑھیوں کے ایک طویل سلسلہ کے سامنے ایک مختصر سی تھاپ کی آواز پیدا کی گئی ہے۔ اور تم اس وقت سیڑھیوں کے سامنے کھڑے ہو۔ بتاؤ تمہارے کانوں میں کس طرح کا احساس پیدا ہوگا۔

دوسری فصل

لچک - آواز کی رفتار

لچک ——— گزشتہ فصل میں ہم نے اِس بات کی طرف بھی اشارہ کیا تھا کہ موجی حرکت کے انتقال پر لچک کا کیا اثر ہوتا ہے۔ ہر شکل کے مادہ کا یہ حال ہے کہ جب اُس پر بیرونی قوتیں عمل کرتی ہیں تو اُس میں حجم کی یا صورت کی تبدیلی پیدا ہو جاتی ہے۔ اور جب قوتیں ہٹا لی جاتی ہیں تو مادہ کم و بیش کامل طور پر اپنے اصلی حجم اور اپنی اصلی صورت پر لوٹ آنے کا تقاضا کرتا ہے۔ مادہ کی اِس خاصیت کا نام لچک ہے مثال کے لئے گھڑی کی کمانی یا فولاد کے تنے ہوئے تار کو دیکھو۔ اِن دونوں کا یہ حال ہے کہ اِن میں

بہت سی لچک پائی جاتی ہے۔ مایع اور گیسی چیزیں صرف حجم کے تغیر کی مُزاحم ہوتی ہیں۔ اِن میں شکل کے تغیر کی مزاحمت کا تقاضا نہیں ہوتا۔ اور ہم کہہ سکتے ہیں کہ اِس قسم کی چیزیں معتدبہ **حجمی لچک** کی مالک ہیں۔

مادّی چیزوں کے حجم یا اُن کی شکل میں جو تغیر پیدا ہوتا ہے اُسے **فساد** کہتے ہیں۔ اور جس قوت سے یہ تغیر پیدا ہوتا ہے اُس کا نام **زور** ہے۔ نسبت $\frac{\text{زور}}{\text{فساد}}$ لچک کی شرح ہے۔

گیسوں کی لچک ———— گیس کا کوئی معیّن حجم کسی معیّن دباؤ کی تحت میں ہو اور اُس پر دباؤ زیادہ کر دیا جائے تو جیسا کہ تم پڑھ چکے ہو گیس کا حجم کلیۂ بائل کے مطابق ایک خاص حد تک گھٹ جاتا ہے۔ فرض کرو کہ ح مکعب سم گیس د ڈائین فی مربع سم دباؤ کے ماتحت ہے۔ ہم نے دباؤ کو بڑھا کر (د + ف د) ڈائین فی مربع سم کر دیا ہے۔ اور اِس کے اثر سے حجم گھٹ کر (ح - ف ح) مکعب سم رہ گیا ہے۔ اِن رقموں میں رقم ف د دباؤ کے خفیف سے تغیر کو اور رقم ف ح حجم کے خفیف سے تغیر کو تعبیر کرتی ہے۔

فساد کا اندازہ کرنے کے لئے ہم یہ دیکھتے ہیں

کہ گیس میں فی اِکائی حجم، حجم کا کِتنا تغیر پیدا ہؤا ہے۔ اِس لئے ہم فساد کو نسبت $\frac{\text{ف ح}}{\text{ح}}$ سے تعبیر کر سکتے ہیں اور اِس فساد کو پیدا کرنے والا زور ف د ڈائین ہے۔ لہذا

$$\text{حجمی لچک کی شرح} = \frac{\text{ف د}}{\text{ف ح} \backslash \text{ح}}$$

$$= \frac{\text{ح . ف د}}{\text{ف ح}}$$

ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ گیسوں میں یہ شرح عدداً ابتدائی دباؤ کی مساوی ہوتی ہے۔ چنانچہ کُلیۂ بائل کے رُو سے

$$\text{د ح} = (\text{د} + \text{ف د})(\text{ح} - \text{ف ح})$$

$$= \text{د ح} - \text{د . ف ح} + \text{ح . ف د} - \text{ف د . ف ح}$$

لیکن چونکہ ف د اور ف ح دونوں بہت خفیف المقدار ہیں اِس لئے اِن کے حاصلِ ضرب کو ہم نظر انداز کر سکتے ہیں۔ پھر اِس صورت میں

$$\text{د . ف ح} = \text{ح . ف د}$$

یا

$$\frac{\text{ح . ف د}}{\text{ف ح}} = \text{د}$$

اور د گیس پر کا ابتدائی دباؤ ہے۔

آواز کی رفتار گیسوں میں ——— دُور کے

فاصلہ پر اِنجن کو سیٹی دیتے ہوئے تم نے دیکھا ہوگا۔ اِنجن سے نکلتی ہوئی بھاپ پہلے نظر آتی ہے اور سیٹی بعد میں سنائی دیتی ہے۔ اِسی طرح جب مُشاہد سے کچھ فاصلہ پر بندوق چلائی جاتی ہے تو اُس کی چمک پہلے نظر آتی ہے اور آواز اُس کے بعد مُشاہد کے کان میں پہنچتی ہے۔ بجلی کی چمک بھی گرج کے کان میں پہنچنے سے پہلے نظر آ جاتی ہے۔ اِس قسم کے مشاہدوں سے صاف ظاہر ہے کہ ایک جگہ سے دُوسری جگہ تک آواز کے پہنچنے میں وقت صَرف ہوتا ہے۔

نیوٹن نے نظری طور پر ثابت کیا تھا کہ گیس میں آواز کی رفتار گیس کی حجمی لچک کے جذر کی متناسب ہوتی ہے۔ اور گیس کی کثافت کے جذر کے ساتھ معکوس نسبت رکھتی ہے۔ چنانچہ کسی گیس میں آواز کی رفتار س، گیس کی حجمی لچک ل اور گیس کی کثافت ث ہو تو

$$س = \sqrt{\frac{ل}{ث}}$$

مثلاً ۰°ھ پر اور ۷۶ سم دباؤ کی تحت میں ہوا کی کثافت ۰۰۱۲۹۳ء۰ گرام فی مکعب سم ہے۔ اور جیسا کہ ہم پہلے بتا چکے ہیں لچک کا اندازہ اُس دباؤ سے ہوتا ہے جو گیس پر عمل کر رہا ہو۔ موجودہ صورت میں دباؤ فی مربع سم اِس قدر ہے جتنا پارے کے ۷۶ سم

بلند اُستوانہ سے پیدا ہوتا ہے۔ لہٰذا

$$\text{دباؤ} = (۷۶ \times ۱۳٫۶ \times ۹۸۱)\ \text{ڈائین}$$

اور

$$\text{س} = \sqrt{\frac{(۹۸۱ \times ۱۳٫۶ \times ۷۶)}{۰٫۰۰۱۲۹۳}}$$

$$= ۲۸۰۰۰\ \text{سم فی ثانیہ}$$

لیکن رفتار کی یہ قیمت تجربہ کے نتائج سے لگا نہیں کھاتی۔ چنانچہ تجربہ سے ہوا میں آواز کی رفتار ۳۳۱۸۰ سم فی ثانیہ نکلتی ہے۔ اور یہ نیوٹن کے قاعدہ سے دریافت کی ہوئی رفتار سے زیادہ ہے۔ اس عدم مطابقت کی وجہ بعد میں اُس وقت واضح ہوئی جب علماء نے یہ ثابت کیا کہ مساواتِ بالا میں شمار کنندہ کو ۱٫۴۱ سے ضرب کرنا چاہیئے۔ اِس صورت میں

$$\text{س} = \sqrt{\frac{(۱٫۴۱ \times \text{ل})}{\text{ث}}}$$

$$= ۳۳۱۷۰\ \text{سم فی ثانیہ}$$

تجربہ سے ہوا میں آواز کی رفتار معلوم کرنے کا قاعدہ ——— ہوا میں آواز کی رفتار معلوم کرنے کی طرف سب سے پہلے ۱۷۳۸ء میں فرانسیسی علماء نے توجہ کی۔ اس مطلب کے لئے اُنہوں نے دو پہاڑیاں انتخاب کریں جو ایک دُوسری سے ۱۷ میل کے فاصلہ پر تھیں۔ پھر مشاہدہ کرنے والوں کا

ایک گروہ توپ لے کر ایک پہاڑی پر کھڑا ہو گیا اور دُوسرا گروہ دُوسری پہاڑی پر۔ جب تجربہ کا وقت آیا تو ایک پہاڑی پر کے لوگوں نے توپ کو فتیلہ دکھا دیا اور دُوسری پہاڑی پر کے لوگوں نے وقت کے اُس وقفہ کا اندازہ کر لیا جو توپ کی چمک کے دکھائی دینے سے آواز کے سنائی دینے تک صرف ہُوا۔ پھر چلتی ہوئی ہوا کے اثر کو زائل کرنے کے لئے دُوسری پہاڑی والوں نے توپ چلائی اور پہلی پہاڑی والوں نے چمک کے نظر آنے اور آواز کے سنائی دینے کے درمیانی وقفہ کا اندازہ کیا۔ اِس کے بعد اِن مشاہدوں سے جب رفتار کا حساب لگایا تو معلوم ہُوا کہ ۰°م پر ہوا میں آواز کی رفتار ۳۳۲ میٹر فی ثانیہ ہے۔

اِن تجربوں کے ساتھ اگر اُن تجربوں کو مِلا کر دیکھا جائے جو اِن سے زیادہ جدید ہیں تو ۰°م پر ہوا میں آواز کی رفتار ۳۳۱٫۷ میٹر یا ۱۰۸۸ فُٹ فی ثانیہ نکلتی ہے۔

آواز کی رفتار پر مختلف حالات کا اثر ——

کُلیۂ بائل کے رُو سے معیّن کمیت کی گیس کا حجم دباؤ کے ساتھ معکوس تناسب میں ہوتا ہے۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ گیس کی کثافت کو دباؤ کا متناسب ہونا چاہئے۔ گیسوں کی لچک بھی دباؤ کی متناسب ہوتی

ہے۔ پھر اِس سے ظاہر ہے کہ دباؤ کے تغیر سے گیس کی کثافت اور لچک دونوں چیزیں مساوی طور پر متاثر ہوتی ہیں۔ اور اِس لئے دباؤ کے تغیر سے نسبت لچک / کثافت کے شمار کنندہ اور نسب نما کے تعلق پر کوئی اثر نہیں پڑتا۔ جب یہ حال ہو تو ضرور ہے کہ کُرۂ ہوائی کا دباؤ جو کچھ بھی ہو آواز کی رفتار ہر حال میں وُہی رہے۔ چنانچہ بلند مقامات پر تجربوں سے آواز کی رفتار معلوم کر کے علماء نے اِس نتیجہ کی تصدیق بھی کر دی ہے۔

جب کسی گیس کی تپش بڑھتی ہے تو اُس کی کثافت گھٹ جاتی ہے۔ اِس صداقت کو نگاہ میں رکھو اور گزشتہ تقریروں میں جو مساوات درج کی گئی ہے اُس پر غور کرو۔ اِس سے تمہیں صاف معلوم ہو جائیگا کہ جب تپش میں ترقی ہوگی تو آواز کی رفتار بڑھ جائیگی اور جب تپش میں تنزل ہوگا تو اِس کے ساتھ ساتھ آواز کی رفتار بھی گھٹتی جائیگی۔

حرارت میں تم پڑھ چکے ہو کہ گیسیں کس شرح سے پھیلتی ہیں۔ اور یہ بھی تمہیں معلوم ہے کہ گیس کی کمیت اگر معیّن ہو تو گیس کی کثافت، حجم کے ساتھ معکوس تناسب میں ہوتی ہے۔ اِن معلومات کی بناء پر ہم ثابت کر سکتے ہیں کہ

$$ر_ت = ر_۰ \sqrt{(۱ + α ت)}$$

اِس مساوات میں

سی‌ت = آواز کی رفتار ت° م پر

سی۰ = آواز کی رفتار ۰° م پر

اور Z = گیس کے پھیلاؤ کی شرح

= ۰٫۰۰۳۶۸

اِس مساوات سے آواز کی رفتار تپش ت پر

(۳۳۱۷۰ + ۶۱ ت) سمر فی ثانیہ

یا (۱۰۸۸ + ۲ ت) فُٹ فی ثانیہ

مرطوب ہوا، معمولی خشک ہوا اور آبی بخارات کا آمیزہ ہے۔ اور چونکہ معمولی تپشوں پر آبی بخارات کی کثافت خشک ہوا کی کثافت سے کم ہوتی ہے چنانچہ ایسی حالتوں میں آبی بخارات کی کثافت کو خشک ہوا کی کثافت سے ۰٫۶۲ : ۱ کی نسبت ہے اِس لئے ضروری ہے کہ مساوی تپش اور مساوی دباؤ کی تحت میں خشک ہوا کی کثافت، مرطوب ہوا کی کثافت سے زیادہ ہو۔ اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ خشک ہوا کے مقابلہ میں مرطوب ہوا میں آواز کی رفتار زیادہ ہونی چاہیئے۔

یہ مسئلہ اب تمہارے ذہن نشین ہو چکا ہے کہ گیسوں میں آواز کی رفتار، کثافت کے جذر کے ساتھ معکوس تناسب رکھتی ہے۔ اب اِس سے تم خود سمجھ سکتے ہو کہ اگر باقی حالات یکساں ہوں تو کوئی سی دو گیسوں میں جو رفتاریں ہو سکتی ہیں اُن کی اضافی قیمت ہم گیسوں

کی کثافت سے معلوم کر سکتے ہیں۔ مثلاً ہائیڈروجن (Hydrogen) کے مقابلہ میں ہوا کی کثافت ۱۴٫۳ ہے۔ لہٰذا

$$\frac{\text{آواز کی رفتار ہائیڈروجن (Hydrogen) میں}}{\text{آواز کی رفتار ہوا میں}} = \sqrt{\frac{۱۴٫۳}{۱}}$$

$$= ۳٫۸$$

ہوا میں آواز کی رفتار اگر ۱۰۸۸ فُٹ فی ثانیہ ہو تو ظاہر ہے کہ ہائیڈروجن (Hydrogen) میں اُس کی رفتار ۱۰۸۸ × ۳٫۸ یعنی ۴۱۳۴ فُٹ فی ثانیہ ہوگی۔

اِسی طرح آکسیجن (Oxygen) چونکہ ہائیڈروجن (Hydrogen) کے مقابلہ میں ۱۶ گُنا زیادہ کثیف ہے اور $\sqrt{۱۶} = ۴$ اِس لیے آکسیجن (Oxygen) میں آواز کی رفتار ۴۱۳۴ کا $\frac{۱}{۴}$ یعنی ۱۰۳۳ فُٹ فی ثانیہ ہے۔

آواز کی رفتار ٹھوس اور مایع چیزوں میں

لوہے کی جُڑی ہوئی نلیوں کے ایک طویل سلسلہ کے ایک سرے پر ہتوڑے سے چوٹ لگاؤ اور دیکھو نلیوں کے رستے آواز کے کان میں پہنچنے اور ہوا کے رستے کان تک آنے کے درمیان وقت کا کِتنا وقفہ پڑتا ہے۔ پھر اِس سے تم معلوم کر سکتے ہو کہ لوہے اور ہوا میں آواز کی اضافی رفتار کیا ہے۔

دو فرانسیسی عالموں نے اِس عُقدہ کو اِسی طرح

حل کیا ہے۔ اُنہوں نے جو نلیاں استعمال کیں اُن کا مجموعی طول ۹۵۱ میٹر تھا اور تجربہ کے وقت ہوا کی تپش ۱۱° م تھی۔ وقت کا اندازہ کرنے سے اِن عالموں کو معلوم ہؤا کہ آواز لوہے میں سے گزر کر کان میں ۲٫۵ ثانیہ پہلے آ جاتی ہے۔ اپنے تجربوں کے نتائج کی بناء پر اِن عالموں نے یہ نتیجہ قائم کیا ہے کہ اِس تپش پر آواز کی موجیں ہوا میں ۹۵۱ میٹر کا فاصلہ ۲٫۸ ثانیوں میں طے کرتی ہیں۔ اور چونکہ اِتنا ہی فاصلہ آواز نے لوہے میں ۰٫۳ ثانیہ میں طے کر لیا اِس لئے ظاہر ہے کہ ہوا کی بہ نسبت لوہے میں آواز $\frac{۲٫۸}{۰٫۳}$ یعنی تقریباً ۹ گُنا زیادہ تیز چلتی ہے۔

پانی میں آواز کی رفتار معلوم کرنے کے لئے

سنہ ۱۸۲۶ء میں دو عالموں نے جھیل جنیوا میں تجربے کئے تھے۔ اِنہوں نے دو کشتیاں ایک دُوسری سے تقریباً ۸ میل کے فاصلہ پر لنگر انداز کر دیں۔ پھر ایک کشتی کے ساتھ ایک بڑی سی گھنٹی لٹکا کر پانی میں ڈبو دی۔ اور دُوسری کشتی کے ساتھ قرنا کی شکل کی ایک نلی لٹکا دی کہ اُس کی مدد سے آواز آسانی کے ساتھ سنائی دے۔ پھر تجربہ کو اِس طرح ترتیب دیا کہ پانی میں ڈوبی ہوئی گھنٹی کو بجایا اور عین اُسی وقت کچھ بارود جلا دی۔ دُوسری کشتی والوں نے بارُود کا شُعلہ بھی دیکھا

اور گھنٹی کی آواز بھی سُنی۔ اور نہایت ہوشیاری کے ساتھ معلوم کرلیا کہ اِن دونوں کے درمیان کتنا وقفہ پڑتا ہے۔ جب یہ معلوم ہوگیا تو پھر پانی میں آواز کی رفتار معلوم کرلینا کچھ مشکل نہیں۔ چنانچہ اِن محققوں نے پانی میں آواز کی رفتار ۱۴۳۰ میٹر فی ثانیہ قرار دی ہے۔

آواز کی رفتار براہِ راست معلوم کرنے کے یہ قاعدے آج کل زیادہ تر صرف تاریخی دلچسپی کا سرمایہ ہیں۔ اب اِس مطلب کے لئے عموماً ایسے قاعدے اختیار کئے جاتے ہیں جن میں آواز کی رفتار بالواسطہ مشخص ہوتی ہے۔ مثلاً اگر یہ معلوم ہو کہ جس سمت میں موجیں چلتی ہیں اُس سمت میں لچک کتنی ہے اور اِس لچک کے لئے مناسب اکائیاں اختیار کرلی جائیں تو ٹھوس اور مایع چیزوں پر بھی ہم ضابطہ $س = \sqrt{\frac{ل}{ث}}$ جاری کرسکتے ہیں۔

جو چیزیں سلاخوں کی شکل میں مل سکتی ہیں اُن میں آواز کی رفتار کے دریافت کرنے کے قاعدے چوتھی فصل میں درج کئے جائینگے۔

ذیل کی فہرست میں ہم نے چند چیزوں کے نام لکھے ہیں اور اُن کے سامنے یہ بھی لکھ دیا ہے کہ اِن میں آواز کتنی رفتار سے چلتی ہے۔

نام	میٹر فی ثانیہ	فٹ فی ثانیہ
المونیم (Aluminium)	۵۱۰۴	۱۶۷۴۰
پیتل	۳۵۰۰	۱۱۴۸۰
تانبا	۳۵۶۰	۱۱۶۷۰
لوہا	۵۱۳۰	۱۶۸۲۰
پلاٹینم (Platinum)	۲۶۹۰	۸۸۱۵
چاندی	۲۶۱۰	۸۵۵۳
سنگِ مرمر	۳۸۱۰	۱۲۵۰۰
سلیٹ	۴۵۱۰	۱۴۸۰۰
شیشہ	۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰	۱۶۴۱۰ تا ۱۹۶۹۰
ہاتھی دانت	۳۰۱۳	۹۸۸۶
بلوط	۳۸۵۰	۱۲۶۲۰
صنوبر	۳۳۲۰	۱۰۹۰۰
چنار	۴۲۸۰	۱۴۰۵۰
الکوہل (Alcohol)	۱۲۶۴	۴۱۴۸
تارپین	۱۲۱۲	۳۹۷۷
پانی	۱۴۳۷	۴۷۱۴
ہوا	۳۳۲	۱۰۹۰
کاربن ڈائی آکسائیڈ (Carbon dioxide)	۲۶۴	۸۵۸
امونیا (Ammonia)	۴۱۵	۱۳۶۱
ہائیڈروجن (Hydrogen)	۱۲۸۶	۴۲۲۱

روشنی کرنے کی گیس	۴۹۰	۱۲۰۹
آکسیجن (Oxygen)	۳۱۷	۱۰۴۱

دُوسری فصل کی مشقیں

۱- واضح طور پر بیان کرو کہ دو مُشاہد ایک دُوسرے سے کچھ فاصلہ پر کھڑے ہو کر کس طرح معلوم کر سکتے ہیں کہ ہوا میں آواز کتنی رفتار سے چلتی ہے۔ اِس تخمینہ کے نتیجہ کو ہم چلتی ہوئی ہوا کی رفتار کے اثر سے کس طرح محفوظ رکھ سکتے ہیں؟

۲- ایک آدمی دو متوازی پہاڑیوں کے درمیان کھڑا ہو کر بندوق چلاتا ہے اور پہلی گُونج اُسے دو ثانیوں کے بعد سنائی دیتی ہے۔ پھر پانچ ثانیوں کے بعد اُسے دُوسری گُونج سنائی دیتی ہے۔ بتاؤ وہ اِن پہاڑیوں کے درمیان کس مقام پر کھڑا ہے اور تیسری گُونج اُسے کب سُنائی دیگی۔

۳- ایک بندوقچی نے نشانہ کے توے پر بندوق کی گولی ماری ہے۔ نشانہ کا توا ایک میل کے فاصلہ پر ہے اور گولی کی رفتار بحساب اوسط ۱۲۰۰ فُٹ فی ثانیہ ہے۔ بتاؤ نشانہ کے توے تک کا فاصلہ گولی پہلے طے

کر لیگی یا بندوق کی آواز۔

۳۔ اگر ہوا کی تپش ۶۱° ف ہو تو اِن دونوں چیزوں کے تو ے تک پہنچنے کے درمیان کتنا وقفہ ہوگا؟

۴۔ ہوا میں آواز کی رفتار معلوم کرنے کا ایک قاعدہ بیان کرو۔ اِس قاعدہ سے جو نتیجہ حاصل ہوگا کیا وہ گرمی کے موسم میں بھی وُہی ہوگا جو سردی کے موسم میں ہوگا؟ اپنے جواب کی تقویت کے لئے دلائل بیان کرو۔

۵۔ آواز کا ایک مبدأ ا کسی مُشاہد سے ۱۰۰ میٹر کے فاصلہ پر ہے اور دُوسرا مبدأ ب اُسی مُشاہد سے ۳۰۰ میٹر کے فاصلہ پر۔ اِس مُشاہد کو ا سے آنے والی آواز کی حِدت ب سے آنے والی آواز کی حِدت سے چار گُنا معلوم ہوتی ہے۔ ذیل کے مقامات پر اِن دونوں آوازوں کی موجوں کے حیطۂ ارتعاش کا مقابلہ کرو:—

(ا) مُشاہد کے قریب۔

(ب) مبدؤں سے مساوی فاصلوں پر، بشرطیکہ یہ فاصلے تھوڑے سے ہوں۔

۶۔ کُھلی ہوا میں آواز کی رفتار معلوم کرنے کا قاعدہ بیان کرو۔ نتیجہ پر چلتی ہوئی ہوا کا کیا اثر ہوگا؟ نتیجہ کو ہم اِس اثر سے کس طرح آزاد رکھ سکتے ہیں؟

۷۔ آواز کس طرح شایع ہوتی ہے؟ کیا آواز کی رفتار ہوا میں مستقل رہتی ہے؟

۸۔ گیس میں اگر آواز کی رفتار دباؤ کے جذر کی متناسب ہو اور گیس کی کثافت کے جذر کے ساتھ معکوس تناسب رکھتی ہو تو بتاؤ تپش کا تغیر رفتار پر کیا اثر کریگا۔

۹۔ ہوا میں آواز کی رفتار پر تپش کے تغیرات کا کیا اثر ہوتا ہے؟ کیا دباؤ کے تغیر بھی رفتار پر کچھ اثر کرتے ہیں؟

تیسری فصل

موسیقی آوازیں

شور اور موسیقی سُر کا امتیاز ——— آوازیں دو طرح کی ہوتی ہیں۔ ایک متسلسل اور دُوسری دھماکے کی طرح مختصر اور تیز۔ متسلسل آوازوں کی بحث میں ضروری ہے کہ پہلے، شور اور موسیقی سُر کے طبیعی اختلاف کو ذہن نشین کر لیا جائے۔

موسیقی سُر میں ارتعاش سادہ ہوتے ہیں اور یکساں تعدد کے ساتھ کان سے ٹکراتے ہیں۔ شور کا یہ حال نہیں۔ اس میں ارتعاش پیچیدہ ہوتے ہیں اور تعدد بے قاعدہ۔ ارگن نلی سے جو آواز حاصل ہوتی ہے وہ موسیقی سُر کی، اور طوطے کی چیخ شور کی، مثال ہے۔

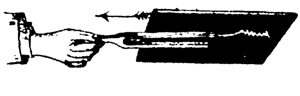
موسیقی سُروں کی بلندی اور اُن کا امتداد

—— سُر کی بلندی، مبدأِ آواز کے حیطۂ ارتعاش پر موقوف ہے۔ جس قدر حیطۂ ارتعاش بڑا ہوگا اُسی قدر آواز بھی بلند ہوگی۔

مُرتعش دوشاخہ یا تنے ہوئے تار کو ارتعاش میں لاؤ اور واقعات پر غور کرو۔ اِس سے تمہیں صاف معلوم ہو جائیگا کہ جُوں جُوں حیطۂ ارتعاش گھٹتا جاتا ہے آواز کی بلندی بھی کم ہوتی جاتی ہے۔ لیکن امتداد، جو کُلیتہً تعددِ ارتعاش پر موقوف ہے، ہر حال میں وُہی رہتا ہے۔

تجربہ ۳۔ دُھندلے شیشہ پر ارتعاش کی ترسیم

—— پیتل کی پتلی چادر یا پیتل کے باریک تار سے ایک پتلا سا دھاتی قلم بناؤ جو تقریباً ۱ سم لمبا ہو۔ اِس کو موم کی مدد سے دوشاخہ کی ایک شاخ (شکل ۸) کے

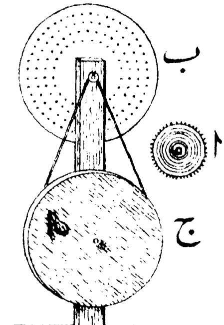


شکل ۸

ساتھ جوڑ دو۔ پھر شیشہ کی ایک تختی کو جلتے ہوئے کافور کے

شُعلہ پر یا زرد گیسی شُعلہ پر رکھ کر اُس کی سطح کو سیاہ کر دو۔ اب اِس شیشہ کو میز پر رکھو۔ پھر دو شاخہ کو بجاؤ۔ اور اُسے شیشہ کی سیاہ تختی پر اِس طرح جلد جلد کھینچتے جاؤ کہ قلم کی نوک سیاہ سطح کو چھوتی رہے۔ دیکھو اِس موج کے خاکہ کا حیطۂ ارتعاش ابتداء کی بہ نسبت بعد میں کم ہوتا گیا ہے۔

سُر کا امتداد ———— سوارٹ کے **دندانہ دار چرخ** (شکل ۹) کی مدد سے ہم دیکھ سکتے ہیں کہ سُر کے امتداد پر ارتعاش کے تعدد کا کیا اثر ہوتا ہے۔ اِس آلہ میں ا ایک دندانہ دار پہیّہ ہے جو تیز تیز گھوم سکتا ہے۔ اِس کے دندانوں کے سامنے پتلے



شکل ۹ - قُرصدار گائن

سے تختہ کا ٹکڑا رکھ دیا جاتا ہے۔ جب چرخ گھُومتا ہے

تو اُس کے دندانے اِس تختہ کے کنارے سے ٹکراتے جاتے ہیں۔ اِس میں شک نہیں کہ تختہ کے ساتھ دندانوں کے ٹکرانے سے جو آواز پیدا ہوتی ہے وہ کرخت اور غیر موسیقی ہوتی ہے۔ لیکن پھر بھی اِس سے امتداد کا بخوبی اندازہ ہو سکتا ہے۔ اور چرخ کی رفتار کو بدل بدل کر ہم دکھا سکتے ہیں کہ تعدد کے بڑھنے سے امتداد بھی بڑھ جاتا ہے۔

قُرصدار گائن کی مدد سے امتداد اور تعددِ ارتعاش کا تعلق زیادہ وضاحت کے ساتھ دکھایا جا سکتا ہے۔ قُرصدار گائن کاغذی پٹھے کا ایک قُرص ہے (شکل ۹ ب) جس میں اِس طرح سُوراخ کر دیئے جاتے ہیں کہ اُن سے بہت سی متحد المرکز قطاریں بن جاتی ہیں۔ اِس قُرص کو گھوم چکر (شکل ۹ ج) پر رکھ کر تیز تیز گھما سکتے ہیں۔

اِس آلہ میں سُوراخوں کی قطاروں کا یہ حال ہونا چاہیئے کہ سب سے اندرونی قطار میں ۲۴ سُوراخ ہوں اور باقی قطاروں میں سلسلہ وار ۳۰، ۳۶، اور ۴۸۔ قُرص کو گھوم چکر پر چڑھاؤ اور شیشہ کی نوکدار نلی میں سے ہوا گزار کر گھومتے ہوئے قُرص کے سُوراخوں کی کسی ایک قطار سے ٹکراؤ۔ دیکھو ایک مخصوص امتداد کا سُر پیدا ہوتا ہے۔ یہ آواز اِس طرح پیدا ہوتی ہے کہ نلی کی نوک کے سامنے جب کوئی سُوراخ آتا ہے تو قُرص

کے پیچھے ہوا میں تغلیظ پیدا ہوتی ہے۔ اور پھر اِس سُوراخ کے بعد جب دو سُوراخوں کا درمیانی فاصلہ آتا ہے تو ہوا کے جمود کی وجہ سے جُزئی سی ترقیق پیدا ہو جاتی ہے۔ اِسی طرح تغلیظ و ترقیق کا ایک سلسلہ پیدا ہوتا چلا جاتا ہے۔ اِس سلسلہ میں تغلیظ و ترقیق کا تواتر باقاعدہ ہوتا ہے۔ اور سلسلۂ آواز کی رفتار سے، آگے بڑھتا چلا جاتا ہے۔

قُرص کی چال تیز کر دو تو سُوراخوں کی وُہی قطار زیادہ امتداد کا سُر پیدا کرنے لگیگی۔

اگر قُرص کی چال مستقل رہے اور نل کی نوک سُوراخوں کی اندرونی قطار سے لے کر یکے بعد دیگرے ہر قطار کے سامنے لائی جائے تو اِس صورت میں سُروں کا ایک سلسلہ پیدا ہوتا چلا جائیگا۔ اور وہ جو موسیقی سے واقف ہیں بخوبی سمجھ لینگے کہ پست ترین سُر جو اندرونی قطار سے پیدا ہوتا ہے اِس کے مقابلہ میں دُوسری قطار سے پیدا ہونے والا سُر تیسرا سُر ہے۔ تیسری قطار سے پیدا ہونے والا پانچواں ہے۔ اور چوتھی سے پیدا ہونے والا پورا ایک سرگم بلند ہے۔ مثلاً اگر اندرونی قطار سے سُر "س (سا)" پیدا ہوتا ہے تو دُوسری قطار سے سُر "گ (گا)" پیدا ہوگا اور تیسری قطار سے سُر "پ (پا)"۔ چوتھی قطار سے پیدا ہونے والا سُر اِن

سُروں کے سرگم کے بعد آنے والے سرگم کا پہلا سُر ہوگا۔

امتداد کا تعلق ارتعاش کی تیزی سے

جب قرصدار گائن گھوم رہی ہو اُس وقت اگر نلی کی نوک پہلے اندرونی قطار کے سامنے رکھی جائے اور پھر بیرونی قطار کے سامنے تو اِن قطاروں سے پیدا ہونے والی موجوں کے تعددوں کا تناسب ۲۴ : ۴۸ یعنی ۱ : ۲ ہوگا۔ اور اِس صورت میں ہم یوں کہینگے کہ بیرونی قطار سے پیدا ہونے والے سُر کا امتداد اندرونی قطار سے پیدا ہونے والے سُر کے امتداد سے دُگنا ہے۔ یا یوں کہینگے کہ اندرونی قطار سے پیدا ہونے والا سُر، بیرونی قطار کے پیدا کئے ہوئے سُر سے ایک سرگم اُوپر ہے۔ گردش کی چال کو تیز کر دو تو دونوں سُر تیز تر ہو جائینگے۔ لیکن اُوپر والا سُر ہر حال میں نیچے والے سُر سے ایک سرگم اُوپر ہوگا۔

سوارٹ کے چرخ اور بعض شکلوں کی قرصدار گائن میں اکثر اِس قسم کا انتظام موجود ہوتا ہے جس سے پتہ چل جاتا ہے کہ ایک ثانیہ میں نوک کے سامنے سے کتنے دندانے یا کتنے سُوراخ گزرے ہیں۔ اِس لئے اِن آلوں کی مدد سے ارتعاشوں کی وہ تعداد معلوم

ہو سکتی ہے جس سے کسی خاص امتداد کا سُر پیدا ہو رہا ہوتا ہے۔ اسی طرح دوشاخہ کے یا کسی اور ایک ہی سُر پیدا کرنے والی چیز کے ارتعاشوں کی تعداد معلوم کر سکتے ہیں۔ اِس مطلب کے لئے سُر کو سوارٹ کے چرخ یا گائن کے سُر سے ملا لو اور اِن آلوں پر لگے ہوئے نمائندہ کی مدد سے ارتعاشوں کی تعداد فی ثانیہ معلوم کر لو۔

ہم نے بتایا ہے کہ سُر کا امتداد کان سے فی ثانیہ ٹکرانے والی موجوں کی تعداد پر موقوف ہے۔ اِس مضمون کو اب ایک اور پہلو سے دیکھو۔ تمہارے سامنے چلتی ہوئی ریل سیٹی دے رہی ہو تو سیٹی کی آواز پر غور کرو۔ ریل اگر تمہاری طرف آ رہی ہے تو سیٹی کا امتداد بڑھتا جائیگا۔ اور اگر ریل تم سے پرے جا رہی ہے تو سیٹی کا امتداد دم بدم گھٹتا جائیگا۔ اِس میں شک نہیں کہ سیٹی سے جو آواز کی موجیں پیدا ہو رہی ہیں وہ وقت کے مساوی وقفوں پر پیدا ہو رہی ہیں۔ لیکن ایک کے بعد جب دُوسری موج پیدا ہوتی ہے تو اِس اثناء میں ریل کسی قدر آگے آ جاتی ہے۔ اور دو متواتر تغلیظوں (یا ترقیقوں) کا درمیانی فاصلہ معمولی حالت کے مقابلہ میں کم ہو جاتا ہے۔ اِس لئے موجوں کا طول گھٹ جاتا ہے۔ اور اسی نسبت سے سُر کا امتداد بڑھ جاتا

ہے۔ اِسی طرح تم اُس حالت پر استدلال کر سکتے ہو جب کہ ریل تم سے پرے جا رہی ہو۔ اِس صورت میں ضروری ہے کہ طولِ موج بڑھتا جائے اور امتداد گھٹتا جائے۔ اِن واقعات کی توضیح کو **ڈاپلر کا اصول** کہتے ہیں۔

موسیقی ابعاد اور میجر ڈائیا ٹونک اِسکیل

(Major diatonic scale) —— دو سُروں کے اِرتعاش کی شرحوں کے تناسب کو سُروں کا بُعد کہتے ہیں۔ مثلاً قرصدار گائن مستقل چال سے گھوم رہی ہو تو سُوراخوں کی اندرونی قطار سے پیدا ہونے والے سُر اور دُوسری قطار سے پیدا ہونے والے سُر کے درمیان بُعد $\frac{۳۰}{۲۴}$ یعنی $\frac{۵}{۴}$ ہوگا۔ اِس بُعد کو میجر تھرڈ (Major third) کہتے ہیں۔ اِسی طرح دُوسری اور تیسری قطاروں سے پیدا ہونے والے سُروں کا بُعد $\frac{۳۶}{۳۰}$ یعنی $\frac{۶}{۵}$ ہے۔ اِس بُعد کو مائینر تھرڈ (Minor third) کہتے ہیں۔ پہلی اور تیسری قطاروں کے سُروں میں بُعد $\frac{۳}{۲}$ ہے۔ اور یہ میجر ففتھ (Major fifth) کہلاتا ہے۔

اب چونکہ

$$\frac{۶}{۵} \times \frac{۵}{۴} = \frac{۳}{۲}$$

اِس لئے ظاہر ہے کہ جب دو بُعد جمع کر دئے جاتے ہیں تو حاصل شدہ بُعد اُن کے عددی حاصلِ ضرب سے تعبیر ہوتا ہے۔

خُوشگوار گائن کی اندرونی تین قطاروں سے پیدا ہونے والے تین سُر یا پیانو کے تین سُر س، گ، پ، ایک ساتھ پیدا کئے جائیں تو اِن سے ایک خوشگوار مجموعہ بن جاتا ہے۔ اِس مجموعہ کو چڑھتی تان کہتے ہیں۔ اِن سُروں کے اضافی تعدد، اعداد ۲۴، ۳۰ اور ۳۶، سے تعبیر ہو سکتے ہیں۔ اور یہ اعداد ۴ : ۵ : ۶ کی نسبت میں ہیں۔

میجر ڈائیاٹونک اِسکیل (Major diatonic scale) جو پیانو میں سفید سُروں کے سلسلہ سے تعبیر کیا جاتا ہے اِسے درمیانی س سے شروع کر کے مندرجہ ذیل طریقہ سے تیار کرتے ہیں۔ سَ سے شروع کر کے جو س کا آٹھواں ہے، ۶ : ۵ : ۴ کی نسبت سے نیچے اُترتے آتے ہیں۔ اور اِس طرح دُوسری "چڑھتی تان" پیدا کر لیتے ہیں۔ اِس سے تعدد ۴۸، ۴۰، ۳۲ حاصل ہوتے ہیں۔ اور یہ سَ، دھ، اور م سُروں کے مطابق ہیں۔ اِن تین سُروں کے مجموعہ کو "اُترتی تان" کہتے ہیں۔

اِسی طرح اگر پ سے شروع کیا جائے اور ۴ : ۵ : ۶ کی نسبت سے اُوپر چلتے جائیں تو اِس سے

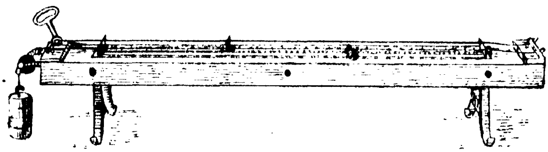
ایک تیسری "چڑھتی تان" حاصل ہوتی ہے۔ اِس صورت میں تعدد ۳۶، ۴۵، اور ۵۴ ہونگے۔ اور یہ پ، ن، اور رَ، سُروں کے مطابق ہیں۔ اِس مجموعہ کو "میل تان" کہتے ہیں۔ سُر رَ، سُر س کے آٹھویں سے اُوپر ہے۔ اور اِس کے نیچے کا آٹھواں سُر ر، جس کا تعدد ۲۷ ہے س اور گ کے درمیان پڑتا ہے۔ اِس طرح ہمیں سُروں کا مندرجہ ذیل سلسلہ مِل جاتا ہے۔ اور اِن ہی سُروں میں پورا سپتک منقسم ہوتا ہے :—

سُر	ارتعاش فی ثانیہ	تعدد	بُعد (س کے مقابلہ سے)
س (سا)	۲۵۶	۲۴	۱
ر (رے)	۲۸۸	۲۷	۹/۸
گ (گا)	۳۲۰	۳۰	۵/۴
م (ما)	۳۴۱٫۳	۳۲	۴/۳
پ (پا)	۳۸۴	۳۶	۳/۲
دھ (دھا)	۴۲۶٫۶	۴۰	۵/۳
ن (نی)	۴۸۰	۴۵	۱۵/۸
سَ (سا)	۵۱۲	۴۸	۲

صوت پیما —— تاروں اور تانتوں کے ارتعاشوں کا مطالعہ صوت پیما سے بخوبی ہو سکتا ہے۔ اِس آلہ کو اِکتارا بھی کہتے ہیں۔ اِس کی ایک

صورت شکل ۱۰ میں دکھائی گئی ہے۔ اِس کے ضروری اجزاء حسبِ ذیل ہیں :—

ایک "بول بکس" جس پر تار چڑھا دیئے گئے ہیں۔ اِن تاروں میں سے ایک کے ساتھ باٹ لٹکائے



شکل ۱۰ صوت پیما

جا سکتے ہیں۔ سِروں کے قریب دھات کی گھوڑیاں جما دی گئی ہیں۔ اِن پر سے تار گزرتے ہیں۔ ارتعاش کرنے والے تار کی لمبائی کو گھٹانے بڑھانے کے لئے اِسی طرح کی اَور گھوڑیوں کی بھی ضرورت پڑتی ہے۔ یہ گھوڑیاں ایسی ہونی چاہئیں کہ "بول بکس" پر اِدھر اُدھر حرکت کر سکیں۔

مُرتعش تار کا وہ نقطہ جو ساکن رہتا ہے اُسے عقدہ کہتے ہیں۔ اور وہ نقطہ جس کا حیطہ سب سے زیادہ ہوتا ہے ضدِ عقدہ یا حلقہ کہلاتا ہے۔ تار کے ارتعاش کی سادہ ترین صورت وہ ہے جب کہ اِس

میں صرف ایک ضدِ عقدہ ہو جو تار کے مرکز پر ہوگا۔ اور تار کے سِروں پر ایک ایک عقدہ ہو۔ جب تار اِس طرح اِرتعاش کرتا ہے تو اُس سے اُس کا بنیادی سُر پیدا ہوتا ہے۔

آگے چل کر ہم اِس بات کی بھی توجیہ کرینگے کہ انتہائی سِروں کے علاوہ تار کے اَور نقطوں کو ثابت رکھ کر ہم تار کو ۲، ۳، ۴، یا اِس سے بھی زیادہ جُداگانہ قطعوں (شکل ۱۲) میں مُرتعش کر سکتے ہیں۔ اِس صورت میں ظاہر ہے کہ عُقدوں اور اُن کی ضِدوں کی تعداد بھی زیادہ ہوگی۔

مُرتعش تاروں کے کُلیات

تنے ہوئے تار (یا تانت) کے ارتعاش کی شرح، تار کے طول، تناؤ پیدا کرنے والی قوت، اور تار کے اِکائی طول کی کمیت مادہ، پر موقوف ہوتی ہے۔ مساوات کی شکل میں اِس تعلق کی تعبیر حسبِ ذیل ہے:—

$$ع = \frac{1}{2ط}\sqrt{\frac{ق}{ک}}$$

اِس میں

ع = تار کے اِرتعاش کی شرح۔

ط = مُرتعش تار کا طول سنتی میٹروں میں۔

ک = تار کے اِکائی طول کی کمیت گراموں میں۔

ق = تناؤ پیدا کرنے والی قوت ڈائینوں میں۔
مساواتِ بالا سے ظاہر ہے کہ ارتعاش کی شرح:۔
(ا) تناؤ پیدا کرنے والی قوت کے جذر کی متناسب ہے۔
(ب) تار کے طول کے ساتھ معکوس تناسب رکھتی ہے۔
(ج) تار کے اکائی طول کی کمیت کے جذر کے ساتھ بھی معکوس تناسب میں رہتی ہے۔

تجربات۔

(ا) **تار کا طول** ———— صوت پیما کے دونوں تاروں کو ہمسُر کرو۔ پھر متحرک گھوڑی کی مدد سے ان میں سے کسی ایک تار ا کو یہاں تک چھوٹا کر دو کہ اپنے ابتدائی سُر سے اُوپر کا آٹھواں سُر پیدا کرنے لگے۔ مقابلہ کے لئے دُوسرے تار ب سے کام لیا جا سکتا ہے۔ اِس صورت میں تار ا کے ارتعاش کی شرح پہلی شرح سے دو چند ہو جائیگی۔ اب تار کا طول ناپ کر دیکھ لو کہ وہ پہلے طول سے آدھا ہے یا نہیں۔

(ب) اب دُوسری متحرک گھوڑی کی مدد سے تار ب کو' گھٹائے ہوئے طول کے تار ا کے ساتھ' ہمسُر کرو۔ پھر تار ا کے نیچے کی متحرک گھوڑی کو یہاں تک سرکاؤ

کہ اِس سے پیدا ہونے والا سُر تار ب کے سُر سے ایک سرگم اُوپر ہو جائے۔ اِس صورت میں تار ا کا سُر اپنے بُنیادی سُر سے دو سرگم اُوپر ہوگا۔ اور تار کے ارتعاش کی شرح ابتدائی شرح سے چار گُنا زیادہ ہوگی۔ تار ا کا طول ناپو۔ دیکھو اب وہ ابتدائی طول کا $\frac{1}{4}$ ہے۔

(ج) اگر دو ایسے دو شاخے مِل سکتے ہوں جن کی شرحِ اِرتعاش معلوم ہو تو تناؤ کو مستقل رکھو اور تاروں میں سے ایک کے اِتنے اِتنے طول ناپ لو کہ اُن سے پیدا ہونے والے سُر ایک ایک دو شاخہ سے پیدا ہونے والے سُر سے "مِل" جائیں۔ پھر طولوں کے تناسب پر غور کرو۔ اِن طولوں کا تناسب دوشاخوں کے ارتعاشوں کی شرحوں کے معکوس تناسب کا مساوی ہے۔

تجربہ ۵۔ تناؤ پیدا کرنے والی قوت

صوت پیما پر ایک پتلا سا تار چڑھاؤ اور اُس کے ساتھ ایک کِلو گرام کا باٹ لٹکا دو کہ وہ تن جائے۔ اور دُوسرے تار کو اِس کے ساتھ ہمسُر کرو۔ پھر تناؤ پیدا کرنے والی قوت کو چار کِلو گرام کر دو۔ اور دُوسرے تار سے مقابلہ کرکے دیکھو کہ اب جو سُر پیدا ہوتا ہے پہلے سُر سے ایک سرگم اُوپر ہے۔

اِسی طرح دو اور تین کِلو گرام کے باٹ لٹکا کر کُلیہ کی تصدیق کرو۔

تجربہ ۲۶ ـــــ تار کا قطر اور تار کی نوعیت۔ مختلف مادّوں (مثلاً پیتل اور فولاد) کے دو تار (ا اور ب) منتخب کرلو۔ یا ایک ہی مادہ کے اِس قسم کے دو تار لے لو کہ اُن کے قطر مختلف ہوں۔ اِن میں سے ایک (ا) کے ساتھ معلوم وزن کا باٹ لٹکا دو کہ وہ تن جائے۔ اور دیکھو کتنی لمبائی رکھنے سے اِس کا پیدا کیا ہؤا سُر ثابت تار ج کے سُر سے "مِل" جاتا ہے۔ فرض کرو کہ یہ طول $ط_۱$ ہے۔ اب جن مقامات پر تار ا گھوڑیوں کو چھو رہا ہے وہاں تار پر ریتی سے نشان کرلو۔ پھر باٹوں کو ہٹا دو اور جہاں نشان کئے ہیں وہاں سے تار کو کاٹ دو۔ اِس کے بعد تار کے اُس حصہ کو جو گھوڑیوں کے درمیان تھا تول کر اُس کی کمیت معلوم کرو۔ فرض کرو کہ اِس کی کمیت فی اِکائی طول $ک_۱$ ہے

یہی تجربہ تار ب پر کرو۔ اور اِس کے ساتھ بھی وہی باٹ لٹکاؤ جو تار ا کے ساتھ لٹکایا گیا تھا۔ فرض کرو کہ اِس کے طول $ط_۲$ کا پیدا کیا ہؤا سُر تار ج کے سُر سے "مِلتا" ہے۔ اور اِس کی کمیت فی اِکائی طول $ک_۲$ ہے۔

اب اگر تار ا اور تار ب کے ارتعاشوں کا تعدد $ع_۱$ اور $ع_۲$ ہو تو

$$\frac{ع_۱}{ع_۲} = \frac{ط_۲}{ط_۱}$$

اور مساواتِ بالا کے رُو سے

$$\frac{ع_1}{ع_2} = \sqrt{\frac{ک_2}{ک_1}}$$

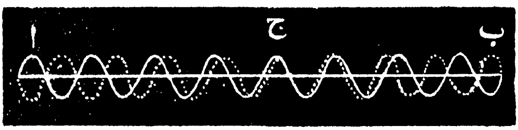
لہذا
$$\frac{ط_2}{ط_1} = \sqrt{\frac{ک_2}{ک_1}}$$

اِس مساوات میں اپنے تجربے کے مُشاہدے رکھو اور دیکھو تجربہ سے بھی یہ مساوات صحیح ثابت ہوتی ہے یا نہیں۔

ضربیں ——— دو سُر ایک ساتھ بج رہے ہوں اور اُن کے امتداد میں بہت سا فرق ہو تو وہ دونوں ایک دُوسرے سے بخوبی متمایز ہو سکتے ہیں۔ لیکن اگر ایک ہی "کیفیت" کے دو ایسے سُر بج رہے ہوں کہ وہ ایک دُوسرے کے ساتھ تقریباً "ملے" ہوئے ہوں تو کان اِنہیں ایک دُوسرے سے تمیز نہیں کر سکتا۔ اِس صورت میں کان کو ایک دھڑکن کی سی کیفیت محسوس ہوتی ہے۔ اور یوں معلوم ہوتا ہے کہ گویا سُر علی التواتر بلند و پست پیدا ہوتا چلا جاتا ہے۔ یہ واقعہ آواز کے دو مبدؤں سے پیدا ہونے والی موجوں کے سلسلوں کا نتیجہ ہے۔ یہ موجیں ایک دُوسری کو علی التواتر قوی اور ضعیف کرتی جاتی ہیں۔

شکل ۱۱ پر غور کرو۔ اِس میں اِسی قسم کی موجوں کے دو سلسلے دکھائے گئے ہیں۔ ایک سلسلہ کو مسلسل خط تعبیر کرتا ہے اور دُوسرے کو نقطوندار خط۔

پہلے سلسلہ کا طولِ موج، دُوسرے سلسلہ کے طولِ موج سے ذرا زیادہ ہے۔ اور حیطہ دونوں میں مساوی ہے۔ دیکھو مقام ا پر ایک سلسلہ کی تغلیظ دُوسرے سلسلہ کی ترقیق پر منطبق ہوگئی ہے۔ اور یہ ظاہر ہے کہ اِن دونوں کے تناقض کا نتیجہ خاموشی ہونا چاہیئے۔ مقام ج پر تغلیظوں میں انطباق ہؤا ہے۔ اِس لئے ضرور ہے کہ اِن دونوں کے توافق سے آواز اپنی قیمتِ اعظم پر پہنچ جائے۔ اِس سے آگے چل کر مقام ب پر پھر موجوں میں پورا پورا تناقض ہوگیا ہے۔ اِس لئے یہاں



شکل ۱۱

ضربوں کی پیدائش

بھی خاموشی کی کیفیت کا پیدا ہونا لازمی ہے۔ ب پر جب موجوں کی یہ حالت ہوگی تو اِس مقام پر رکھے ہوئے کان کو ذرا سی دیر کے لئے خاموشی محسوس ہوگی۔ پھر اِس کے بعد جب مقام ج کی موجیں وہاں پہنچینگی تو آواز

اپنی قیمتِ اعظم پر سُنائی دیگی۔ اور اِس کے بعد جب ا پر کی موجیں آئینگی تو پھر خاموشی کی کیفیت پیدا ہو جائیگی۔ آواز میں جو یہ بلندیاں پیدا ہوتی چلی جاتی ہیں اِن میں سے ہر ایک کو **ضرب** کہتے ہیں۔

اوپر کی تقریر سے تم بخوبی سمجھ سکتے ہو کہ اگر دو، دو شاخوں کے تعددِ ارتعاش علی الترتیب ۲۵۶ اور ۲۵۷ فی ثانیہ ہوں تو اُن کی پیدا کی ہوئی موجوں کا باہمی تناقض ہر ثانیہ میں ایک ضرب پیدا کریگا۔ اِس مسئلہ کو تم یوں یاد رکھو کہ

ضربوں کی تعداد فی ثانیہ، مُرتعش اجسام کے فرقِ تعدد کی مساوی ہوتی ہے۔

یہ ظاہر ہے کہ ضربوں کے قابلِ سماعت ہونے کے لئے تعددوں کے فرق کا چھوٹا ہونا ضروری ہے۔ جب فی ثانیہ ۱۶ سے زیادہ ضربیں پیدا ہوتی ہیں تو کان اُنہیں ایک دُوسری سے تمیز نہیں کر سکتا اور دو آوازوں کے اجتماع سے پیدا ہونے والی آواز مسلسل سنائی دیتی ہے۔

تجربہ ۳ — مُرتعش تاروں سے پیدا ہونے والی ضربیں۔ صوت پیما کے دونوں تاروں کو ایک دُوسرے کے ساتھ تقریباً ہمسر کر دو۔ پھر ضربوں کا سُراغ لگاؤ۔ اِس مطلب کے لئے لکڑی کی چھڑی لے کر اُس کا ایک سِرا کان کو چھُوتا ہُوا اور دُوسرا سِرا صوت پیما

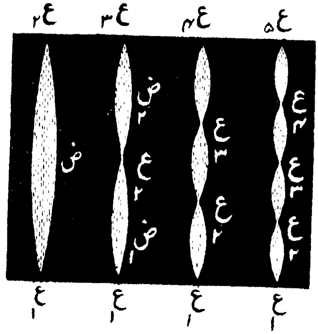
کے تختہ کو دبا کر چھوتا ہُوا رکھو۔ اِس طرح ضربوں کے سُننے میں سہولت ہو جاتی ہے۔ اگر ضربیں محسوس نہ ہوں تو متحرک گھوڑی کی مدد سے ایک تار کے طول میں خفیف سا تغیر کر دو۔ اِس تجربہ میں یہ بات بھی دیکھ لو کہ جُوں جُوں تاروں کے سُروں میں فرق پیدا ہوتا جاتا ہے ضربوں کا تعدد بڑھتا جاتا ہے۔

تجربہ ۸ —— **مُرتعش تار اور دوشاخہ سے پیدا ہونے والی ضربیں**۔ صَوت پیما کے تار کی لمبائی کو اِس طرح ترتیب دو کہ وہ کسی خاص دوشاخہ کے ساتھ کامل طور پر ہمسُر ہو جائے۔ پھر مُرتعش دوشاخہ کو صَوت پیما کے تختہ پر کھڑا کرو کہ وہ تار کے قریب رہے۔ دیکھو اِس صورت میں ضربیں پیدا نہیں ہوتیں۔ اب دوشاخہ کی ایک شاخ پر موم کی ایک چھوٹی سی گولی لگا دو۔ اِس سے دوشاخہ کے ارتعاش کی شرح گھٹ جائیگی۔ اب دوشاخہ کو مرتعش کرکے صَوت پیما کے مُرتعش تار کے پاس رکھو تو ضربیں سُنائی دینگی۔ دوشاخہ کی شاخ پر موم کی پہلی گولی سے ذرا بڑی گولی رکھ کر یہی تجربہ کرو۔ دیکھو اب ضربوں کا تعدد پہلے سے زیادہ ہے۔

ہارمونک یا اوورٹون (Harmonic or overtone)

—— گزشتہ تقریروں میں ہم ایسے تار سے بحث کرتے رہے ہیں جس کے عقدے ارتعاش کے

وقت صرف سروں ہی پر (شکل ۱۲ ا) ہوں۔
اِس صورت میں تار کا بنیادی سُر پیدا ہوتا ہے۔ لیکن
تار کے کسی درمیانی نقطہ کو روک کر وہاں بھی ہم عُقدہ
پیدا کر سکتے ہیں۔ اِس صورت میں تار دو یا دو سے زیادہ
قطعوں میں بٹ کر ارتعاش کرتا ہے۔ مثلاً جیسا کہ شکل ۱۲
(ب) میں دکھایا گیا ہے اگر تار کو مرکز پر سے تھام لیں



(ا) (ب) (ج) (د)

شکل ۱۲

اور پھر مرکز اور کسی ایک سرے کے درمیان جو نقطۂ
وسط ہے وہاں سے پکڑ کر تار کو مُرتعش کریں تو تار دو
حصوں میں بٹ کر ارتعاش کرنے لگیگا۔ اب اِس تار کے
دو ضدِ عُقدہ ہیں۔ ایک ض۱ اور دُوسرا ض۲۔

اِسی طرح اگر تار کے ایک سرے سے اُس کے طول کی ایک تہائی ناپ لیں پھر تار کو یہاں سے تھام لیں اور چھوٹے حصہ کے نقطۂ وسط کو چھو کر تار کو مُرتعش کریں تو جیسا کہ شکل ۱۲ (ج) میں دکھایا گیا ہے تار تین قطعوں میں بٹ کر ارتعاش کریگا۔ شکل ۱۲ (د) پر غور کرو۔ اِس میں یہ دکھایا گیا ہے کہ اب وُہی تار چار قطعوں میں بٹ کر ارتعاش کر رہا ہے۔ یہ صورت اُس وقت پیدا ہوتی ہے جب ہم تار کے اُس نقطہ کو تھام لیتے ہیں جو کسی ایک سرے سے تار کے چوتھائی طول پر ہے۔

عُقدوں اور اُن کی ضِدوں کے محل تم اِس طرح معلوم کر سکتے ہو کہ تار پر کاغذ کے راکب بنا کر رکھ دو۔ پھر تار کو مُرتعش کرو۔ وہ راکب جو عُقدوں پر ہونگے وہ تار پر قائم رہینگے اور وہ جو اضدادِ عُقدہ پر ہونگے وہ تار پر سے اُڑ جائینگے۔

سُر کا استداد صِرف مُرتعش حصہ پر موقوف ہوتا ہے۔ شکل ۱۲ پر پھر غور کرو۔ (ا) سے لے کر (د) تک تار کے قطعوں کے طول ۱ : $\frac{۱}{۲}$: $\frac{۱}{۳}$: $\frac{۱}{۴}$ کے تناسب میں ہیں۔ اِس لئے اِن سے جو سُر پیدا ہوتے ہیں اُن کے استدادوں کا تناسب ۱ : ۲ : ۳ : ۴ ہے۔ اِن سُروں میں جو پست ترین ہے وہ بنیادی سُر ہے۔

اور وہ جو مُرتعش جسم کے عاد حصوں کے ارتعاش سے پیدا ہوتے ہیں اُنہیں **ہارمونِک یا اوورٹون** (Harmonic or overtone) کہتے ہیں۔

جب تار شکل ۱۲ (ا) کی طرح ارتعاش کرتا ہے تو اُس سے صرف بنیادی سُر پیدا ہوتا ہے اور اِس سُر کو خالص سُر کہتے ہیں۔ لیکن یہ سادگی شاذ و نادر پیدا ہوتی ہے کیونکہ یہ بھی ہو سکتا ہے کہ تار کا ارتعاش مثلاً (ا) اور (ب) میں جو حرکات دکھائے گئے ہیں اُن کا مجموعہ ہو۔ جب یہ حالت ہوتی ہے تو سُر خالص نہیں رہتا۔ ہاں پہلے ہارمونک (Harmonic) کی موجودگی کی وجہ سے جو بنیادی سُر سے ایک سرگم اُوپر کا سُر ہے وہ بھرپور ضرور ہو جاتا ہے۔

سُر کی کیفیت اِن ہی ہارمونِکوں (Harmonics) کی موجودگی سے مشخص ہوتی ہے۔ مثلاً ایک ہی سُر انسان کے مُنہ سے بھی نکل سکتا ہے اور سارنگی کارنٹ اور آرگن سے بھی۔ اور اُس کے امتداد اور اُس کی حِدّت کو بھی ہم یکساں رکھ سکتے ہیں۔ لیکن اِس کی کیفیت ہر حال میں جُداگانہ ہوگی۔ اِسی سے ہم سُر کو سُن کر اُس کے مبدأ کی نوعیت پر استدلال کر لیتے ہیں۔ کیفیت کا اختلاف اُن ہارمونِکوں (Harmonics) کی تعداد کے اختلاف کا نتیجہ ہے جو سُر کے ساتھ پیدا ہو جاتے ہیں۔

تیسری فصل کی مشقیں

۱۔ ایک ۴ فٹ لمبا تنا ہؤا تار ایک دوشاخہ کے ساتھ ہمسُر ہے۔ اور دوشاخہ کے ارتعاش کی شرحِ ۲۵۶ ہے۔ اگر تار کو گھٹا کر ۲ فٹ ۶ انچ کر دیا جائے تو اِس صورت میں تار کی شرحِ ارتعاش کیا ہوگی؟

۲۔ صوت پیما کا تار ۱۶ پونڈ وزن کی قوت سے تنا ہؤا ہے۔ اِس کے ساتھ کِتنا وزن لٹکانا چاہئے کہ پہلی صورت کے مقابلہ میں اِس کا سُر ایک سرگم نیچا ہو جائے؟

۳۔ سارنگی کے تار پ کو کس مقام پر چُھونا چاہیئے کہ اُس سے سُر سَ پیدا ہو؟

۴۔ ایک دوشاخہ ا کا تعدد ۲۵۶ ہے۔ جب یہ اور ایک اَور دوشاخہ ب ایک دُوسرے کے پاس رکھ کر بجائے جاتے ہیں تو فی ثانیہ ۳ ضربیں سنائی دیتی ہیں۔ اور جب ب کی ایک شاخ پر موم کی گولی لگا دی جاتی ہے تو ضربوں کا تعدد ۲ فی ثانیہ گھٹ جاتا ہے۔ بتاؤ دوشاخہ ب کا تعدد کیا ہے بحالیکہ اُس پر موم کا بوجھ نہ ہو۔

۵۔ ایک سپتک کے کھرج کا تعدد ۲۶۰ ہے۔ اِس سپتک کے باقی سُروں کا تعدد معلوم کرو۔

۶۔ ایک تار کا طول ۱۰۰ سمر اور قُطر ۱ء۸ ممر ہے

اور اُس کی کثافت ۸٫۸ گرام فی مکعب سمر ہے۔ اِس کے ساتھ ۲۰ کِلو گرام کا وزن لٹکا دیا گیا ہے۔ یہ تار اگر اپنا بنیادی سُر بجا رہا ہو تو بتاؤ اِس کا تعددِ اِرتعاش کیا ہے۔

۷۔ ایک سُر پہلے پیانو سے پیدا کیا گیا ہے پھر سارنگی سے۔ اور اُس کی دونوں صورتیں ایک دُوسری سے متمایز ہیں۔ بتاؤ وہ کونسی چیز ہے جو سُر کی اِن دو صورتوں کے لئے مابہ الامتیاز بن جاتی ہے۔

۸۔ تنے ہوئے تار کے ارتعاش کا تعدد، تار کے طول، تناؤ پیدا کرنے والی قوت، اور تار کی کسی اَور طبیعی خاصیت پر کس طرح موقوف ہے؟ یہ کُلیات پیانو پر کس طرح جاری ہوتے ہیں؟

۹۔ کسی دوشاخہ کا تعدد ۱۲۸ ہو اور اِس دوشاخہ کے ارتعاشوں کی تعداد فی ساعت کسی دُوسرے دوشاخہ کے ارتعاشوں کی تعداد فی ساعت سے ۳۰۰ کم ہو تو دونوں کو ایک ساتھ بجا دینے سے کتنی ضربیں فی دقیقہ سنائی دینگی؟

۱۰۔ تجربوں سے ثابت کرو کہ کان میں دو سُروں کے موسیقی ابعاد کا جو احساس ہوتا ہے وہ سُروں کے تعددِ ارتعاش کی نسبت پر موقوف ہے اور اُن کے تعددوں کے فرق پر موقوف نہیں۔ اگر ایک سُر کے ارتعاشں کا تعدد ۴۰۰ ہو اور دُوسرے کے ارتعاش کا تعدد ۹۰۰ تو اُس سُر کا تعدد کیا ہوگا جو کان کو اِن دونوں کے بین بین محسوس ہوتا ہے؟

۱۱- دوشاخہ کے امتداد سے کیا مُراد ہے؟ جب تقریباً مساوی امتداد کے دو دوشاخے ایک ساتھ بجا دیئے جاتے ہیں تو کیا سُنائی دیتا ہے؟ تم کس طرح معلوم کروگے کہ ان دونوں میں سے کس کا ارتعاش تیز تر ہے؟

۱۲- تجربہ سے ثابت کرو کہ موسیقی سُر کا تعدد جتنا بڑھ جاتا ہے اُتنا ہی سُر اُونچا ہو جاتا ہے۔

۱۳- گائن سے کیا مُراد ہے؟ کسی دوشاخہ کا تعدد معلوم کرنے کے لئے تم گائن کو کس طرح استعمال کروگے؟

۱۴- تار جب عرضی ارتعاش میں ہوتا ہے تو اُس سے پیدا ہونے والے سُر کے تعدد کو ذیل کی چیزوں سے کیا تعلق ہوتا ہے:—

(ا) تار کا طول

(ب) تار کا تناؤ

۱۵- اِکتارے کی تشریح کرو۔ اِس آلہ کو دو دوشاخوں کے تعددوں کا مقابلہ کرنے کے لئے کس طرح استعمال کرتے ہیں؟

پیانو کے درمیانی س کا تعدد اگر ۲۵۶ ارتعاش فی ثانیہ ہو تو اِس سے اُوپر کے سُر گ کا تعدد کیا ہوگا؟

۱۶- ایک آدمی ریل کی پٹڑی کے پاس کھڑا ہے۔ اُسے معلوم ہوتا ہے کہ انجن جُوں جُوں پرے ہٹتا ہے اُس کی سیٹی کی آواز کا امتداد گھٹتا جاتا ہے۔ اِس نتیجہ کی تم کیا توجیہ کروگے؟

اگر سیٹی کا تعدد ۲۵۶ ارتعاش فی ثانیہ اور انجن کی رفتار' آواز کی رفتار کا $\frac{1}{2}$ ہو تو انجن کے' پاس سے گزر جانے سے پہلے اور پیچھے جو آوازیں اس آدمی کو سنائی دینگی اُن کے تعدد کتنے ہونگے؟

۱۷- مفصل بیان کرو کہ جب دو ایسے دوشاخے ایک ساتھ بجائے جاتے ہیں جو آپس میں کامل طور پر ہمسُر نہیں ہیں تو ضربیں کیونکر پیدا ہوتی ہیں۔

ایک معیاری دوشاخہ ا کا تعدد پورے ۲۵۶ ارتعاش فی ثانیہ ہے۔ جب اس کے ساتھ ایک اور دوشاخہ ب بجایا جاتا ہے تو فی ثانیہ چار ضربیں سنائی دیتی ہیں۔ بتاؤ دوشاخہ ب کا تعدد معلوم کرنے کے لئے اس کے علاوہ اور کس بات کا مشاہدہ ضروری ہے۔

۱۸- ہارمونیم کے ایک سُر اور سارنگی کے ایک تار کو ایک خاص دوشاخہ کے ساتھ ہمسُر کر دیا گیا ہے اور اس پر بھی ہم ان تینوں چیزوں کے سُروں کو ایک دوسرے سے تمیز کر لیتے ہیں۔ بتاؤ یہ تمیز کا احساس کس بات سے پیدا ہوتا ہے۔

۱۹- سُر کی کیفیت سے کیا مراد ہے؟ کیفیت کے اختلاف کو تم کس بات کا نتیجہ قرار دیتے ہو؟

۲۰- شکل بنا کر دکھاؤ کہ تنا ہوا تار کس کس طرح ارتعاش کرتا ہے۔ تنے ہوئے تار سے جو سُر نکلتا ہے وہ کس کس

چیز پر موقوف ہوتا ہے۔

۲۱- کسی دوشاخہ ا کا تعدد پورے ۲۵۶ ارتعاش فی ثانیہ ہے۔ اِس دوشاخہ کے تعدد اور ایک اَور دوشاخہ لا کے تعدد میں پورے ۴ ارتعاش فی ثانیہ کا فرق ہے۔ یہ دونوں دوشاخے ایک ساتھ بجا دیئے جائیں تو کیا سنائی دیگا؟ اِس بات کا تم کس طرح فیصلہ کروگے کہ لا کا تعدد ا کے تعدد سے زیادہ ہے یا کم؟

۲۲- مفصل بیان کرو کہ موسیقی سُر کے "امتداد" اور اُس کی "حِدّت" سے کیا مُراد ہے۔ اور یہ بھی بتاؤ کہ اپنی اپنی جگہ یہ دونوں چیزیں سُر پیدا کرنے والی موجِ آواز کی نوعیت پر کس طرح موقوف ہیں۔

چوتھی فصل

امالی ارتعاش

طبعی اور قسری ارتعاش ——— گمک کی حقیقت کو واضح طور پر سمجھنے کے لئے **آزاد** ارتعاش اور **قسری** ارتعاش میں تمیز کر لینا ضروری ہے۔

ہر سادہ رقّاص جب آزادانہ جھولتا ہے تو اُس کا ایک طبعی وقتِ دوران ہوتا ہے جس کی مقدار رقّاص کے طول پر موقوف ہے۔ لیکن ہر حال میں یہ ضروری نہیں کہ رقّاص کا وقتِ دوران یہی ہو۔ چنانچہ رقّاص کی گولی کو ہاتھ میں لے کر ہم جس شرح سے چاہیں رقّاص کو ارتعاش میں لا سکتے ہیں۔ اِس صورت میں رقّاص کا ارتعاش قسری ارتعاش ہوگا۔

بجتے ہوئے دوشاخہ کو کان کے قریب لا کر ہم اُس کی آواز سُن سکتے ہیں۔ لیکن اگر دوشاخہ اِس طرح رکھا جائے کہ اُس کا دستہ کسی تختہ یا میز کو چھُو رہا ہو تو اِس صورت میں دوشاخہ کی آواز اچھے خاصے فاصلہ تک سُنائی دے سکتی ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ دوشاخہ کا ارتعاش دستہ میں سے ہو کر تختہ تک پہنچتا ہے اور تختہ کو بھی اِسی شرح سے ارتعاش کرنے پر مجبور سا کر دیتا ہے۔ پھر مُرتعش تختہ سے ہوا میں پیدا ہونے والی موجیں دوشاخہ سے پیدا ہونے والی موجوں کے ساتھ مِل جاتی ہیں اور اِس طرح آواز بلند ہو جاتی ہے۔ اِس صورت میں ضرور نہیں کہ تختہ کے ارتعاش کی شرح وُہی ہو جو اُس کی طبعی شرح ہے۔ دُوسرے لفظوں میں یوں سمجھو کہ تختہ قسری ارتعاش کی حالت میں ہے۔

سارنگی سے جو آواز نکلتی ہے وہ بھی بیشتر اُن قسری ارتعاشوں کا نتیجہ ہوتی ہے جو اُس کے کھوکھلے چوبی حصہ میں پیدا ہوتے ہیں۔ اِسی طرح پیانو کے سُربھی بول تختہ کے قسری ارتعاشوں کی وجہ سے اپنی اصلی حالت سے بڑھ کر سنائی دیتے ہیں۔

اِمالی ارتعاش ——— بھارنی

رقّاص یا کسی اور معلق جسم کو متسلسل چھوٹی چھوٹی ٹھوکریں لگا کر اُس میں ہم آزاد ارتعاش پیدا کر سکتے ہیں بشرطیکہ

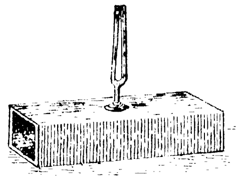
ٹھوکروں کے درمیانی وقفے معلّق جسم کے آزاد ارتعاش کے طبعی وقتِ دَوران سے مطابقت رکھتے ہوں۔ لیکن اگر ٹھوکریں بے قاعدہ ہیں یا غلط تعدد سے پڑتی ہیں تو ممکن ہے کہ ارتعاش پیدا کرنے میں اُن کا اثر بہت کم ہو یا کچھ بھی نہ ہو۔ فوج کے سپاہی قدم ملا کر چلتے ہوئے کسی معلّق پُل پر سے گزرتے ہیں تو کبھی کبھی پُل خوفناک طور پر ارتعاش کرنے لگتا ہے۔ یہ حالت اُس وقت پیدا ہوتی ہے جب سپاہیوں کے قدم کا تعدد پُل کے ارتعاش کے طبعی وقتِ دَوران سے مطابقت کھا جاتا ہے۔ اِس قسم کے خطرہ سے بچنے کے لئے افسر عموماً سپاہیوں کو حکم دیتے ہیں کہ اس قسم کے پُل پر سے گزرتے وقت قدم ملا کر نہ چلیں۔ تختہ کے پُل پر چلنے میں بھی یہی واقعہ پیش آتا ہے۔ یہاں بھی چلنے والوں کے قدم اگر صحیح تال پر پڑ رہے ہوں تو تختہ میں اچھا خاصا ارتعاش پیدا ہو جاتا ہے۔ لیکن اگر چلنے والوں کا قدم تیز یا سُست ہو جائے تو پھر یہ ارتعاش موقوف ہو جاتا ہے۔

تجربہ ۹ ۔ ہمدردانہ ارتعاش :۔

(ا) یکساں امتداد کے دو دوشاخے منتخب کر لو۔ ان میں سے ایک، جیسا کہ شکل ۱۳ میں دکھا گیا ہے "بول بکس" یا گمکئے پر لگا ہوا ہونا چاہیئے۔ "بول بکس" پر رکھے ہوئے دوشاخہ کو سامنے رکھو۔ اور دُوسرے دوشاخہ کو بجا کر ذرا دیر

کے لئے "بول بکس" پر اِس طرح رکھو کہ اُس کا دستہ "بول بکس" کو چھوتا رہے۔ پھر اِسے الگ کر لو اور اِس کے ارتعاش کو روک دو۔ دیکھو "بول بکس" پر لگے ہوئے دوشاخہ نے دُوسرے دوشاخہ کا ارتعاش قبول کر لیا ہے۔ اور وُہی سُر پیدا کر رہا ہے۔

(ب) صوت پیما کے ایک تار کو یہاں تک کھینچو کہ وہ ایک خاص دوشاخہ کے ساتھ ہمسُر ہو جائے۔ پھر دوشاخہ کو مُرتعش کرو اور اُس کے دستہ کو ذرا سی دیر کے لئے صوت پیما پر رکھو۔ دیکھو تار نے ارتعاش لے لیا اور اب اِس سے بھی وُہی سُر نکل رہا ہے۔



شکل ۱۳

(ج) پیانو کے پاس کھڑے ہو کر اپنے مُنہ سے کوئی سُر نکالو اور پھر یک بیک ٹھیر جاؤ۔ پیانو کا جو سُر تمہارے سُر سے ملا ہُوا ہوگا وہ خود بخود بجنے لگیگا۔

اِس بات کو سمجھ لینا کچھ مشکل نہیں کہ کوئی تار کسی سُر کے ساتھ جب ہمسُر ہوتا ہے تو اِس قسم کی امواجِ آواز اُسے کس طرح مُرتعش کر دیتی ہیں۔ فرض کرو کہ موج کی تکلیفط تار سے ٹکرائی ہے۔ یہ ظاہر ہے کہ اِس ٹکر سے تار ذرا سا موج کی سمتِ حرکت کی طرف دب جائیگا۔

پھر جب موج کی ترقیق تار کے پاس سے گزریگی تو تار کے لئے اِس بات کا موقعہ پیدا ہو جائیگا کہ اپنے محلِ سکون پر واپس آکر اِس سے بھی آگے نکل جائے۔ اِس کے بعد جب دُوسری تغلیظ آئیگی تو پھر تار آگے کی طرف دبیگا۔ اِس طرح تار کو ایک تال پر مسلسل دھکّے ملتے رہینگے۔ اور تار تھوڑی ہی دیر میں اچھا خاصا حیطۂ ارتعاش پیدا کر لیگا۔ اِس استدلال سے تم یہ بھی سمجھ سکتے ہو کہ جو تار سُر کے ساتھ ہمسُر نہیں اُس پر آواز کی موجوں کا اِتنا اثر نہیں ہو سکتا۔

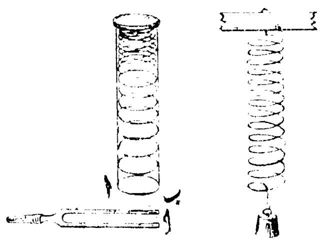
کُنجی کے کُھلے سرے میں ایک خاص انداز سے مُنہ سے ہوا پھونک کر تم نے اکثر آواز پیدا کی ہوگی۔ اِس آواز سے تم سمجھ سکتے ہو کہ ہوا کے اُستوانہ میں ہم ارتعاش پیدا کر سکتے ہیں۔ اور یہ بھی معلوم کر سکتے ہو کہ معیّن طول کا ہوائی اُستوانہ ارتعاش کا ایک معیّن طبعی وقتِ دَوران رکھتا ہے۔

ایک مُرتعش دوشاخہ کو شیشہ کی ایک لمبی اُستوانی کے مُنہ پر لاؤ۔ اور اُستوانی میں آہستہ آہستہ پانی ڈالتے جاؤ کہ ہوائی اُستوانہ کا طول بدلتا جائے۔ جب طول ایک خاص حد پر آ جائیگا تو اُستوانی دوشاخہ کے سُر کے جواب میں بلند آواز کے ساتھ گُونجنے لگیگی۔

ارتعاشی حرکت کے اِس طرح کے نتائج جو ایک جسم

کے اثر سے دُوسرے جسم میں پیدا ہوتے ہیں ان کے لئے **گُمک** کی اصطلاح اختیار کی گئی ہے۔

ہوائی اُستوانوں کے ارتعاش ——— ایک سرے پر سے بند کئے ہوئے ہوائی اُستوانہ میں جن حالات کے ماتحت ہم ارتعاشی کیفیت پیدا کر سکتے ہیں وہ اُن حالات کے مشابہ ہیں جن کے ماتحت ایک سرے پر سے بندھی ہوئی مرغولہ دار کمانی میں ارتعاش پیدا ہوتا ہے۔ مثلاً فرض کرو کہ شکل ۱۴۷ (۲) کی طرح مرغولہ دار کمانی کے ساتھ ایک باٹ لٹکا دیا گیا ہے۔ اِس باٹ کو اگر نیچے سے باقاعدہ طور پر ذرا ذرا سی ٹھوکریں دی جائیں



(۱) (۲)

شکل ۱۴۷

تو کمانی میں اچھا خاصا ارتعاش پیدا ہو سکتا ہے بشرطیکہ

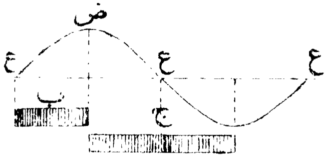
ٹھوکروں کا تعداد کمانی کے ارتعاش کے طبعی وقتِ دَوران کے ساتھ مطابقت رکھتا ہو۔ اِسی طرح جیسا کہ شکل ۱۴ (۱) میں دکھایا گیا ہے جب ہوائی اُستوانہ کے کھلے سرے پر مُرتعش دوشاخہ سے چھوٹی چھوٹی مسلسل ٹھوکریں لگتی ہیں اور دوشاخہ کے ارتعاش کی شرح، ہوائی اُستوانہ کے ارتعاش کے طبعی وقتِ دَوران سے لگّا کھا جاتی ہے تو ہوائی اُستوانہ میں اچھی خاصی ارتعاشی حرکت پیدا ہو جاتی ہے۔ اور دوشاخہ سے پیدا ہونے والی امواجِ آواز، ہوائی اُستوانہ کی پیدا کی ہوئی امواجِ آواز کے ساتھ مِل کر بہت کچھ بڑھ جاتی ہے۔

اِس مشابہت میں یہ بات خاص طور پر نگاہ میں رکھنے کے قابل ہے کہ کمانی کا بندھا ہُوا سرا اور ہوائی اُستوانہ کا بند سِرا ساکن ہے اور دونوں کے دُوسرے سرے حرکتِ اعظم کے مقام ہیں۔

نلی جس کا ایک سِرا بند ہو

بند سرے کی اُستوانی میں کے ہوائی اُستوانہ کے اندر صرف مقیم ارتعاش ہی پیدا ہو سکتا ہے۔ یہ ہوائی اُستوانہ جب اپنے سادہ ترین انداز سے ارتعاش کرتا ہے تو اِس سے پیدا ہونے والے سُر کے طولِ موج اور ہوائی اُستوانہ کے طول کا باہمی تعلق آسانی سے معلوم کرنے کے لئے ہوائی اُستوانہ کا، اُس تنے ہوئے تار سے مقابلہ کرنا چاہیئے جو

مقیم ارتعاش میں ہو۔ تار میں، رُکے ہوئے نقطوں پر عُقدے ہوتے ہیں اور عُقدوں کے عین وسط میں حرکت اعظم کے مقام آتے ہیں جنہیں اضدادِ عُقدہ کہتے ہیں۔ ہوائی اُستوانہ میں بند سرے کے قریب کی ہوا مُرتعش تار کے عُقدہ کی مشابہ ہونی چاہیئے کیونکہ بند سرا حرکت کو روک دیتا ہے۔ لیکن اِس سرے پر تغلیظ و ترقیق کے تیز تیز تواتر کا امکان ضرور ہے۔ کُھلے سرے کی حالت اِس کے برعکس ہے کیونکہ اُس مقام پر ہوا



شکل ۱۵

تیز تیز حرکت کر سکتی ہے۔ لیکن چونکہ یہ ہوا، باہر کی ہوا کی طرف آزادانہ کُھلی ہوئی ہے اِس لئے کثافت میں تغیر کا پیدا ہونا ممکن نہیں۔ دُوسرے لفظوں میں اِس تقریر کو یوں سمجھو کہ :—

بند سِرا کثافت کے عظیم ترین تغیرات

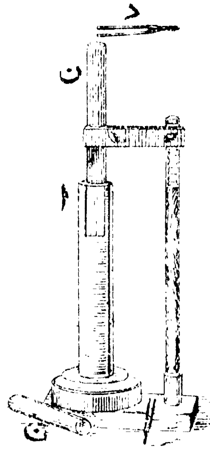
کا مقام ہوگا اور کھلا سرا حرکتِ اعظم کا مقام۔ مُرتعش تار اور مُرتعش ہوائی اُستوانہ کی مشابہت شکل ۱۵ میں دکھا دی گئی ہے۔ تار میں عقدہ ع اور ضدِ عقدہ ض کا درمیانی فاصلہ[1] ایک چوتھائی طولِ موج کا مساوی ہے۔ اِسی طرح ہوائی اُستوانہ ب کا طول اُس سُر کے طولِ موج کی ایک چوتھائی کے برابر ہے جو اِس ہوائی اُستوانہ سے پیدا ہوتا ہے۔

تجربہ ۱۰ ——— ہوائی اُستوانہ کی گمک - تقریباً ۲۰ سم لمبی اور ۳ سم چوڑی کھلے سِروں کی شیشہ کی نلی ن (شکل ۱۶) کو سہارا دے کر اِس طرح انتصاباً کھڑا کرو کہ اُس کا نیچے کا سرا ایک چوڑی اُستوانی ا میں پانی کے اندر ڈوبا رہے۔ پھر اِس کے اُوپر والے سِرے کے اُوپر ایک ایسا مُرتعش دوشاخہ د لاؤ جس کی شرحِ ارتعاش معلوم ہو۔ پھر نلی کے محل کو اِس طرح ترتیب دو کہ آواز کو زیادہ سے زیادہ جتنی تقویت حاصل ہوسکتی ہے وہ حاصل ہو جائے۔ اِس کے بعد نلی ن کی چوٹی سے پانی کی سطح تک کا فاصلہ[1] ناپ لو۔

---

[1] حقیقت میں ضدِ عقدہ کا محل نلی کے سِرے سے ذرا باہر ہے۔ یہ فاصلہ نلی کے قطر پر موقوف ہے۔ نلی کی چوٹی اور پانی کی سطح کے درمیانی فاصلہ میں اگر نلی کے قطر کا ۰.۸ ملا لیا جائے تو اِس سے چوتھائی طولِ موج کا اندازہ زیادہ صحت کے ساتھ ہوسکتا ہے۔

پھر نلی کی ترتیب کو بگاڑ دو اور کم از کم چار دفعہ یہی تجربہ کرو۔ جب یہ کام ختم ہو جائے تو اِن تمام نتائج کا اوسط معلوم کرو۔



شکل ۱۶

یہ ظاہر ہے کہ نلی کی چوٹی اور پانی کی سطح کا درمیانی فاصلہ نلی کے اندر گھرے ہوئے ہوائی اُستوانہ کا طول ہے۔ یہ طول اگر ط ہو تو پیدا ہونے والے سُر کا طولِ موج ۴ ط ہونا چاہیئے۔ فرض کرو کہ دوشاخہ کے ارتعاش کا تعدد ع ہے اور جس کمرے میں تم تجربہ کر رہے ہو اُس کی تپش پر ہوا میں آواز کی رفتار ر ہے۔ پھر جیسا کہ تم پہلے پڑھ چکے ہو

$$ر = ع \times ۴ط$$

اپنے مُشاہدات سے مدد لے کر اِس مساوات سے ر کی قیمت معلوم کرو۔

کمرے کی تپش دیکھ لو اور ذیل کی مساوات سے ر کی نظری قیمت نکالو۔ اِس مساوات میں ت کمرے کی تپش ہے:۔

ر = (۳۳۲۰۰ + ۶۰ ت) سمر

اِسی طرح کے تجربوں سے جس گیس میں تم چاہو آواز کی رفتار معلوم کر سکتے ہو۔ جب بند سرے کی نلی میں گیس کا اُستوانہ کسی سُر کے جواب میں بولنے لگتا ہے تو اِس سُر کا طولِ موج ہوائی اُستوانہ کے طول سے چار گُنا ہوتا ہے۔ فرض کرو کہ دوشاخہ یا کسی اور معیار کے ساتھ مقابلہ کرنے سے اِس سُر کا تعددِ ارتعاش معلوم کر لیا گیا ہے۔ تو اِس تعدد کو مُرتعش اُستوانہ کے چار گُنا طول سے ضرب دے کر ہم گیس میں آواز کی رفتار معلوم کر سکتے ہیں۔

تجربہ ۷۱ کے ضمن میں جو کچھ بیان ہوا ہے اُس سے تم دوشاخہ کا تعددِ ارتعاش بھی معلوم کر سکتے ہو۔ اِس مطلب کے لئے ہوائی اُستوانہ کو تجربہ ۷۱ کی طرح ترتیب دو یہاں تک کہ وہ دوشاخہ کے ساتھ ہمدردانہ ارتعاش کرنے لگے۔ پھر اُستوانہ کا طول ناپ لو۔ فرض کرو کہ یہ طول ۰٫۲۲ میٹر ہے۔ اب اگر ہوائی اُستوانہ کی تپش پر آواز کی رفتار ۳۴۰ میٹر فی ثانیہ مان لی جائے تو

س = ع ط

اِس میں

س = آواز کی رفتار

= ۳۴۰ میٹر فی ثانیہ

ع = دو شاخہ کا تعددِ ارتعاش

اور ط = طولِ موج

= ۴ × ۰٫۲۲

= ۰٫۸۸

لہذا ۳۴۰ = ۰٫۸۸ ع

اور اِس سے ع = $\frac{۳۴۰}{۰٫۸۸}$

= ۳۸۶

کھلے سِروں کی نلی ——— اگر نلی کے دونوں سرے کھلے ہوں تو ظاہر ہے کہ اِس نلی کے اندر گھرے ہوئے اُسطوانہ کے ارتعاش کے وقت نلی کے سِرے ہر حال میں ضدِ عُقدہ ہونگے۔ اور جب بنیادی سُر بجایا جائیگا تو نلی کے وسط میں عُقدہ ہوگا۔ تار کے مقیم ارتعاش کے ساتھ ہوائی اُسطوانہ کے ارتعاش کی جو مشابہت شکل ۱۵ ج میں دکھائی گئی ہے اُس کے رُو سے بنیادی سُر کا طولِ موج' نلی کے دوچند طول کا مساوی ہونا چاہیئے۔ اِس کی تصدیق تم یوں کرسکتے ہو کہ اُسی دو شاخہ کو جو تم نے تجربہ ۱۰ میں استعمال کیا ہے

ایک کھلے سروں کی نلی کے سامنے رکھو اور نلی کا مؤثر طول حاصل کرنے کے لئے کاغذ کا ایک اُستوانہ بنا کر اِس طرح نلی پر چڑھا دو کہ اُسے نیچے اُوپر سرکا لینا ممکن ہو۔ پھر جب نلی کے اندر گھرا ہؤا ہوائی اُستوانہ دوشاخہ کے جواب میں بخوبی بجنے لگے تو اُستوانہ کا طول ناپ لو۔ تم دیکھوگے کہ یہ طول، بند سرے کے ہوائی اُستوانہ کے طول سے دو چند ہے۔

ارگن نلیاں ——— بند اور کھلی نلیوں میں گھرے ہوئے ہوائی اُستوانوں کے ارتعاش کے لئے جو شرائط ہیں وہ ارگن نلیوں پر بھی عائد ہوتے ہیں۔ نَے میں مُہنال کے اندر ایک چھوٹی سی پتّی لگی ہوتی ہے۔ جب ہوا زور کے ساتھ پاس سے گزرتی ہے تو پتّی ارتعاش میں آ جاتی ہے۔ معمولی ارگن نلیوں کا یہ حال نہیں۔ اِن میں تیز تیز آتی ہوئی ہوا لب سے ٹکراتی ہے۔ اور اِس طرح ارتعاش پیدا ہوتے ہیں جنہیں ہوائی اُستوانہ کے ہمدردانہ ارتعاش تقویت دیتے ہیں۔ مُہنال میں یوں تو مختلف طول موج کے بہت سے ارتعاش پیدا ہوتے ہیں لیکن موسیقی سُر پیدا کرنے کے لئے قبولیت اور تقویت صرف اُن ہی ارتعاشوں کو حاصل ہوتی ہے جن کے ساتھ ہوائی اُستوانہ ہمسُر ہوتا ہے۔

جیسا کہ ہم نلیوں کے متعلق بیان کر چکے ہیں

بند سرے کی ارگن نلی سے پیدا ہونے والے بنیادی سُر کا طولِ موج ارگن نلی کے طول سے چار گُنا ہوتا ہے۔ لیکن اگر نلی کے دونوں سرے کھلے ہوں تو اِس صورت میں بنیادی سُر کا طولِ موج نلی کے طول سے دُگنا ہو گا۔

شکل ۱۷۔ ارگن نلیاں

اِس سے ظاہر ہے کہ ارگن نلی کے طول سے ہم اُس کے سُر کا طولِ موج معلوم کر سکتے ہیں۔

یہاں ہم اِس بات سے بحث نہیں کر سکتے کہ ارگن نلی سے پیدا ہونے والے سُر کے امتداد پر نلی کے مادّہ کی نوعیت کا، اور نلی کے قُطر کا بشرطیکہ وہ نلی کے طول کے مقابلہ میں چھوٹا ہو کیا اثر ہوتا ہے۔

ہاں اِس بات کا ذکر البتہ ضروری ہے کہ مُرتعش اُستوانہ کے اندر جُوں جُوں آواز کی رفتار بدلتی ہے اُس کے ساتھ ساتھ سُر کا امتداد بھی بدلتا جاتا ہے۔ آواز کی رفتار کے متعلق تم پڑھ چکے ہو کہ تپش کے بڑھنے اور کثافت کے گھٹنے سے وہ بڑھ جاتی ہے۔ پھر اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ جب ہوائی اُستوانہ کی تپش بڑھیگی یا نلی کے اندر کوئی ہلکی گیس بھری ہوگی تو سُر کا امتداد ضرور بڑھ جائیگا۔

سُر کا امتداد چونکہ تعدد پر موقوف ہے اِس لئے اگر سُر کا تعدد اور سُر پیدا کرنے والی نلی کا طول معلوم ہو تو مساوات

س = ع ط

کو جس میں

س = آواز کی رفتار

ع = تعدد

ط = طولِ موج

ہم ' ہوا کے علاوہ کسی اَور گیس میں آواز کی رفتار' معلوم کرنے کے لئے بھی استعمال کر سکتے ہیں۔ ذیل کی مثالوں سے اِس رشتہ کا طریقِ استعمال بخوبی واضح ہو جائیگا:۔

مثال ۱ ——— ایک کھلے ہوئے سِرے کی ارگن نلی کا طول ۰٫۶۵ میٹر ہے۔ یہ نلی جب بجتی ہے تو اِس سے درمیانی سُر س نکلتا ہے جس کا تعدد ۲۵۶ فی ثانیہ ہے۔

اِن مقدمات سے معلوم کرو کہ نلی کی تپش پر ہوا میں آواز کی رفتار کیا ہے۔

سُر کا طولِ موج ط ۰،۶۵ میتر کا دو چند یعنی ۱،۳۰ میتر ہے۔ لہذا

س = ع ط

= ۲۵۶ × ۱،۳۰

= ۳۳۲،۸ میتر فی ثانیہ

مثال ۲ ــــ ہائیڈروجن (Hydrogen)
گیس میں آواز کی رفتار ۱۲۶۹،۵ میتر فی ثانیہ ہے۔ ایک بند سرے کی ارگن نلی کو جب ہائیڈروجن (Hydrogen) پھونک کر بجاتے ہیں تو اُس سے ۵۱۲ ارتعاش فی ثانیہ کا سُر پیدا ہوتا ہے۔ بتاؤ اِس ارگن نلی کا طول کیا ہے۔

چونکہ

س = ع ط

یا ۱۲۶۹،۵ = ۵۱۲ ط

اِس لئے ط = $\frac{۱۲۶۹،۵}{۵۱۲}$

= ۲،۴۸

بند سرے کی ارگن نلی کا طول = $\frac{ط}{۴}$

لہذا جوابِ مطلوب = $\frac{۲،۴۸}{۴}$

= ۰،۶۲ میتر

سلاخوں کا طولی ارتعاش ــــ جب

کسی سلاخ کا ایک سرا شکنجہ میں کس دیا جاتا ہے اور سلاخ طولی ارتعاش میں لائی جاتی ہے تو تغلیظ کی موج اسی طرح سلاخ کے طول کے رُخ چلتی ہے جس طرح ہوائی اُستوانہ میں چلتی ہے۔ اِس لئے اگر اُس بند ہوائی اُستوانہ کا طول ناپ لیا جائے جو ایک سرے پر سے شکنجہ میں کسی ہوئی مُرتعش سلاخ سے پیدا ہونے والے سُر کے جواب میں بجنے لگتا ہے تو اِس سے ہم معلوم کر سکتے ہیں کہ سلاخ اور ہوا میں آواز کی اضافی رفتاریں کیا ہیں۔ اِسی طرح اگر مختلف مادوں کی سلاخوں سے اتنے طول کاٹ لئے جائیں کہ اُن سے وُہی سُر پیدا ہو جو مقابلہ کے ہوائی اُستوانہ سے پیدا ہوتا ہے تو ہم اِن سلاخوں میں آواز کی رفتار معلوم کر سکتے ہیں۔ کیونکہ اِس صورت میں طولوں کا تناسب وُہی ہوگا جو رفتاروں کا تناسب ہے۔

جب ایک سرے پر سے شکنجہ میں کسی ہوئی سلاخ، طولی ارتعاش میں ہوتی ہے تو حرکتِ اعظم کا نقطہ، یعنی ضدِ عُقدہ، سلاخ کے آزاد سرے پر ہوتا ہے اور تغلیظِ اعظم کا نقطہ، یعنی عُقدہ، شکنجہ میں کسے ہوئے سرے پر۔ پھر اِس سے ظاہر ہے کہ اِس طرح کی سلاخ کے ارتعاش کا، بند سرے کی معمولی نلی میں یا ارگن نلی میں گھری ہوئی، ہوا کے ارتعاش سے مقابلہ کر سکتے ہیں۔ یعنی جس طرح بند سرے کی نلی میں بنیادی سُر کا طولِ موج

نلی کے طول سے چار گنا ہوتا ہے اُسی طرح سلاخ سے پیدا ہونے والے بنیادی سُر کا طولِ موج بھی سلاخ کے طول سے چار گنا ہوگا۔

اِس سے تم سمجھ سکتے ہو کہ جس سلاخ کا وسط شکنجہ میں کَس دیا گیا ہو اُس کا طولی ارتعاش' معمولی کُھلی نلی میں یا کُھلی ارگن نلی میں گھری ہوئی' ہوا کے ارتعاش کا مشابہ ہونا چاہیئے۔ کیونکہ اِس صورت میں سلاخ کے سِرے اضدادِ عُقدہ بن جاتے ہیں۔ پھر اِس سے ظاہر ہے کہ اِس طرح شکنجہ میں کَسی ہوئی سلاخ کے بنیادی سُر کا طولِ موج سلاخ کے طول سے دوچند ہونا چاہیئے۔

تجربہ ۱۱ ——— طولی ارتعاش۔

پیتل کی ایک سلاخ کو وسط پر سے شکنجہ میں رکھ کر ڈھیلا ڈھیلا سا کَس دو۔ اور اُس کے ایک سِرے پر چھوٹی لاکھ کی چھوٹی سی گولی رکھو۔ پھر بیروزہ دار چمڑے سے سلاخ کے دُوسرے سِرے کو رگڑو۔ سلاخ سے سُر پیدا ہوگا۔ اور لاکھ کی گولی اُڑ جائیگی۔

تجربہ ۱۲ ——— امتداد اور طول۔

ایک ہی نوعیت کی لکڑی کی دو لمبی "سلاخیں" لو جن میں سے ایک کا طول دُوسری کے طول سے دوچند ہو۔ اِن دونوں کو وسط پر سے جُدا جُدا شکنجوں میں رکھ کر کَس دو۔ پھر اُنہیں بیروزہ دار چمڑے سے رگڑ کر مُرتعش کرو۔ تم دیکھو گے کہ لمبی

سلاخ، دُوسری سلاخ کے مقابلہ میں ایک سرگم نیچے کا سُر پیدا کر رہی ہے۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ لمبی سلاخ میں موج کو دُگنا فاصلہ طے کرنا پڑتا ہے۔ اِس لئے اُس کے ظہور کا تعدد دُوسری سلاخ کے مقابلہ میں آدھا رہ جاتا ہے۔

تجربہ ۱۳ —— ڈیل[۵۱] (Deal) اور بلوط میں اضافی رفتاریں۔ ڈیل (Deal) اور بلوط کی مساوی طول کی "سلاخیں" لو اور اُنہیں طولی ارتعاش میں لاؤ۔ ڈیل (Deal) کی سلاخ سے، بلوط کی سلاخ کے مقابلہ میں اُوپر کا سُر پیدا ہوگا۔ اِس کی وجہ یہ ہے کہ ڈیل (Deal) میں موجیں زیادہ سُرعت کے ساتھ چلتی ہیں۔ اب بلوط کی سلاخ سے اِتنا حصہ کاٹ کر الگ کر دو کہ دونوں سلاخیں ایک ہی سُر پیدا کرنے لگیں۔ تم دیکھوگے کہ ڈیل (Deal) کی ۷۲ اِنچ لمبی سلاخ سے وہی سُر پیدا ہوتا ہے جو بلوط کی ۴۹ اِنچ لمبی سلاخ پیدا کرتی ہے۔ بناء بریں ڈیل (Deal) اور بلوط میں آواز کی اضافی رفتاریں ۷۲ : ۴۹ ہیں۔

تجربہ ۱۴ —— رفتاروں کی تشخیص۔ اِکتارے کے تار کو اِس طرح مرتب کرو کہ وہ کسی معلوم استداد کے دوشاخہ کے ساتھ ہمسُر ہو جائے۔ پھر تار کا طول ناپ لو۔ اِس کے بعد مہاگنی[۵۲] کی ایک سلاخ کو وسط پر سے شکنجہ میں کس کر طولی ارتعاش میں لاؤ۔ اور اِکتارے کے تار کو اِس کے ساتھ

---

۵۱ ایک قسم کی لکڑی۔

۵۲ ایک قسم کی سخت لکڑی (Mahogany)

ہمسر کرو۔ پھر اِس مُرتعش تار کا سُر ناپو۔ دوشاخہ کا امتداد معلوم ہے۔ اب مہاگنی میں آواز کی رفتار ہم اِس طرح معلوم کرسکتے ہیں: —

معیاری دوشاخہ سَ = ۵۴۳ ارتعاش فی ثانیہ

تار کا طول جو سَ کے ساتھ ہمسر ہے = ۶۰

تار کا طول جو سلاخ کے ساتھ ہمسر ہے = ۲۴

سلاخ کا طول = ۶ فُٹ

اب $\frac{۲۴}{۶۰} = \frac{۵۴۳}{ع}$

لہٰذا تعدد ع = ۱۳۵۷٫۵

اور طولِ موج ط = سلاخ کا دوچند طول

لہٰذا مہاگنی میں آواز کی رفتار = ۱۳۵۷٫۵ × ۶ × ۲

= ۱۶۲۹۰ فُٹ فی ثانیہ

اسی طرح شیشہ، بلوط، اور پیتل میں آواز کی رفتار معلوم کرو۔

چوتھی فصل کی مشقیں

۱۔ ایک دوشاخہ کو جب ۲۲٫۳۵ سمر طول اور ۴ سمر قُطر کی اُستوانی پر رکھتے ہیں تو وہ اُستوانی میں تیز گمک پیدا کردیتا ہے۔ بتاؤ اِس اُستوانی سے پیدا ہونے والے سُر کا طولِ موج

کیا ہے۔ اگر تپش ۱۵°م ہو تو دوشاخہ کے ارتعاش کی شرح کیا ہوگی؟

۲۔ ۱ فٹ لمبی کھلے سروں کی ایک نلی جب اپنا بنیادی سُر پیدا کر رہی ہوتی ہے تو اُس وقت ہوا اِس نلی کے مختلف حصوں میں کس کس طرح حرکت کرتی ہے؟ اگر نلی کی چوڑائی نظر انداز کر دی جائے اور ہوا میں آواز کی رفتار ۱۱۱۲ فٹ فی ثانیہ مان لی جائے تو اِس نلی کے پیدا کئے ہوئے بنیادی سُر کا تعدد کیا ہوگا؟

۳۔ ایک دوشاخہ ۱۰ انچ لمبی اور ۲ انچ قطر کی بند سرے کی ارگن نلی میں گمک پیدا کر دیتا ہے۔ اِس دوشاخہ کا تعدد معلوم کرو۔ تجربہ کے وقت ہوا کی تپش ۵۰°ف ہے۔

۴۔ ایک ایسے تجربہ کی مدد سے جس میں ہوائی اُستوانہ کے اُوپر مُرتعش دوشاخہ رکھا ہو اصطلاح گمک کے مفہوم کی توضیح کرو۔ اور یہ بھی بتاؤ کہ ہوا میں آواز کی رفتار ۱۱۰۰ فٹ فی ثانیہ مان کر اِس تجربہ سے ہم کسی دوشاخہ کا تعددِ ارتعاش کس طرح معلوم کر سکتے ہیں۔

۵۔ کسی گائن کے قرص میں اگر ۳۲ سوراخ ہوں اور قرص فی ثانیہ ۱۰۵۰ گردشیں کرتا ہو تو اِس سے پیدا ہونے والے سُر کا تعدد کیا ہوگا؟ کوئی بند سروں کی ارگن نلی اپنا بنیادی سُر بجاتی ہوئی کسی گائن کے ساتھ ہمسُر ہو تو اِس ارگن نلی کا

طول کیا ہوگا ؟

ہوا میں آواز کی رفتار = ۱۱۲۰ فٹ فی ثانیہ

۶- ہمارے پاس ایک ایسی نلی ہے جسے پانی میں نیچے اُوپر سرکا سکتے ہیں۔ اِس کے مُنہ پر ہم دوشاخہ کی ایک شاخ کا سرا لاتے ہیں۔ جب پانی کی سطح اور نلی کے مُنہ کا درمیانی فاصلہ ایک خاص حد پر پہنچتا ہے تو یوں معلوم ہوتا ہے کہ دوشاخہ کی آواز بلند اور موٹی ہوگئی ہے۔ مفصل بیان کرو کہ تمہارے نزدیک اِس واقعہ کی توجیہ کس طرح ہو سکتی ہے۔ کیا ذیل کی صورتوں میں پانی کی سطح اور نلی کے مُنہ کا درمیانی فاصلہ اِس سے کچھ مختلف ہوگا؟ اپنے جواب کے ساتھ دلائل بھی بیان کرو :—

(ا) ہوا کی تپش بلند ہو جائے۔

(ب) نلی میں ہوا کی بجائے کاربن ڈائی آکسائیڈ (Carbon dioxide) گیس بھر دی جائے۔

۷- شیشہ کی ایک فٹ لمبی اور ایک انچ قطر کی نلی کا ایک سرا بند کر دیا گیا ہے۔ مفصل بیان کرو کہ جب ہوا اِس نلی میں اپنے سادہ ترین انداز سے ارتعاش کر رہی ہوگی تو ہوا کی حرکت کا کیا انداز ہوگا۔

مندرجہ ذیل تغیر اگر امتداد میں کچھ فرق پیدا کر سکتے ہیں تو بتاؤ بند سرے کی نلی میں گھرے ہوئے ہوائی اُستوانہ سے پیدا ہونے والے سُر کے امتداد پر کیا اثر ہوگا :—

(ا) تپش کی ترقی۔
(ب) کرۂ ہوائی کے دباؤ کی زیادتی۔
(ج) نلی کی ہوا کا تبادلہ کسی زیادہ کثیف گیس سے۔

۸۔ تم کس طرح معلوم کروگے کہ کسی دوشاخہ کی شاخ فی ثانیہ کتنے ارتعاش کرتی ہے؟

۹۔ مفصل بیان کرو کہ کھُلے سروں کی ارگن نلی سے پیدا ہونے والے سُر کے تعدد پر تپش کا کیا اثر ہوتا ہے۔ کیا یہ اثر نلی کے مادّہ کی یا نلی میں گھری ہوئی گیس کی نوعیت پر موقوف ہے؟ جواب کے ساتھ دلائل بھی بیان کرو۔

۱۰۔ گرم ملکوں کے لئے جو ارگن باجا بنایا جاتا ہے اُس میں کسی خاص امتداد کا سُر پیدا کرنے کے لئے سرد ملکوں کے مقابلہ میں نلی کو زیادہ لمبا رکھنا پڑتا ہے۔ بتاؤ اِس کی کیا وجہ ہے۔

۱۱۔ تم کس طرح ثابت کروگے کہ مساوی تپش پر ہوا اور کاربن ڈائی آکسائیڈ (Carbon dioxide) میں آواز کی رفتار مساوی نہیں ہوتی؟

۱۲۔ گمک سے کیا مُراد ہے؟ دو ایسی تصویریں بناؤ جن سے یہ معلوم ہو کہ گمک سے آواز کے تجربوں میں کیا کام لیا جاتا ہے۔

۱۳۔ بند سرے کی نلی میں ٹھہرے ہوئے ایک ہوائی اُستوانہ نے جب کسی مُرتعش دوشاخہ کے جواب میں اپنی انتہائی گمک پیدا کی تو معلوم ہوا کہ اُستوانہ کا طول ۵ء۳۲ سمر ہے۔

بتاؤ اِس دوشاخہ سے پیدا ہونے والے سُر کا طولِ موج کیا ہے۔

۱۴۔ گمک پیدا کرنے والی نلی اور معلوم امتداد کے دوشاخہ کی مدد سے ہوا میں آواز کی رفتار معلوم کرنے کا قاعدہ بیان کرو۔

اِس نلی کے "کھلے سرے" کی وجہ سے نتیجہ کی جو تصحیح کرنا پڑتی ہے اُس تصحیح کی مقدار تجربتہً تم کس طرح معلوم کروگے؟

۱۵۔ تمہیں ایک معلوم تعدد کا دوشاخہ' ایک گہری گیسی اُستوانی' اور ایک میٹری پیمانہ دے دیا گیا ہے۔ اِن چیزوں کی مدد سے تم کس طرح معلوم کروگے کہ ہوا میں آواز کی رفتار کیا ہے؟

یہ تجربہ آواز کے کون سے اصول پر مبنی ہے؟

۱۶۔ پیانو کے تاروں کے سامنے کھڑے ہو کر جب تم اپنے مُنہ سے کوئی سُر پیدا کرتے ہو تو کیا ہوتا ہے؟ اِس واقعہ کی توجیہ بھی بیان کرو۔

۱۷۔ دوشاخہ کا تعدد تم کس طرح معلوم کروگے؟

۱۸۔ اِس بات کو تم کس طرح ثابت کروگے کہ ہوا میں اور کاربن ڈائی آکسائیڈ (Carbon dioxide) میں آواز کی رفتار مختلف ہے۔

مفصل بیان کرو کہ اگر ہوا میں آواز کی رفتار معلوم ہو تو تخمینی طور پر تم کسی چٹان سے اپنا فاصلہ کس طرح معلوم کروگے۔

۱۹۔ مُرتعش دوشاخہ کا دستہ کسی چوبی تختہ سے چھُوتا ہُوا رکھتے ہیں تو آواز کیوں اِس قدر قوی ہو جاتی ہے؟ کیا دوشاخہ کی حِدتِ ارتعاش پر بھی اِس واقعہ کا کچھ اثر پڑتا ہے؟

۲۰۔ اگر تمہیں ایک نا معلوم امتداد کا دوشاخہ اور اِس کے ساتھ اَور ضروری سامان دے دیا جائے تو تم ہوا میں آواز کی رفتار کس طرح معلوم کروگے؟

۲۱۔ کوئی ٹھوس چیز سلاخ کی شکل میں مِل سکتی ہو تو تم کس طرح معلوم کروگے کہ اِس میں آواز کی رفتار کیا ہے؟

جوابات

پہلی فصل (صفحہ ۲۴)

۲- ۱۵ فٹ، ۲٫۵ فٹ فی ثانیہ
۵- ۴ گُنا
۸- ۱۱۰۴ فُٹ فی ثانیہ

دُوسری فصل (صفحہ ۳۸)

۳- گولی، ۳۱٫۰ ثانیہ
۵- (ب) ۴ : ۹

تیسری فصل (صفحہ ۶۴)

۱- ۲۹۲٫۶
۲- ۴ پونڈ

۳- سرے سے اِس کی لمبائی کے $\frac{1}{4}$ کی دُوری پر۔

۴- ۲۵۹

۶- ۴۶٫۸

۹- ۵

۱۰- ۶۰۰

۱۶- ۲۶۹٫۵ اور ۲۴۳٫۸

چوتھی فصل (صفحہ ۸۸)

۱- تقریباً ۳۶۰

۲- ۵۵۸

۳- ۳۰۷٫۸

۵- ۶٬۵۶۰ اِنچ

فہرست اصطلاحات

آواز

اُردو	انگریزی

A

دھ (دھا)	A
عاد	Aliquot parts
حیطۂ ارتعاش	Amplitude
ضدِ عُقدہ	Antinode

اُردو	انگریزی

B

اُردو	انگریزی
ن (نی)	B
ضرب	Beat
گھوڑی	Bridge

C

اُردو	انگریزی
س (سا)	C
سؔ	Ć
اتصال	Cohesion
تکثیف ـ تغلیظ	Compression
مقعّر	Concave
متحدالمرکز	Concentric
کارنٹ	Cornet
اَوج	Crest

انگریزی	اُردو

D

D	ر (رے)
Deal	ڈِیل (ایک قسم کی لکڑی)
Denominator	نسب نما
Density	کثافت
Dial (of a siren etc.)	ڈائل
Diameter	قُطر
Disc siren	قُرصدار گائن
Displacement curve	مُنحنیِ انتقال
Dominant chord	میل تان
Drum of the ear	سماخِ گوش
Dyne	ڈائین

E

E	گ (گا)

اُردو	انگریزی
گُونج	Echo
لچکدار جسم	Elastic body
لچک	Elasticity
شکلِ ناقص	Ellipse
مساوات	Equation
ایتھر	Ether
دھماکا	Explosion

F

اُردو	انگریزی
م (ما)	F
لچکدار ڈوری یا تانت	Flexible cord
نقطۂ ماسکہ	Focus
قسری ارتعاش	Forced vibration
ضابطہ	Formula
آزاد ارتعاش	Free vibration
تعدد	Frequency
بنیادی سُر	Fundamental note

انگریزی	اردو
G	
G	پ (پا)
Generating circle	تکوینی دائرہ
H	
Harmonic	ہارمونک
Harsh	کرخت
Highest note	بلند ترین سُر
Hollow	حضیض
I	
Induced vibration	اِمالی ارتعاش
Inertia	جمود

اُردو	انگریزی
حِدّت	Intensity
بُعد	Interval
ہمسُر	In unison
معکوس تناسب	Inverse ratio
مساوی الوقت	Isochronous

J

نوکدار نلی	Jet

K

کُنجی	Key
کھرج	Key-note
کِلوگرام	Kilogram

اُردو	انگریزی
L	
کُلیہ	Law
بجلی کی چمک	Lightning flash
لب	Lip
طولی موجی حرکت	Longitudinal wave motion
طولی موجیں	Longitudinal waves
حلقہ	Loop
بلندی	Loudness
پست ترین سُر	Lowest note
M	
مہاگنی (ایک قسم کی لکڑی)	Mahogany
چڑھتی تان	Major chord
میجر ڈائیا ٹونک اسکیل[1]	Major diatonic scale

[1] کمیٹی وضع اصطلاحات نے اِس اصطلاح کا ترجمہ کرنا مناسب نہیں سمجھا۔

اردو	انگریزی
میجر تھرڈ[۱]	Major third
رفتارِ اعظم	Maximum velocity
واسطہ	Medium
مائینر تھرڈ[۱]	Minor third
اِکتارا	Monochord (sonometer)
مُہنال	Mouth piece
متحرک گھوڑی	Moveable bridge
مضاعف انعکاس	Multiple reflection
موسیقی ابعاد	Musical intervals
موسیقی سُر	Musical note
موسیقی آواز	Musical sound
باہمی تناقض	Mutual interference

N

اردو	انگریزی
طبعی ارتعاش	Natural vibration
عُقدہ	Node

[۱] کمیٹی وضعِ اصطلاحات نے اِس اصطلاح کا ترجمہ کرنا مناسب نہیں سمجھا۔

اُردو	انگریزی
شور	Noise
شمارکنندہ	Numerator

O

اُردو	انگریزی
بلوط	Oak
سرگم	Octave
ارگن	Organ
ارگن نلی	Organ pipe
اوور ٹون[1]	Overtone

P

اُردو	انگریزی
رقّاص	Pendulum
وقتِ دوران	Period
ہیئت	Phase

[1] کمیٹی وضعِ اصطلاحات نے اِس اصطلاح کا ترجمہ کرنا مناسب نہیں سمجھا۔

انگریزی	اردو
Pionoforte	پیانو
Pitch	امتداد
Pith-ball	(سرکنڈے کے) گودے کی گولی
Principle	اصول
Prong	شاخ
Pulse	دھکّا
Pure note	خالص سُر

Q

Quality or timber	کیفیت

R

Rarefaction	تلطیف ۔ ترقیق
Reciever	قرنا
Reed pipe	نے

اُردو	انگریزی
سطحِ عاکس	Reflecting surface
آواز کا انعکاس	Reflection of sound
گُمک	Resonance
گُمکیا	Resonator
راکب	Rider
قطار	Row

S

اُردو	انگریزی
سَوارٹ کا چرخ	Savart's wheel
سپتک	Scale
قطعہ۔ حصہ	Segment
سادہ موسیقی حرکت	Simple Harmonic Motion (S. H. M.)
دُھندلے شیشہ پر ترسیم	Smoked-glass record
نرم	Soft
صَوت پیما	Sonometer (Monochord)
بول تختہ	Sounding board
بول بکس	Sounding box
موجِ آواز	Sound wave

انگریزی	اُردو
Speaking-tube	بات کرنے کی نلی
Spherical envelope	کُروی غلاف
Spiral spring	مرغولہ دار کمانی
Square root	جذر
Sequence of waves	موجوں کا تواتر
Stationary vibration	مقیم ارتعاش
Strain	فساد
Stress	زور
Stretching force	تناؤ پیدا کرنے والی قوت
Style	قلم
Sub-dominant chord	اُترتی تان
Sympathetic vibration	ہمدردانہ ارتعاش

T

Tension	تناؤ
Tone	سُرتی
Tongue (of a reedpipe)	پتّی
Toothed wheel	دندانہ دار چرخ

انگریزی	اردو
Transverse wave motion	عرضی موجی حرکت
Tune	نغمہ
Tuning fork	دوشاخہ

U

Uniform velocity	ہموار رفتار
Unmusical	غیر موسیقی

V

Vibrating body	مرتعش جسم
Vibrating string	مرتعش تار
Vibration-frequency	تعدد ارتعاش
Vibratory motion	ارتعاشی حرکت
Violin	سارنگی
Voltaic cell	وولٹائی خانہ
Volume elasticity	حجمی لچک

اُردو	انگریزی
	W
مَوجی مُنحنی	Wave curve
طولِ موج	Wave length
موجی حرکت	Wave motion
گھوم چکر	Whirling circle

اغلاط نامہ

صفحہ	سطر	غلط	صحیح
٣٠	١١	کیس	گیس
٣٨	١٩	٢٦٣	٢٦٢
٤٣	٤	کھٹتا	گھٹتا
٤٦	٢١	قطار	قطار
٥١	١٦	٦٦ و ٤٢٦	٦، ٤٢٦
٥٧	٩	بیچ	بچ
٦١	١٠	ضِد عُقدہ	ضِد عُقدہ
٨٦	١٢	ڈھیلا ڈھیلا	ڈِھیلا ڈِھیلا
٩٣	٣	توی	قوی