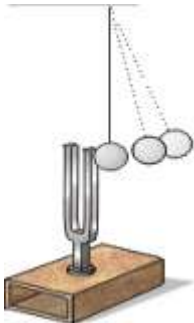


1. Джерела звуку

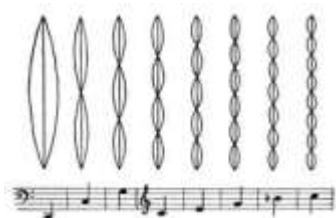
Ми всі живемо у світі звуків. Цей світ необхідний нам для нормального розвитку й існування. Звуки, які ми чуємо, повідомляють про те, що відбувається навколо нас, навіть якщо ми не бачимо джерела звуку. Наприклад, ми чуємо телефонний дзвінок, гуркіт автомобілів або шум дощу. Нас оточує багато предметів, здатних видавати звуки, наприклад, музичні інструменти: скрипка, гітара, віолончель, флейта, сопілка...



Виконаємо дослід, що підтверджує, що джерелами звуку дійсно є тіла, що коливаються. Скористаємося фізичним приладом, що називають камертоном. Повільно присунемо камертон, що звучить, до тенісної кульки, що висить на нитці. Як тільки вони зіткнуться, кулька відразу ж, начебто від сильного поштовху, відскочить убік. Так відбувається саме через часті коливання ніжок камертона.



Якщо піднести до струни, що звучить, кульку для гри в настільний теніс, то кулька, торкнувшись струни, відскакує убік. Дослід свідчить про те, що струна, яка звучить, коливається, тобто звук виникає під час коливання струни.



Таким чином, поставлені нами досліді дозволяють зробити висновок, що

- джерелами звуків є тіла, що коливаються.

2. Поширення звуку

Під скляний ковпак помістимо на поролоновій подушці годинники-будильник. Будемо викачувати повітря з-під ковпака. Ми помітимо, що звук, який видає будильник, стає дедалі тихішим, і, нарешті, ми взагалі перестаємо чути звук.

Цей дослід доводить, що

- для поширення звуку необхідне середовище.

Середовище може бути різним: повітря, вода, скло, земля. Головне, щоб середовище, у якому поширюється звук, проявляло пружність під час зміни форми або об'єму.



3. Хвилі

Чи спостерігали ви коли-небудь, як у ясний день колишеться поле зі спілим колоссям пшениці? Це дивовижне видовище! Далеко перед вами, куди сягає око, розстеляється жовта гладь, ніби зроблена з важкої оксамитої тканини. Але варто подути легкому вітерцю, як вигляд поля змінюється: воно скидає із себе важкий оксамит й одягається в найтонший серпанок, що тріпоче на вітру.

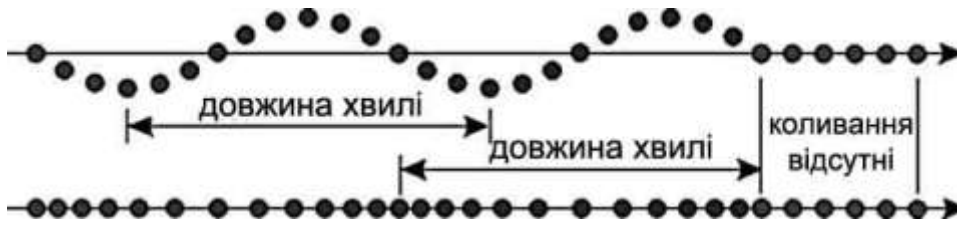


У цей момент нам здається, що по золотавій гладі раз у раз пробігають тіні — одна за одною. Але звідки їм узятися в ясний день? Розгадка проста: це подув вітру пригинає колосся, змушує їх схилятися до землі. Як же виходить, що «тіні» біжать по полю, тобто рухаються, адже кожен колосок росте на тому самому місці? Виявляється, по полю рухаються не саме колосся, а місця або області, де колосся відхилені від вертикалі однаково або майже однаково.

- *Хвилею називається процес поширення у просторі і з часом коливань.*

Механічні хвилі бувають поперечними й поздовжніми.

На першому рисунку ви бачите поперечну хвилю, а на другому — поздовжню. Обидві вони «біжать» вправо. Однак частинки середовища на першому рисунку коливаються вниз-вгору, а на другому — вліво-вправо. Інакше кажучи, коливання частинок поперечної хвилі відбуваються перпендикулярно (поперек) до напрямку поширення хвилі, а коливання часток поздовжньої хвилі — уздовж цього напрямку.



Поздовжні хвилі — це періодичні згущення й розрідження середовища. Тому такі хвилі можуть існувати в будь-яких тілах — твердих, рідких, газоподібних. Поперечні хвилі можуть існувати лише у твердих тілах. Це пояснюється тим, що для поширення такої хвилі необхідно «тверде» розташування частинок середовища, щоб між ними могли виникати сили, які б повертали частинки у вихідне положення.

4. Швидкість звуку

У різних середовищах звукові хвилі рухаються з різною швидкістю, що і називають швидкістю звуку в даному середовищі.

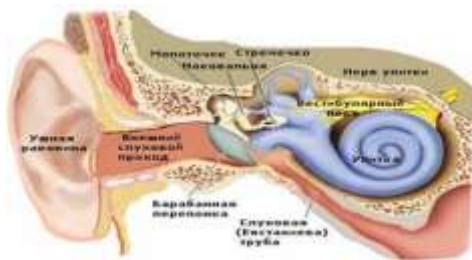
Наприклад, швидкість звуку в повітрі 340 м/с, а у воді — 1500 м/с, у склі — 4500 м/с. Це пов'язане з тим, що агрегатний стан, густина, температура, молекулярна будова різних речовин є різною. З ростом температури швидкість звуку зростає.

Скорість звука в різних середовищах

| Газы | с, м/с | Жидкости | с, м/с | Твердые материалы | с, м/с |
|-------------------|--------|------------------|--------|-------------------|-----------|
| Водород | 1310 | Ацетон | 1190 | Алюминий | 5200 |
| Гелий | 1005 | Этиловый спирт | 1150 | Сталь | 5100 |
| Кислород | 326 | Метиловый спирт | 1120 | Никель | 4800 |
| Азот | 337 | Бензин | 1190 | Медь | 3700 |
| Углекислый газ | 268 | Глицерин | 1950 | Дерево | 2000-3000 |
| Воздух | 344 | Вода | 1495 | Пробка | 500 |
| Водяной пар 130°C | 450 | дистиллированная | | Резина | 70 |

5. Приймачі звуку

Найважливішим для нас приймачем звуку є, звичайно, вухо. На рисунку схематично зображена будова вуха.



Звукова хвиля, потрапляючи на барабанну перетинку, спричиняє її коливання. Ці коливання через мініатюрні кісточки, що називаються молоточком і ковадлом, передаються в наповнений рідиною завиток, названий равликком. У рідині виникають хвилі, які впливають на чутливі клітинки, де народжуються нервові імпульси, що йдуть у мозок. Саме ці імпульси й сприймаються мозком як звук.

Вухо є надзвичайно чутливим інструментом: воно здатне сприймати звуки, що відрізняються за інтенсивністю в 1014 разів. Сааме в стільки разів відрізняється інтенсивність тихого шепоту від інтенсивності звуку відбійного молотка або рок-концерту. Наше вухо сприймає у вигляді звуку коливання, частота яких лежить у межах від 16 до 20 000 Гц. Зазначені границі звукового діапазону умовні, тому що залежать від віку людей й індивідуальних особливостей їх слухового апарата. Зазвичай верхня частотна границя звуків, що сприймаються, з віком значно знижується — деякі люди похилого віку можуть чути звуки із частотами, що не перевищують 6000 Гц.

Вухо є природним приймачем звуку, однак створені й штучні приймачі звуку. Найбільш широко використовуються різні мікрофони. Вони перетворюють звукові коливання на коливання електричного струму, завдяки чому з'явилася можливість записувати звук і передавати його на великі відстані.



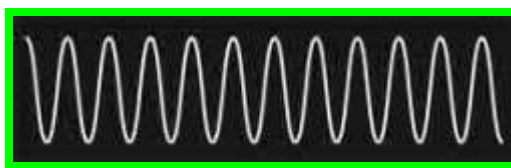
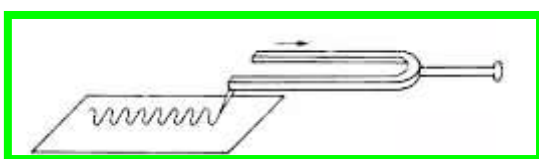
6. Гучність звуку

Звук, створюваний одним джерелом, відрізняється від звуку, створюваного іншим. Наприклад, кожна зі струн гітари видає звук, що відрізняється від звуку, який видається іншими струнами.

Дві, здавалося б, зовсім однакові скрипки можуть звучати по-різному. При цьому звук скрипки не можна сплутати зі звуком гобоя, звук барабана — зі звуком тромбона. Ті самі звуки, створені різними людьми, відрізняються одне від одного.

Все це свідчить про необхідність увести характеристики, за допомогою яких можна було б оцінювати випромінювання й сприйняття звуку.

Ударимо молоточком по ніжці камертона із прикріпленим до неї вістря і проведемо ним по закопченому склу. Ми побачимо знайомий хвилеподібний слід, зображений на рисунку.

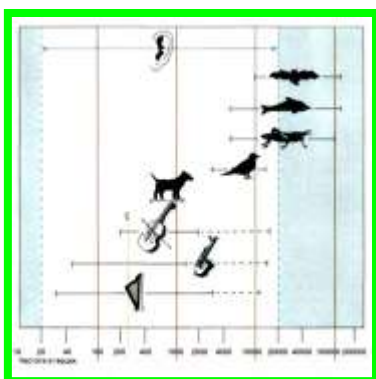


Ударивши по вітці камертона сильніше, ми почуємо більше голосний звук, а вістря на пластинці залишить слід, що відрізняється від першого більшим «розмахом», тобто більшою амплітудою коливань. Отже,

- **гучність звуку** визначається амплітудою коливань тіла, що звучить.



Звичайно, чим більше амплітуда звукових коливань, тим звук здається більш голосним, але гучність для звуків різних частот буде різною. Людське вухо погано сприймає звуки низьких частот (близько 20 Гц) і високих (близько 20 кгц) частот і значно краще — звуки середніх частот (від 300 Гц до 3000 Гц). Це пояснюється будовою органів слуху людини.

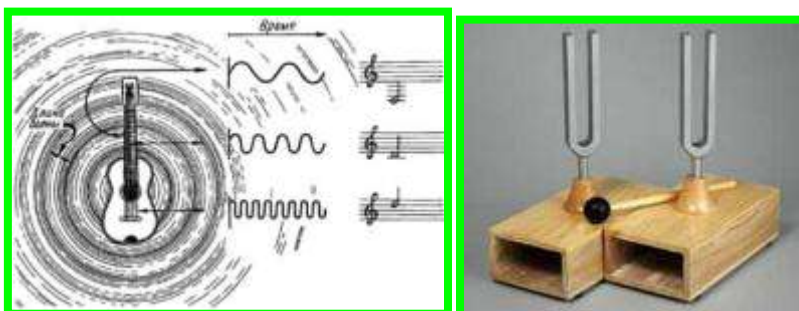


7. Висота звуку

Якщо спеціальним гумовим молоточком ударити по «ніжках» камертона, то він буде видавати звук, що називається *музичним тоном*.

Ми добре знаємо, що звук буває високий і низький. Як відомо, бас співає низьким голосом, а тенор — високим. Від якої ж характеристики звукової хвилі залежить висота звуку? Досліди показують, що

- **висота звуку** визначається частотою звукової хвилі: чим більше частота хвилі, тим звук вищий.



Частота звукових коливань, створюваних музичними інструментами, може змінюватися від 20 до 4000 Гц. Писк комара відповідає 500–600 змахам його крилець за секунду, дзижчання джмеля — 220 змахам. Коливання голосових зв'язок співаків можуть створювати звуки в діапазоні від 80 до 1400 Гц, хоча в експерименті фіксувалися рекордно низька (44 Гц) і висока (2350 Гц) частоти. У телефоні для відтворення людського мовлення використовується область частот від 300 до 2000 Гц.

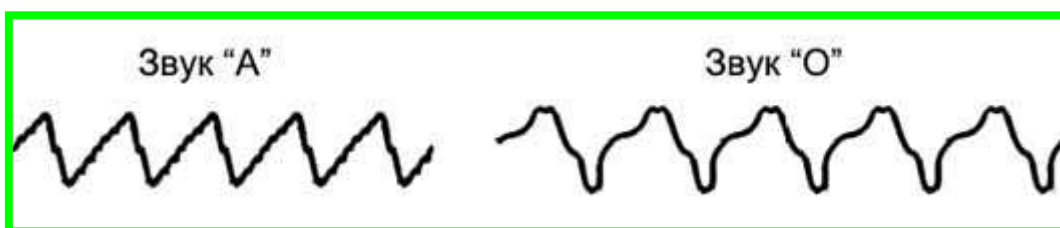
8. Тембр звуку

Звуки однакової висоти й гучності, створювані різними музичними інструментами, звучать по-різному, навіть та сама нота, узятая різними співаками, звучить по-різному. Особлива якість звуку — його забарвлення, характерне для кожного голосу або музичного інструменту, — називають *тембром*. Тембр пов'язаний зі специфічними властивостями джерела звуку.

Від чого ж залежить тембр звуку? Виявляється, що будь-яке джерело звуку (за незначних винятків, наприклад, камертона) здійснює складні несинусоїдальні коливання. Їх можна спостерігати за допомогою осцилографа. Якщо підключити мікрофон і проспівати яку-небудь мелодію, то на екрані осцилографа з'явиться не синусоїда, а складніша крива.

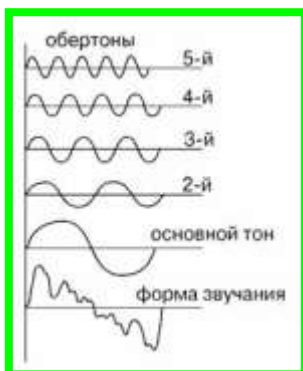


На рисунку показані графіки коливань повітря біля рота людини, що співає звуки «А» й «О». Зверніть увагу, що коливання повітря (і голосових зв'язок людини) є досить складними, оскільки складаються ніби з декількох коливань, що накладаються одне на одне.



Несинусоїдальне коливання може бути представлене у вигляді суми гармонічних коливань із різними частотами. Коливання з найменшою частотою називається *основним тоном*, а коливання з більш високою частотою називається *обертном*, або *гармонікою*.

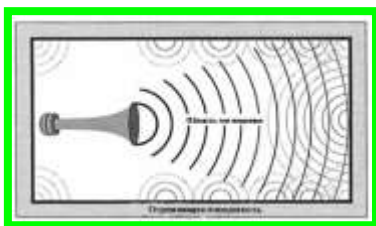
- **Тембр звуку** визначає його забарвлення. Він визначається наявністю й інтенсивністю обертонів — частот, кратних основній.



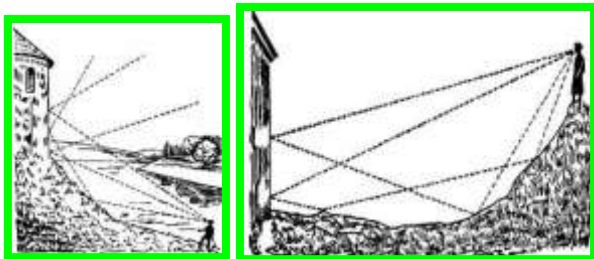
Саме завдяки тембру звуки різних музичних інструментів мають різне звучання. Чим більше обертонів, тим «насиченіше», гарніше звук. Чарівний срібlistий відтінок голосів гарних співаків обумовлений саме високими обертонами.

9. Відбиття звуку

Звук, поширюючись у якому-небудь середовищі, доходить до перешкоди й майже повністю відбивається. У цьому можна переконатися на багатьох дослідах. У лісі, горах, іноді в приміщеннях нам доводилося чути луну. Луна — результат *відбиття* звуку: звукові хвилі відбиваються від різних перешкод, навіть від хмар. Іноді можна почути навіть багаторазову луну — результат декількох відбиттів. Ці й інші досліди з механічними хвилями дозволяють сформулювати узагальнення: механічні хвилі будь-якого походження мають здатність відбиватися від границі розділу двох середовищ.



Відбиття звуку відбувається за таким самим законом, що й відбиття світла: *кут відбиття дорівнює куту падіння*.



10. Нечутні звуки

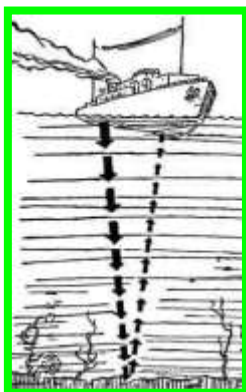
Звук, що сприймається або чується вухом людини, має частоти в діапазоні 20–20 000 Гц. Звукові хвилі з нижчими частотами називають *інфразвуком*, а з вищими — *ультразвуком*. Інфразвук викликають, наприклад, землетруси й вібрація важких механізмів, автомобілів, тракторів і побутових приладів. Наприклад, сільськогосподарські трактори й вантажівки мають максимальні вібрації в діапазоні 1,5–3,5 Гц, гусеничні трактори — близько 5 Гц. Музичний орган так само може випромінювати інфразвук. Усілякі вибухи й обвали також можуть випромінювати звуки інфрачервоних частот.



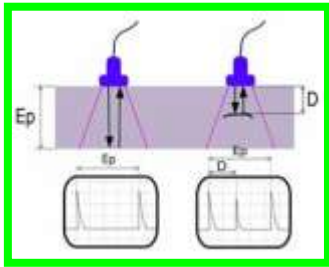
Механізм сприйняття інфразвуку і його фізіологічної дії на людину поки повністю не встановлений. Такі звуки не чутні, проте вони чинять негативну дію на організм людини: з'являється підвищена нервозність, почуття страху, приступи нудоти. Іноді з носа й вух іде кров.

Чутливі приймачі ультразвуку показали, що він входить до складу шуму вітру й водоспадів, до складу звуків, випромінюваних деякими тваринами. Ультразвукові хвилі можна одержати за допомогою спеціальних високочастотних випромінювачів. Вузький паралельний пучок ультразвукових хвиль у процесі поширення дуже мало розширюється. Завдяки цьому ультразвукову хвилю можна випромінювати в заданому напрямку.

Ультразвук сьогодні широко застосовують у різних галузях. Наприклад, з його допомогою вимірюють глибину моря. З судна посилають ультразвуковий сигнал і визначають проміжок часу, що пройшов до моменту приходу сигналу, відбитого від дна. Знаючи швидкість звуку у воді, можна визначити відстань до дна. Прилад для вимірювання глибини дна називають *ехолотом*.



За допомогою ультразвуку «просвічують» металеві вироби для виявлення в них прихованих дефектів — сторонніх включень, тріщин або порожнин.



Ультразвук широко використовують й у медицині — як для обстеження хворого, так і для його лікування. Лікування ультразвуком засноване на тому, що він зумовлює внутрішній розігрів тканин організму.

