

## ТЕМА 4. МЕХАНІЧНІ КОЛИВАННЯ ТА ХВИЛІ

## Лекція № 17.

**Тема:** Коливальний рух. Рівняння гармонічних коливань.

План

1. Види механічних коливань.
2. Умови виникнення вільних коливань.

Структура заняття.

**1. Мотивація навчальної діяльності. Формування мети та основних завдань.**

Коливання – один з найпоширеніших видів руху в природі й техніці. Коливаються дерева в лісі, пшениця в полі, струни музичних інструментів, мембрана телефону. Коливаються площини й фюзеляж літака, кузов автомобіля, поршні двигуна. Коливальні рухи відбуваються й у житті нашої планети (землетруси, припливи й відливи), і в астрономічних явищах. З коливаннями ми зустрічаємось і в живій природі: биття серця, рух голосових зв'язок тощо.

Ми будемо вивчати механічні й електромагнітні коливання.

**2. Засвоєння нових знань.**

**Механічними коливаннями** називаються такі рухи тіл, при здійсненні яких через рівні інтервали часу координати тіла, що рухається, його швидкість і прискорення набувають вихідних значень.

Системи, що здатні здійснювати коливання, називаються **коливальними**.

Існують два види коливальних рухів: **вільні та вимушені**.

**Вільні коливання** – це коливання, які відбуваються в механічній системі під дією внутрішніх сил системи після короткочасного впливу зовнішньої сили. Вони відбуваються тільки за рахунок початкового запасу енергії, наданого системі.

**?? Наведіть приклади вільних коливань.** (коливання маятника, тягарця на нитці, тягарця на пружині, тощо).

**Вимушені коливання** виникають в системі під дією зовнішніх періодичних сил.

**?? Наведіть приклади вимушених коливань.**

У разі відхилення системи від положення стійкої рівноваги рівнодійна всіх сил, прикладених до тіла, прагне повернути систему в початкове положення. Ця рівнодійна називається **повертальною силою**. Однак, повертаючись у положення рівноваги, система внаслідок інерції проскакує його. Після цього виникає повертальна сила, напрямлена тепер у протилежний бік, так і виникають коливання.

Щоб коливання продовжувалися тривалий час, необхідно, щоб сили тертя або сили опору були достатньо малими.

Умови існування вільних коливань:

1. Система повинна перебувати біля положення стійкої рівноваги.
2. Сили тертя (опору) повинні бути достатньо малими.

**Гармонічні коливання.**

Розглянемо гармонічні коливання на прикладі механічних коливань. Коливання, при яких зміщення залежить від часу за законом косинуса (синуса), називаються **гармонічними**:  
 $x = X_{\max} \sin(\omega \cdot t + \varphi)$ , або  $x = X_{\max} \cos(\omega \cdot t + \varphi)$

$X_{\max}$  – **амплітуда коливань** – максимальне значення зміщення тіла від положення рівноваги під час гармонічних коливань.

$x$  – миттєве значення зміщення.

**Періодом гармонічного коливання**  $T$  називається час одного повного коливання (проміжок часу, через який рух повністю повторюється).

Кількість повних коливань  $\nu$ , які здійснює тіло за 1 с, називається **частотою коливань**.

$$\nu = \frac{1}{T}; \quad T = \frac{1}{\nu}. \quad [T]=1\text{с}; [\nu]=1/\text{с}=1 \text{ Гц}$$

$\omega$  – **циклічна частота коливань** – кількість повних коливань, які здійснює тіло за  $2\pi$  секунд

$$[\omega] = \text{рад/с} = 1/\text{с}$$

$\omega t$  – **фаза коливань** – кутова величина, що показує долю періоду ( в градусах, або в радіанах), що пройшла від початку коливання.

$$\omega = 2\pi\nu \qquad \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$\varphi$  – початкова фаза

**Швидкість гармонійних коливань** – перша похідна від координати:

Якщо  $x = X_{\max} \sin(\omega \cdot t)$ , то  $v = x_t' = X_{\max} \omega \cdot \sin(\omega \cdot t + \frac{\pi}{2})$ .

Звідки,  $v_{\max} = x_{\max} \omega$

**Прискорення гармонійних коливань** – перша похідна від швидкості, або друга похідна від координати:

$a = v_t' = X_t''$ ;  $a = X_{\max} \omega^2 \sin(\omega \cdot t + \pi) = -X_{\max} \omega^2 \sin(\omega \cdot t)$ . Звідки,  $a_{\max} = -\omega^2 x$ .

Сила, що зумовила гармонійні коливання, прямо пропорційна зміщенню тіла та спрямована протилежно ньому:  $F_x = ma = -m\omega^2 x$

### 3. Узагальнення та систематизація знань.

- Які особливості мають сили, що викликають коливальний рух?
- Наведіть приклади гармонічних коливань.
- Які величини, що характеризують коливальний рух, змінюються періодично?
- Під час коливань тягарець, підвішений на нитці, проходить через положення рівноваги з інтервалом 0,5 с. Чому дорівнює період коливань?

### 4. Розв'язання задач.

**Середній рівень:**

№ 1.

Тіло за 10 с зробило 50 коливань. Чому дорівнює період та частота коливань?

**Достатній рівень:**

№ 2.

Напишіть рівняння гармонічного коливання, якщо його амплітуда 0,5м, а частота 25Гц. Коливання відбуваються за законом косинуса.

№ 3.

Коливання тягарця на пружині задається рівнянням  $x = 0,1 \sin 0,56\pi t$ . Визначте амплітуду, період, колову частоту й частоту коливань. Запишіть рівняння коливань швидкості.

№ 4.

Амплітуда коливань 12 см, частота 50 Гц. Знайдіть зміщення точки, що коливається, через 0,4с від початку коливань. Коливання відбуваються за законом косинуса. (Відповідь: 12см).

### 5. Підведення підсумків, видача завдання для домашньої роботи студентів.

- Коршак Є.В. Фізика 11 клас § 42,43;  
або: Гончаренко С.У. Фізика 11 клас: § 8 – 12
- **Задача.**

Коливання задається формулою  $x = 20 \sin \pi t$ . Знайдіть амплітуду, частоту й період коливання.

## Лекція № 18.

Тема: Математичний маятник.

План

1. Математичний маятник.
2. Період коливань математичного маятника.
3. Рівняння руху математичного маятника.

Структура заняття.1. Контроль засвоєння знань. Перевірка д/з.

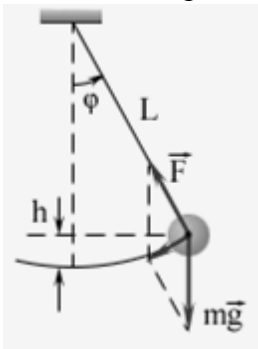
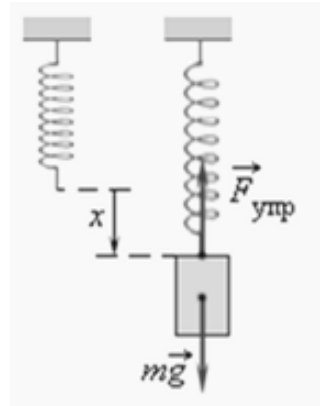
➤ Перевірка наявності д/з.

➤ **Питання поточного контролю:**

- механічні коливання;
- вільні коливання;
- вимушені коливання
- умови існування вільних коливань;
- гармонійні коливання;
- рівнодійна яких сил відіграє роль поворотальної сили при коливанні тягарця, підвешеного: а) на нитці; б) на пружині?
- які тіла утворюють систему при коливанні тягарця, підвешеного на нитці (пружині)? якою є природа сил під час взаємодії цих тіл?

2. Мотивація навчальної діяльності. Засвоєння нових знань.*Рівняння коливального руху тягарця на пружині.*

?? Які сили діють на тягарець?

За II законом Ньютона:  $F = ma$ ; за законом Гука:  $F = -k \cdot \Delta x$ . Таким чином, рівняння, яке описує рух тягарця, має вигляд:  $ma = -k \cdot \Delta x$ ,або:  $a_x = -\frac{k}{m}x$ . Порівнюючи отримане рівняння з рівнянням $a_{\max} = -\omega^2 x$ , бачимо, що  $\omega^2 = \frac{k}{m}$ . Розв'язком такого рівняння єфункція:  $x = X_{\max} \cos(\omega \cdot t)$ . Таким чином, у разі вертикального зміщення тягарця на пружині від положення рівноваги він буде здійснювати гармонійні коливання.**Математичний маятник.**

Будемо вважати, що розміри тягарця набагато менші за довжину нитки, а нитка – нерозтяжна та невагома. Вважатимемо кут відхилення маятника достатньо малим (не більшим за  $10 - 15^\circ$ ).

**Математичним маятником** називається ідеалізована коливальна система без тертя, що складається з невагомої й нерозтяжної нитки, на якій підвішена матеріальна точка.

Повертальною силою у даному випадку є рівнодійна  $\vec{F}$  сили тяжіння ті та сили реакції нитки. За малих кутів а можна вважати, що  $\vec{F}$  напрямлена уздовж дотичної до траєкторії.

Період коливань математичного маятника дорівнює:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ .

Період коливань тягарця на пружині дорівнює:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ .

3. Узагальнення та систематизація знань.Запитання до студентів:

- чи залежить період математичного маятника від маси тягарця?
- а період коливань від амплітуди?(для математичного та пружинного маятників)

- як зміниться період коливань математичного маятника, якщо його довжину збільшити (зменшити) в 3 рази?
- за якої умови коливання математичного маятника можна вважати гармонічними?
- як і чому зміниться період коливання підвішеної на нитці сталюї кульки, якщо під нею розташувати магніт?
- як зміниться період коливань пружинного маятника, якщо масу тягарця зменшити у два рази?

#### 4. Розв'язання задач.

##### Достатній рівень:

##### № 1. (Зб. Гладкова № 19.21)

На пружині здійснює коливання тягар масою 0,1 кг. Визначте період його коливань, якщо відомо, що для розтягування пружини на 1 см потрібна сила 0,1 Н. Знайти залежність  $a(x)$  - ?.

Дано:	СІ:	Розв'язок.
$m = 0,1 \text{ кг}$		за законом Гука: $F = -k \cdot \Delta x \rightarrow k = \frac{F}{ \Delta x }$ ; $ k  = \text{Н/м}$ .
$\Delta x = 1 \text{ см}$		$k = 0,1 / 0,01 = 10 \text{ Н/м}$ . За II законом Ньютона: $F = ma$ .
$F = 0,1 \text{ Н}$		Отримаємо: $ma_x = -k \cdot \Delta x \rightarrow a_x = -\frac{k}{m}x$ .
$T = ?$		Отже, $a_x = -100x$
$a(x) - ?$		Знайдемо період коливань: $T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$ . $T \approx 0,63 \text{ с}$ .

**Відповідь:**  $T \approx 0,63 \text{ с}$ ;  $a_x = -100x$

##### № 2. (Зб. Гладкова № 19.10)

Тіло масою 0,1 кг здійснює гармонічні коливання по закону  $x = 0,1 \sin 100\pi t$ . Визначити амплітуду зміщення, період, частоту, початкову фазу коливань. Записати рівняння коливань швидкості та прискорення. Чому дорівнює амплітуда швидкості та прискорення? Побудувати графік коливань  $x = x(t)$ . За яким законом змінюється сила, що діє на тіло?

##### № 3. (Зб. Гладкова № 19.26)

Знайти період гармонічних коливань математичного маятника довжиною 1 м, якщо  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ . В скільки разів треба змінити довжину нитки маятника, щоб період його коливань збільшилася в 2 рази? (Відповідь: 2 с; збільшити в 4 рази)

##### № 4. (Зб. Гладкова № 19.27)

Знайти довжину математичного маятника, який здійснює повне коливання за 4 с, якщо  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ . (Відповідь: 3,98 м)

##### № 5. (Зб: № 1.11)

Знайдіть жорсткість пружини, якщо підвішений на ній тягарець масою 700 г здійснює 18 коливань за 21 с. (Відповідь: 20 Н/м.)

##### № 6.

Тягарець масою 400 г виконує коливання на пружині жорсткістю 160 Н/м. Амплітуда коливань дорівнює 5 см. Знайдіть: а) найбільшу швидкість тягарця, швидкість тягарця в момент, корда його зміщення дорівнює 3 см. (Відповідь: 1 м/с; 0,8 м/с)

#### 5. Підведення підсумків, видача завдання для домашньої роботи студентів.

- Коршак Є.В. Фізика 11 клас § 44,45; **впр. 23 № 3, 8.**
- або: Гончаренко С.У. Фізика: 11 клас: § 13, знати конспект, **впр. 4 № 1.**

## Лекція № 19.

Тема: Вимушені коливання.

План

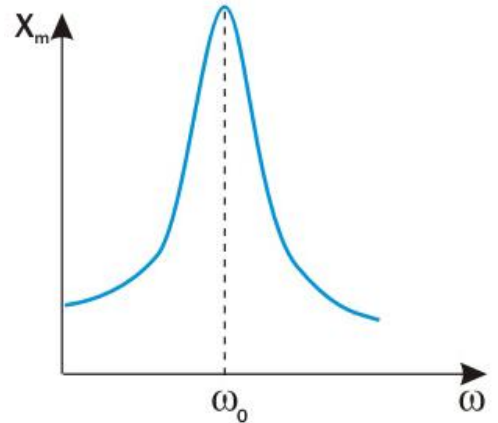
1. Резонанс.
2. Енергія коливального руху.

Структура заняття.1. Мотивація навчальної діяльності. Засвоєння нових знань.*Перетворення енергії при коливальному русі в замкненій системі.*

На прикладі коливання математичного маятника проаналізувати перетворення енергії в системі.

**Запитання до студентів у ході викладення нового матеріалу:**

- Що таке потенціальна й кінетична енергія?
- У яких точках траєкторії коливне тіло має тільки кінетичну енергію?
- У які моменти руху коливне тіло має тільки потенціальну енергію?

Висновок: Згідно з законом збереження енергії:  $W_k + W_p = const$ ; $W_k + W_p = W_{k\ max} = W_{p\ max}$ ;  $W_k = \frac{mv^2}{2}$  – кінетична енергія; $W_p = \frac{kx^2}{2}$  потенціальна енергія пружно деформованого тіла.**Механічний резонанс.****Демонстрація:** Збільшення амплітуди вимушених коливань математичного маятника в результаті резонансу.

Тіло або систему тіл можна змусити здійснювати коливання, прикладаючи зовнішню періодичну силу.

Коливання, що здійснюються під дією зовнішньої періодичної сили, називаються **вимушеними**.

Є дві основні відмінності вимушених коливань від вільних:

а) Частота вільних коливань визначається характеристиками самої системи. Вона називається власною частотою та позначається звичайно  $\nu_0$  і дорівнює частоті періодичної діючої сили  $\nu$ .

б) Амплітуда вимушених коливань не зменшується з часом, навіть якщо в системі присутнє тертя, оскільки втрати механічної енергії, зумовлені тертям, відновлюються за рахунок роботи зовнішніх сил.

Явище різкого зростання амплітуди вимушених коливань у випадку, коли частота зовнішньої сили збігається з власною частотою системи, називається **резонансом**.

$$\nu_0 = \nu, \text{ або } \omega = \omega_0 - \text{умова резонансу.}$$

На рис. крива 1 відповідає малій силі тертя в системі, а крива 2 – великій силі тертя.

**??** Як залежить резонансна амплітуда коливань від сил тертя.

- Наведіть приклади використання резонансу.
- Наведіть приклади негативних наслідків резонансу.

**Застосування резонансу й боротьба з ним.**

Явище резонансу використовується в музичних інструментах для посилення звуку. Воно знаходить застосування в багатьох приладах, у тому числі вимірювальних. Його часто

використовують також, коли треба зрушити з місця що-небудь важке, наприклад автомобіль, який застряг. У такому випадку підбирають частоту поштовхів так, щоб вона збіглася з власною частотою системи. У результаті амплітуда коливань зростає й нарешті стає такою великою, що тіло вже не повертається в колишне положення.

Буває, що резонанс призводить навіть до руйнування будинків і мостів. Небезпечним є резонанс і під час роботи будь-яких машин, які мають обертові частини, або такі, що періодично рухаються (а такі частини мають практично всі машини). Наприклад, розбалансування вала верстата або двигуна виявляється в тому, що під час обертання вала виникає періодична сила, яка діє на основу механізму, а через неї — на будівлю. Якщо частота цієї сили виявиться близькою до власної частоти коливань будівлі, її амплітуда коливань може зрости настільки, що це призведе до руйнування будівлі.

*Щоб уникнути небажаних проявів резонансу, діють двома способами:*

а) Роблять неузгодженими частоти, збіг яких може призвести до резонансу. Для цього змінюють або частоту зовнішньої сили, або власну частоту системи.

б) Збільшують затухання коливань. Наприклад, ставлять двигун на гумову підкладку або на пружини.

## **2. Підведення підсумків, видача завдання для домашньої роботи студентів.**

- Коршак Є.В. Фізика 11 клас § 44,45; **впр. 23 № 3, 8.**
- або: Гончаренко С.У. Фізика: 11 клас: § 13, знати конспект, **впр. 4 № 1.**
- 📖 **Реферат:** “Ультразвукові коливання”, “Інфразвукові коливання” (джерела, властивості, вплив на живі організми, захист та/або застосування).

## Лекція № 20.

**Тема:** Поширення механічних хвиль у пружному середовищі.

## План

1. Поперечні та поздовжні хвилі.
2. Довжина хвилі.

Структура заняття.**1. Мотивація навчальної діяльності. Засвоєння нових знань.****Механічні хвилі.**

Джерелами хвиль є коливні тіла. Якщо таке тіло перебуває в якому-небудь середовищі, коливання передаються частинкам речовини, які містяться в безпосередній близькості до нього. А оскільки частинки речовини взаємодіють одна з одною, то частинки, які коливаються, передають коливання своїм сусідам. У результаті коливання починають поширюватися в просторі. Так і виникають хвилі.

**Хвилею** називається процес поширення коливань із часом.

Механічні хвилі в середовищі зумовлені його пружними деформаціями.

Будь-яка хвиля переносить енергію: адже хвиля – це коливання, які поширюються в просторі, а будь-які коливання, як нам відомо, мають енергію.

*Механічна хвиля переносить енергію, але не переносить речовину.*

**Основні характеристики хвиль.**

Розглянемо хвилю, яка біжить уздовж шнура, коли один його кінець здійснює коливання під дією зовнішньої сили з періодом  $T$ .

Період  $T$  називається *періодом хвилі*, а частота  $\nu = 1/T$  *частотою хвилі*. Модуль найбільшого

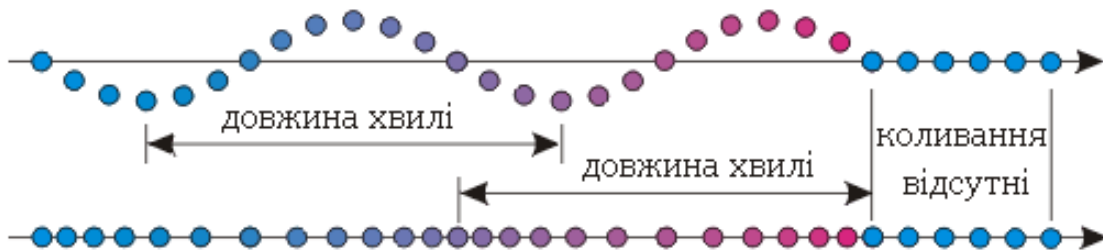


відхилення частинок від положення рівноваги називається *амплітудою хвилі*.

Відстань між найближчими точками хвилі, які рухаються однаково, називається **ДОВЖИНОЮ ХВИЛІ** й позначається  $\lambda$ .

Позначимо швидкість поширення хвилі  $v$ , тоді:

$$\lambda = T \cdot v; \quad T = \frac{1}{\nu}; \quad \lambda = \frac{v}{\nu}; \quad v = \lambda / T$$

**Поперечні й поздовжні хвилі.**

Хвилі, в яких частинки середовища під час коливань зміщуються в напрямі, перпендикулярному до напрямку поширення хвилі, називаються **поперечними**.

Хвилі, в яких частинки середовища під час коливань зміщуються уздовж напрямку поширення хвилі, називаються **поздовжніми**.

?? Наведіть приклади різних видів хвиль.

**Плоска та сферична хвилі.**

Ми розглянули хвилі, що поширюються уздовж шнура або стрижня, тобто в одному напрямі (одномірний простір). Тепер перейдемо до розгляду хвиль у тривимірному просторі. Якщо

середовище, в якому поширюється хвиля, не обмежене, то хвилі від джерела можуть поширюватися в усі боки. За умови рівності пружних властивостей середовища в усіх напрямках коливання поширюються в усі боки з однаковою швидкістю.

Геометричне місце точок середовища, які коливаються в одній фазі, називається **хвильовою поверхнею**.

Передня хвильова поверхня, охоплюючи точки, які щойно набули початкового імпульсу, переміщається в просторі. Це – **фронт хвилі**.

### **Звукові хвилі.**

Звукові явища виникають у результаті механічних коливань різних тіл. Однак далеко не всі коливання утворюють звук. Наприклад, маятник не викликає звукових коливань, хоча його амплітуда і може бути достатньо високою, – вона не є основною умовою для виникнення звукової хвилі.

**Звукові хвилі** – це хвилі, частоти яких лежать у діапазоні від 20 Гц і до 20 кГц.

Саме такі коливання ми сприймаємо як звук. Звукові хвилі в повітрі – це поздовжні хвилі, тобто розрідження і стискання повітря, що чергуються. Породжуються звукові хвилі яким-небудь тілом, що коливається (голосовими зв'язками, мембраною динаміка, музичними інструментами).

Вухом людини сприймає у вигляді звуку коливання, частоти яких лежать у межах від 16–20 Гц до 20 кГц. Такі коливання називаються акустичними. Розділ фізики, який вивчає способи збудження звукових хвиль, їх поширення та взаємодію з середовищем, називають **акустикою**.

### **Швидкість звуку.**

Звукові хвилі, як і всі інші хвилі, поширюються з кінцевою швидкістю, яка називається швидкістю звуку, тобто на поширення коливань від джерела потрібен певний час.

Швидкість звуку в різних середовищах відрізняється в десятки разів. Наприклад, швидкість звуку в повітрі – близько 330 – 340 м/с; різниця значень пов'язана з тим, що ця швидкість трохи збільшується з підвищенням температури. У воді швидкість звуку становить приблизно 1500 м/с, а в сталі – 5000 – 6000 м/с.

Колівання середовища під час проходження хвилі є вимушеними. А частота вимушених коливань, як ми вже знаємо, дорівнює частоті зовнішньої сили. Отже, частота звукових коливань завжди дорівнює частоті коливань тіла, яке є джерелом звуку. А оскільки частота хвилі й довжина хвилі пов'язані співвідношенням  $\lambda = \frac{v}{\nu}$ , то під час переходу звукової хвилі з

одного середовища до іншого змінюється довжина хвилі. Наприклад, під час переходу до середовища, в якому швидкість звуку більша, довжина звукової хвилі збільшується.

### **Висота звуку.**

**Музичний тон** – звук, що випромінюється тілом, яке гармонічно коливається; коливання однієї частоти. Кожному музичному тону (до, ре, мі, фа, соль, ля, сі) відповідає певна частота та довжина звукової хвилі.

**Камертони** – джерела звуку чистого тону, використовуються для настроювання музичних інструментів.

Звуки, які можна видобути за допомогою камертона або інших тіл, які гармонічно коливаються, називаються музичними.

Різниця між музичними звуками і шумами різного походження полягає в тому, що шумам не відповідає певна частота коливань. Це суміш звуків із найрізноманітнішими частотами, що безладно чергуються.

Як відомо, людина, яка має бас, співає низьким голосом, тенор – високим.

**??** Від якої ж зі складових характеристик звукової хвилі залежить висота звуку?

Досліди показують, що висота звуку визначається частотою звукової хвилі: *чим більша частота хвилі, тим звук вищий*.

Наприклад, писк комара відповідає 500–600 змахам 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 й рекордно низька (44 Гц) та висока (2350 Гц) частоти.

У телефоні для відтворення людської мови застосовується область частот від 300 до 2000 Гц.

### **Тембр звуку.**

Звучання однієї й тієї самої ноти у виконанні різних музичних інструментів або голосу відрізняє тембр. Саме за ним ми впізнаємо голос людини та розрізняємо інструменти, що ведуть одну й ту саму мелодію в одній тональності й з однаковою гучністю.

Від чого ж залежить тембр звуку? Виявляється, що будь-яке джерело звуку (за невеликим винятком, наприклад камертон) 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 більш складна крива.

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

Тембр характеризується наявністю й інтенсивністю обертонів (частот, кратних основній) і визначає забарвленість звуку.

Чаруючий сріблястий відтінок голосів гарних співаків досягається саме завдяки високим обертонам.

Так само завдяки тембру звуку різних музичних інструментів мають різне звучання. Чим більше обертонів, тим більш насичений, красивий добувається звук.

**Луна** – явище відбивання звукових хвиль від перешкод, що сприймаються вухом як друга звукова хвиля, яка відстає в часі від першої. На явищі відбивання звукових хвиль основана дія ехолокаторів, за допомогою яких орієнтуються у просторі живі істоти (дельфіни, кити, кажани), риболовецькі судна.

**Акустичний резонанс** – явище різкого збільшення амплітуди коливань тіла під дією звукової хвилі, коли її частота збігається з власною частотою коливань твердого тіла. Використовується в музичних інструментах.

### **Гучність звуку.**

Гучність звуку визначається, в основному, амплітудою звукової хвилі.

Мінімальна зміна тиску, що може фіксуватися людським вухом, визначає поріг чутності. Максимальна зміна тиску, яку ще здатна фіксувати людина, визначає больовий поріг.

Одиницею вимірювання гучності є децибел (дБ). У наведеній таблиці зазначена приблизна гучність звуку, з різних джерел.

<i>Джерело звуку</i>	<i>Гучність, дБ</i>
Цокання наручного годинника	10
Тихий шепіт, шурхіт листя	20
Звичайна мова	40 – 60
Гучна мова	80
Голос співака	100
Відбійний молоток	110
Реактивний двигун	130

### **Екологічні проблеми акустики**

Чинники навколишнього середовища, які згубно впливають на здоров'я людини, умовно можна поділити на три групи:

а) *фізико-хімічні* (неорганічні): шум, забруднення води, ґрунту, повітря токсичними речовинами, радіація, ультрафіолетова недостатність, електромагнітні поля;

б) *біологічні* (органічні): патогенні мікроорганізми (віруси, бактерії, гриби);

в) *соціально-економічні*: низький матеріальний рівень життя, погані житлові умови, демографічні проблеми, шкідливі звички тощо.

Серед *фізичних чинників*, що негативно впливають на здоров'я, найпоширенішим є шум. Учені встановили, що шум навіть малої інтенсивності призводить до зниження працездатності,

гостроти слуху, зміни функціональних можливостей кори головного мозку, серцево-судинної та центральної нервової системи. Правову основу захисту населення від шуму становлять державні закони України: «Про забезпечення санітарного і епідемічного благополуччя населення», «Про охорону природного навколишнього середовища», «Про охорону атмосферного повітря» тощо.

Боротьба із шумом полягає у створенні шумовловлювальних екранів, поглинаючих фільтрів, безшумних механізмів, у зміні технології виробництва та динаміки транспортних потоків. Навіть озеленення території знижує вуличний шум на 25 % і більше.

Припустимі межі сили звуку в різних умовах становлять 45 – 85 дБ. У разі постійного шумового фону 70 дБ виникає розлад ендокринної й нервової систем, 90 дБ – порушується слух, 120 дБ – з'являється фізичний нестерпний біль.

**Рекомендовані діапазони шумів усередині приміщень різного призначення:**

- для сну, відпочинку: 30 – 40 дБ;
- для розумової праці: 40 – 50 дБ;
- для виробничих цехів, гаражів, магазинів: 50 – 70 дБ.

Шум впливає на організм людини подібно до отрути, яка повільно накопичується в організмі. Він скорочує тривалість життя на 8 – 12 років. Від тривалого сильного шуму продуктивність розумової праці знижується на 60 %, фізичної – на 30 %.

Шум може бути і корисним для людини. Так, тихий шум шелесту листя, спокійне дзюркотання води, лагідний шум морських хвиль, пташиний спів, спокійна музика заспокоюють людей, сприяють виліковуванню хворих.

▣ **Реферат:** “Ультразвукові коливання”

▣ **Реферат:** “Інфразвукові коливання”.

## **2. Розв'язання задач.**

**№ 1.** (Зб. № 1.24. )

У вагоні потяга висить маятник завдовжки 1 м. Під час руху потягу маятник розгойдується від поштовхів на стиках рейок. За якої швидкості потягу маятник розгойдується особливо сильно, якщо довжина рейок 25 м? (Відповідь: 12,5 м/с.)

**№ 2.** (Зб. № 2.8.)

Підводний човен сплив на відстані 100 м від берега, здійнявши хвилі на поверхні води. Хвилі дійшли до берега за 20 с, причому за наступні 15с було 30 сплесків хвиль об берег. Чому дорівнює відстань між гребенями сусідніх хвиль? (Відповідь: 2,5 м.)

## **3. Підведення підсумків, видача завдання для домашньої роботи студентів.**

- Коршак Є.В. Фізика 11 клас § 46,47; **впр. 24 № 1-4.** – (на вибір розв'язати будь-які дві задачі)

**Впр. 24 № 1.** Уздовж пружного шнура поширюється поперечна хвиля зі швидкістю 20 м/с. Період коливання шнура 0,5 с. Знайти довжину хвилі.

**Впр. 24 № 2.** В океанах довжина хвилі сягає 300 м, а період коливань 15 с. Яка швидкість поширення такої хвилі?

**Впр. 24 № 3.** За 30 с морська хвиля вдаряється об берег 15 разів. Швидкість поширення хвилі 4 м/с. Яка довжина хвилі?

**Впр. 24 № 4.** Хвилі набігають на берег озера, і кожні 12 с перетинають берегову лінію 3 рази. Яка швидкість хвилі, якщо відстань між їх гребнями становить 6 м?