

Урок 3-4

Тема: Математичний та пружинний маятники.

Перетворення енергії під час коливань Механічні хвилі.

Мета уроку:

- *освітня*: ознайомити учнів із поняттями механічні коливання, гармонічні коливання, їх видами та способами опису; формувати уявлення про види взаємодій у природі, зокрема про коливальні рухи;
- *розвиваюча*: розвивати логічне мислення, навички роботи з науковою літературою, вміння проводити аналіз розрахункової задачі.
- *виховна*: виховувати культуру наукового мислення та культуру оформлення розрахункових задач.

Матеріали до уроку

Період коливань математичного маятника і тягарця на пружині.

Щоб знайти період коливань тягарця, підвішеного на нитці, необхідно зробити деякі припущення. По-перше, будемо вважати, що розміри тягарця набагато менші за довжину нитки, а нитка — нерозтяжна та невагома. По-друге, вважатимемо кут відхилення маятника достатньо малим (не більшим за $10\text{—}15^\circ$).

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

Обертальною силою у даному випадку є рівнодійна F сили тяжіння mg та сили реакції нитки $F_{\text{пр}}$. За малих кутів α можна вважати, що F напрямлена уздовж дотичної до траєкторії. Виберемо вісь x , як показано на рис. 2.

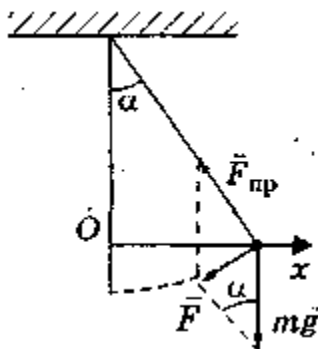


Рис. 2

Тоді за малих кутів α можна вважати, що проекція цієї сили на вісь x :

$$F_x = -mg \sin \alpha = -mg \frac{x}{l}$$

Згідно із другим законом Ньютона, $a = \frac{F}{m}$, тому $a = -\frac{g}{l}x$. Порівнюючи цю рівність із формулою $a = -\omega^2 x$ легко помітити, що $\omega^2 = \frac{g}{l}$, тобто $\omega = \sqrt{\frac{g}{l}}$.

Оскільки $T = \frac{2\pi}{\omega}$, то період коливань математичного маятника дорівнює:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}.$$

Відомо, що в різних точках земної кулі прискорення вільного падіння різне. Воно залежить не тільки від форми Землі, але й від наявності в її надрах важких (метали) або легких (газ, нафта) речовин. А отже, й період коливань маятника в різних точках буде різний. Ця властивість використовується, зокрема, для визначення покладів корисних копалин.

Період коливань тягарця на пружині. Оскільки циклічна частота коливань тягарця на пружині пов'язана з жорсткістю пружини та його масою виразом $\omega^2 = \frac{k}{m}$, а $T = \frac{2\pi}{\omega}$, то період коливань тягарця на пружині дорівнює:

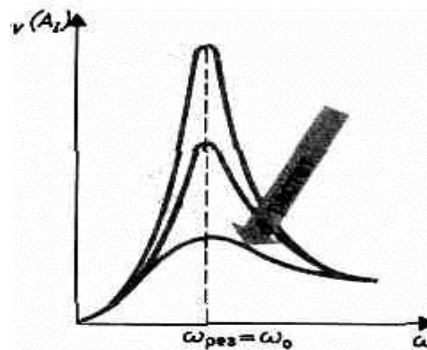
$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}.$$

Таким чином, період математичного маятника, на відміну від пружинного, не залежить від маси тягарця, а період коливань як математичного, так і пружинного маятників не залежить від амплітуди.

Це важлива загальна властивість гармонічних коливань. Вона використовується, наприклад, у механічних годинниках.

Механічний резонанс. Розгойдуючи гойдалку, бажано штовхати її у такт із її власною частотою: у такому разі розгойдування буде найбільш ефективним. Цей факт указує на те, що амплітуда вимушених коливань істотно залежить від частоти зовнішньої сили. Досліди показують, що амплітуда вимушених коливань тим більша, чим ближчою є частота зовнішньої сили до власної частоти системи.

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



Під час резонансу напрям зовнішньої сили збігається з напрямом руху, тому протягом кожного коливання зовнішня сила здійснює позитивну роботу. Саме ця погодженість і зумовлює резонанс. Якщо ж частота зовнішньої сили відрізняється від власної частоти системи, то зовнішня сила буде спрямована іноді в напрямі руху, іноді протилежно йому. У результаті дія зовнішньої сили буде значно менш ефективною.

Явище резонансу використовується в музичних інструментах для посилення звуку. Його використовують коли треба зрушити з місця 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. 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 затушення коливань. Наприклад, ставлять двигун на гумову підкладку або на пружини.

Механічні хвилі. Їх характеристика. 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.

Будь-яка хвиля переносить енергію. Тому і механічна хвиля переносить енергію. А не речовину.

Розглянемо хвилю, яка біжить уздовж шнура, коли один його кінець здійснює коливання під дією зовнішньої сили з періодом T (рис. 5).



Рис. 5

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 λ .

З'ясуємо чому дорівнює швидкість поширення хвиль. Зазначимо, що: за час, який дорівнює одному періодові T , кожна точка середовища зробила рівно одне коливання її, отже, повернулася в те саме положення. Таким чином, хвиля

змістилася в просторі на одну довжину. Отже, якщо позначити швидкість поширення хвилі v , то дістаємо, що довжина хвилі дорівнює:

$$\lambda = vT.$$

Оскільки $T=1/v$, то швидкість, довжина й частота хвилі пов'язані співвідношенням $v=\lambda\nu$.

У залежності від напрямку коливань частинок відносно напрямку поширення хвилі розрізняють хвилі поперечні й поздовжні.

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.

Домашнє завдання

Контрольні запитання.

1. Що таке математичний маятник? Період математичного маятника?
2. Як визначити період коливань тягарця на пружині?
3. Поясніть явище механічного резонансу.
4. Що таке механічні хвилі? Види хвиль?
5. Якими фізичними величинами характеризуються хвилі, що поширюються в середовищі?

Дайте письмово відповіді на питання та виконайте задачі :

1. Знайти період і частоту коливань маятника, якщо за 2 хвилини він зробив 60 повних коливань.
2. Знайти період коливань математичного маятника, якщо довжина нитки 10 м.
3. Знайти період коливань тіла на пружині, якщо маса тіла 4 кг, а жорсткість пружини 6400 Н/м

Зворотній зв'язок

Viber 0662728430

E-mail partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua!!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку.

