

§ 6. КОЛИВАЛЬНИЙ РУХ. АМПЛІТУДА, ПЕРІОД І ЧАСТОТА КОЛИВАНЬ. МАЯТНИКИ. МАТЕМАТИЧНИЙ МАЯТНИК

?!

Жителі Стародавніх Месопотамії, Єгипту, Китаю, спостерігаючи за Сонцем та Місяцем, визначили одиниці часу: рік, місяць, добу та ін. Був створений сонячний годинник, потім з'явився водяний годинник. Проте справжня революція в конструкції годинників відбулась після з'ясування властивостей коливального руху. Яких саме — дізнаєтеся з цього параграфа.

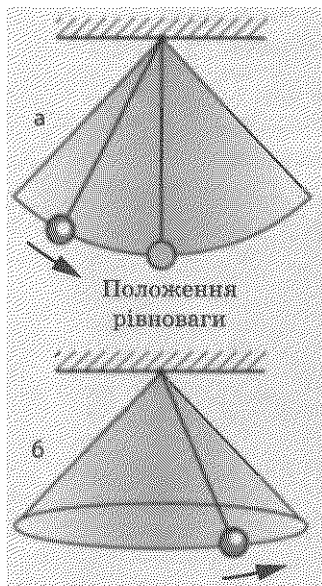


Рис. 6.1. Коливальний (а) та обертальний (б) рухи дуже схожі

1 Знайомимосся з коливаннями

Якщо тягарець, підвішений на нитці, відхилити від положення рівноваги вбік, а потім відпустити, то тягарець буде рухатися від одного крайнього положення до другого, повторюючи свій рух через певний проміжок часу. Такий рух є прикладом *коливань*.

Коливання — це рухи, які повторюються через однакові проміжки часу.

Коливання мають важливу *спільну* рису з рівномірним обертальним рухом: *і обертання, і коливання періодично повторюються* (рис. 6.1).

2 Вивчаємо маятники

Ви напевне вже знайомі з метрономом — приладом для відмірювання проміжків часу (рис. 6.2). Пригадаймо, що в метрономі є металева ніжка з рухомим тягарцем, яка може здійснювати різні за частотою коливання відносно

свого нижнього кінця. Ця ніжка з тягарцем є прикладом *маятника*.

Маятник — це тверде тіло, яке здійснює коливання навколо нерухомої точки.

Маятники, які коливаються під впливом притягання до Землі, називають *фізичними маятниками* (рис. 6.3). Коливання таких маятників залежать від їх маси та геометричних розмірів.

Маятники, в яких тіло коливається під впливом пружини, називають *пружинними маятниками* (рис. 6.4). Коливання пружинного маятника залежать не від притягання Землі, а лише від властивостей пружини та маси підвішеного на ній тіла.

Маятники використовують у багатьох фізичних приладах. Особливо важливим є використання маятників у годинниках, адже періодичність коливань дає можливість здійснювати відлік часу.

3 Створюємо математичний маятник

Підвісимо на стрічці досить важкий предмет, наприклад книжку. Якщо відхилити книжку вбік, то вона почне коливатися — тобто ми отримали фізичний маятник. Детальне вивчення властивостей такого маятника є досить складним: вони визначаються розмірами книжки та довжиною стрічки, властивостями самої стрічки та іншими чинниками (рис. 6.5, а).

Щоб розміри тіла, що здійснює коливання, не впливали на властивості маятника, слід узяти нитку, довжина якої є досить великою порівняно з розмірами тіла. У такому випадку можна вважати тіло матеріальною точкою. При цьому нитка має бути легкою та тонкою, а щоб під час коливань тіло весь час було на незмінній відстані від точки підвісу, — нерозтяжною. Таким чином буде створена *фізична модель* — *математичний маятник*.

Математичний маятник — матеріальна точка на тонкій, невагомій і нерозтяжній нитці.



Рис. 6.2. Метроном — прилад для вимірювання проміжків часу — зазвичай використовують під час занять музикою

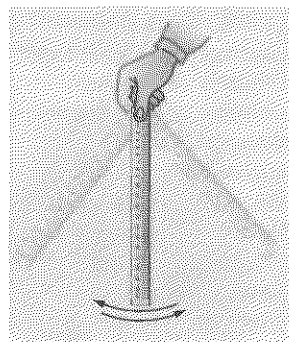


Рис. 6.3. Найпростіший приклад фізичного маятника

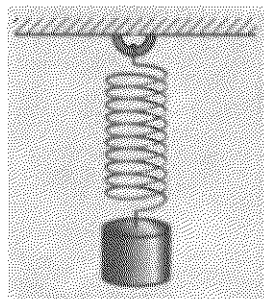


Рис. 6.4. Приклад пружинного маятника: якщо тіло, підвішене на пружині, злегка штовхнути вниз, воно почне коливатися

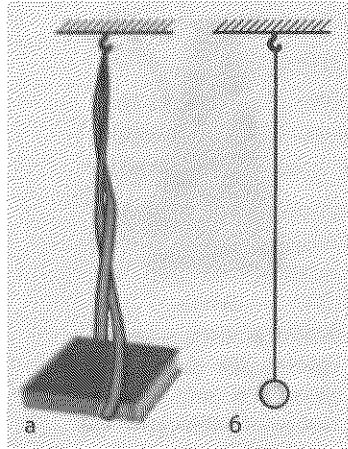


Рис. 6.5. Чи зручний для вивчення коливань «книжковий» маятник (а)? Напевно, ні: під час коливань стрічка натягатиметься нерівномірно і книжка буде розгойдуватися «зигзагами». Металева кулька на довгій суровій нитці (б) краще підходить для вивчення основних властивостей коливань

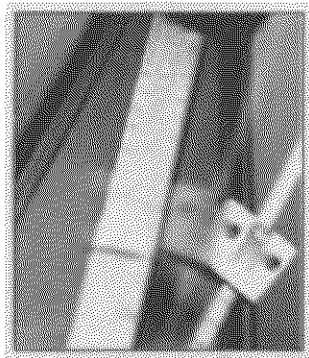


Рис. 6.6. На фото видно, на скільки маятник метронома відхиляється від положення рівноваги під час коливань

Наприклад, невелика металева кулька діаметром 1–2 см, яка підвішена на тонкій суровій нитці завдовжки 1–2 м, цілком може слугувати за маятник, на коливання якого не будуть впливати розміри тіла та властивості нитки (рис. 6.5, б). Дослідження коливань такого маятника ви проведете під час виконання лабораторної роботи № 3.

4 Визначаємо, що таке амплітуда коливань. Неважко побачити, що є деяка *максимальна відстань*, на яку віддаляється від положення рівноваги тіло, що коливається (наприклад, тягарець на ніжці метронома) (рис. 6.6). Це — *амплітуда коливань*.

Амплітуда коливань — це фізична величина, що дорівнює максимальній відстані, на яку віддаляється тіло від положення рівноваги в ході коливань.

Амплітуду коливань позначають символом *A*. *Одиницею амплітуди коливань в СІ є метр (м)*.

За одне **повне коливання** тіло, яке коливається, проходить шлях, що дорівнює *чотирьом амплітудам* (рис. 6.7).

5 Визначаємо, що таке період та частота коливань

Схожість обертального і коливального рухів дозволяє використовувати поняття періоду та частоти й для опису коливань.

Період коливань — це фізична величина, що дорівнює часу, за який відбувається одне повне коливання.

Як і період обертання, період коливань позначають символом *T* і обчислюють за формулою

$$T = \frac{t}{N}$$

Частота коливань — це фізична величина, яка чисельно дорівнює кількості повних коливань, що здійснює тіло за одиницю часу.

Частоту коливань позначають символом ν («ню») і обчислюють за формулою

$$\nu = \frac{N}{t}$$

Одиницею частоти коливань в СІ є **герц** (Гц); вона названа так на честь видатного німецького фізика **Генріха Герца** (рис. 6.8).

Якщо за одну секунду тіло робить одне повне коливання, то частота його коливань дорівнює 1 Гц. Тобто $1 \text{ Гц} = 1/\text{с}$.

Частота ν та період коливань T пов'язані між собою залежністю:

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

6 Розрізняємо затухаючі та незатухаючі коливання

Якщо будь-який маятник — фізичний, математичний або пружинний — вивести зі стану рівноваги, то він почне коливатися. Такі коливання називають *вільними*.

Якщо маятника не торкатися, то через деякий час амплітуда коливань тіла помітно зменшиться. Почекавши ще, станемо свідками того, що коливання зовсім припиняться.

Коливання, амплітуда яких із часом зменшується, називають **затухаючими**.

Затухають із плином часу вільні коливання, наприклад, гойдалки, била дзвоника, струн гітари. *Вільні коливання завжди є затухаючими*.

Якщо на тіло періодично впливати будь-яким іншим тілом, то коливання будуть *вимушеними* й продовжуватимуться весь час впливу, тобто не будуть затухати.

Коливання, амплітуда яких не змінюється з плином часу, називають **незатухаючими**.

Наприклад, доки працює механізм швацької машинки, голка здійснює *вимушені незатухаючі* коливання (рис. 6.9).

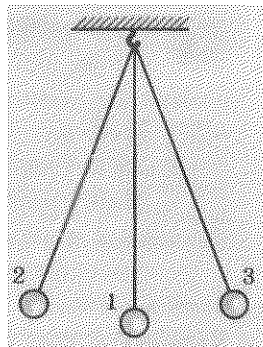


Рис. 6.7. Рух тіла з положення 1 до положення 2, потім (через положення 1) до положення 3 і знову до положення 1 — це одне повне коливання



Рис. 6.8. Генріх Рудольф Герц (1857–1894) — німецький фізик, один із фундаторів електродинаміки

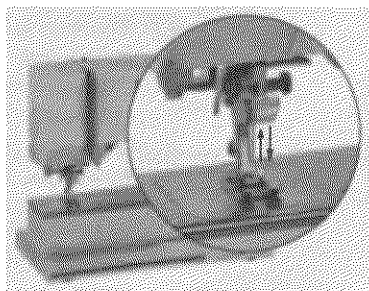


Рис. 6.9. Коливання голки швацької машинки — приклад вимушених незатухаючих коливань



Підбиваємо підсумки

Рухи, які повторюються через однакові проміжки часу, називають коливаннями.

Маятник — це тверде тіло, яке здійснює коливання навколо нерухомої точки.

Математичний маятник — матеріальна точка на тонкій, невагомій і нерозтяжній нитці.

Амплітуда коливань — це фізична величина, що дорівнює максимальній відстані, на яку віддаляється тіло від положення рівноваги під час коливань.

Період коливань — це фізична величина, що дорівнює часу, за який відбувається одне повне коливання: $T = t/N$.

Частота коливань — це фізична величина, яка чисельно дорівнює кількості повних коливань, що здійснює тіло за одиницю часу: $\nu = N/t$.

Одиниці періоду та частоти коливань в СІ — відповідно секунда (с) та герц (Гц).

Частота та період коливань пов'язані між собою залежністю: $\nu = 1/T$.

Розрізняють затухаючі та незатухаючі, вільні та вимушені коливання.



Контрольні запитання

1. Дайте означення коливань.
2. Що таке маятник?
3. Який маятник називають фізичним?
4. До якого виду маятників належить тіло, підвішене на пружині?
5. Що таке математичний маятник?
6. Що таке амплітуда, період, частота коливань?
7. Як розрахувати період коливань? частоту коливань?
8. Яка існує залежність між частотою та періодом коливань?
9. Чим відрізняються затухаючі та незатухаючі коливання?



Вправа № 6

1. Наведіть приклади затухаючих та незатухаючих коливань, які не згадані в параграфі.
2. Під час коливання тіло рухається від крайнього лівого положення до крайнього правого. Відстань між цими двома положеннями становить 4 см. Якою є амплітуда коливань?
3. За хвилину маятник здійснив 30 коливань. Обчисліть період коливань.
4. Скільки коливань здійснить тіло за 2 хвилини, якщо частота його коливань становить 4 Гц?
5. Поплавок, що коливається на воді, піднімається й пірнає шість разів за 3 секунди. Знайдіть період і частоту коливань поплавка.
6. Період коливань тіла дорівнює 0,5 с. Обчисліть частоту коливань цього тіла.
7. Амплітуда коливань тіла на пружині дорівнює 10 см. Який шлях пройде тіло за половину періоду коливань? за два періоди?



Експериментальне завдання

Дослідіть, як впливає на період коливань невеличкого тіла, підвішеного на довгій суровій нитці, амплітуда цих коливань.