

§ 17. ІНЕРТНІСТЬ. МАСА ТІЛА

Із повсякденного життя ви добре знаєте, що зміна швидкості руху тіла залежить не тільки від сили, яка діє на тіло. Якщо до м'яча та слона прикласти однакову силу, то очевидно, що швидкість слона зміниться менше (у будь-якому разі для зміни його швидкості потрібно більше часу). Тобто різним тілам властиво по-різному відгукуватися на ту саму дію. Про те, що це за властивість і яка фізична величина її характеризує, ви дізнаєтесь із цього параграфа.

1 Як тіла змінюють швидкість свого руху

Щоб змінити швидкість руху будь-якого тіла, обов'язково потрібен час — швидкість не може змінюватися миттєво. Так, перш ніж зрушити валізу з місця, ми якийсь час діємо на неї рукою; куля під дією порохових газів набуває певної швидкості за час руху всередині дула; автомобіль зупиняється не миттєво, а через якийсь час.

Властивість тіла, яка полягає в тому, що для зміни швидкості руху тіла потрібен деякий час, називають **інертністю**.

Якщо на два різних тіла діяти з однаковою силою, то для певної зміни швидкості руху більш інертного тіла потрібно більше часу, ніж для такої самої зміни швидкості руху тіла, яке має меншу інертність (у наведеному вище прикладі слон інертніший за м'яч). Це означає, що в результаті дії даної сили більш інертне тіло набуває меншого прискорення, ніж менш інертне.

2 Що таке маса тіла та які властивості вона має

Для зміни швидкості будь-якого тіла потрібен час, тобто будь-яке тіло має інертність. Ця властивість тіла характеризується *інертною масою*. У той же час будь-яке тіло має властивість гравітаційно взаємодіяти з іншими тілами. Ця властивість тіла характеризується *гравітаційною масою*. Зараз експериментально встановлено, що *інертна маса тіла дорівнює його гравітаційній масі*. Тому далі будемо говорити просто про масу тіла.

Маса m — фізична величина, яка є мірою інертності та мірою гравітації тіла.*

* Маса є також мірою енергії — детальніше про це йтиметься далі.

Одиниця маси в СІ — **кілограм** (кг). 1 кг дорівнює масі міжнародного еталона кілограма.

Основні властивості маси

1. *Маса тіла — величина інваріантна:* вона не залежить від вибору СВ. Наприклад, маса пасажирів в потязі, що рухається, дорівнює його масі на пероні.
2. *Маса тіла не залежить від швидкості руху тіла.* Ця властивість маси є наслідком її інваріантності.
3. *Маса тіла — величина адитивна:* маса тіла дорівнює сумі мас усіх частинок, із яких складається тіло, а маса системи тіл дорівнює сумі мас тіл, що утворюють систему. Наприклад, маса авторучки дорівнює сумі мас молекул, з яких вона складається, і сумі мас її деталей.
4. *У класичній механіці виконується закон збереження маси:* у ході будь-яких процесів у системі тіл загальна маса системи залишається незмінною; маса тіла не змінюється під час його взаємодії з іншими тілами.

На перший погляд, перелічені властивості маси є очевидними, однак, щоб їх довести, був потрібен цілий ряд серйозних експериментальних і теоретичних досліджень.

3 Як виміряти масу тіла

Виміряти масу тіла означає порівняти її з масою еталона (з масою тіла, масу якого взято за одиницю). Один із найпоширеніших способів прямого вимірювання маси тіла — *зважування*. Оскільки маса — міра гравітації, то тіла, які мають рівну масу, однаково притягаються до Землі.

Зважування — один із найзручніших способів вимірювання маси, однак не універсальний. Як, наприклад, виміряти масу молекули або масу Місяця, адже покласти ці об'єкти на ваги неможливо? У таких випадках використовують той факт, що маса — міра інертності. Під час будь-якої взаємодії двох тіл відношення їхніх мас обернено пропорційне відношенню модулів прискорень, набутих тілами в результаті цієї взаємодії (рис. 17.1):

$$\frac{m_2}{m_1} = \frac{a_1}{a_2}.$$

Таким чином, якщо маса одного з тіл (наприклад m_1) відома, а масу другого тіла (m_2) потрібно визначити, то, вимірявши прискорення, набуті цими тілами в результаті взаємодії, можна обчислити масу другого тіла:

$$m_2 = \frac{m_1 a_1}{a_2}.$$

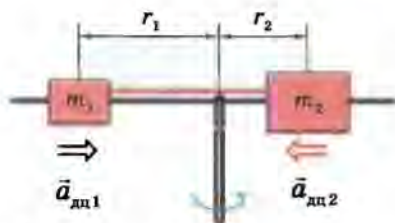


Рис. 17.1. Вимірювання прискорень, яких набувають тіла в результаті взаємодії. Два циліндри масами m_1 і m_2 наділи на стрижень відцентрової машини, зв'язали ниткою й розкрутили. Ковзаючи вздовж стрижня, кожний циліндр зупинився на певній відстані від осі обертання (відповідно r_1 і r_2). Дослід показує, що за будь-якої частоти обертання $\frac{a_{\text{acc1}}}{a_{\text{acc2}}} = \frac{m_2}{m_1}$

Підбиваємо підсумки

Властивість тіла відгукуватися певним прискоренням на дію називають інертністю. Інертність — властивість тіла, яка полягає в тому, що для зміни швидкості руху тіла потрібен деякий час.

Маса m — фізична величина, яка є мірою інертності та мірою гравітації тіла. Одиниця маси в СІ — кілограм (кг).

Виміряти масу тіла означає порівняти її з масою тіла, масу якого взято за одиницю. Способи вимірювання маси тіла: зважування; за відношенням прискорень, набутих цим тілом і тілом відомої маси в результаті взаємодії.

Контрольні запитання

1. Дайте визначення інертності. 2. Обґрунтуйте, чому можна стверджувати, що слон інертніший за м'яч. 3. Що таке маса тіла? Яка одиниця маси в СІ? 4. Пригадайте, що являє собою еталон маси. 5. Назвіть основні властивості маси. 6. Що означає виміряти масу тіла? Які способи вимірювання маси ви знаєте?

Вправа № 14

- Наведіть приклади пар тіл, одне з яких більш інертне, ніж друге (наприклад: Земля більш інертна, ніж Місяць; стіл більш інертний, ніж стілець).
- Сталевий візок, рухаючись зі швидкістю 4 м/с, зіткнувся з нерухомим алюмінієвим візком і після цього продовжив свій рух зі швидкістю 1 м/с. Якої швидкості набув у результаті зіткнення алюмінієвий візок, якщо його маса в три рази менша, ніж сталевого візка?
- Два циліндри — мідний і дерев'яний (дубовий) — зв'язали ниткою й розкрутили на відцентровій машині. При цьому виявилось, що мідний циліндр розташувався на відстані 8 см від осі обертання. Якою є довжина нитки, якщо об'єми циліндрів однакові?

Експериментальне завдання

Підвісьте на тонкій нитці тягар, знизу прикріпіть таку саму нитку (див. рисунок). Повільно тягніть нижню нитку доти, доки верхня нитка не обірветься. Повторіть дослід, але цього разу за нижню нитку різко смикніть. Поясніть одержані результати, зробіть висновки.

