

§ 16. ВЗАЄМОДІЯ. СИЛА

■ Ви вже знаєте, за яких умов тіло зберігає швидкість руху постійною. З'ясуємо, за яких умов швидкість руху тіла змінюється і від яких чинників це залежить.

1 Які існують види взаємодій

Ми вже говорили про те, що вільних (ізольованих) тіл у природі практично не існує. Будь-яке тіло (або частинка) оточене іншими тілами (частинками). Тіла (або частинки) чинять певну дію одне на одне.

■ Дію тіл або частинок одне на одне називають **взаємодією**.

Взаємодія — одне з основних (фундаментальних) понять не тільки у фізиці, але й у науці загалом. Саме взаємодії є причиною будь-яких змін, що відбуваються з тілами. Вибух наднової зорі, живлення клітини, політ орла, радіоактивний розпад речовини, порив вітру, хімічні реакції, — усі процеси та явища в природі відбуваються в результаті взаємодій. Завдяки взаємодіям існує і сама природа: існування атомів і їхніх складників, існування планет, зір, галактик, людини та навколишніх тіл, — усе це можливе саме завдяки взаємодіям.

Розрізняють **чотири фундаментальні види взаємодій: гравітаційна, електромагнітна, сильна, слабка***.

* У 60-х рр. XX ст. створено теорію електрослабкої взаємодії, у рамках якої електромагнітну та слабку взаємодії об'єднано. Нині фізики працюють над створенням теорії, що поєднувала б усі види взаємодій.

Гравітаційна взаємодія універсальна — в ній беруть участь усі тіла й частинки. Ця взаємодія є визначальною для існування та руху небесних тіл. Докладніше ви познайомитеся з нею, коли будете вивчати закон всесвітнього тяжіння.

Електромагнітна взаємодія виявляється тільки між частинками, що мають електричний заряд. Ця взаємодія визначає структуру речовини: вона пов'язує електрони та ядра в атомах, атоми в молекулах, визначає хімічні й біологічні процеси та ін. У механіці з цим видом взаємодії ви зустрічалися, коли вивчали сили пружності та сили тертя.

Гравітаційна та електромагнітна взаємодії є *далекодійними* — вони виявляються на досить великих відстанях між об'єктами і не мають кінцевого радіуса дії.

Процеси, зумовлені *сильною взаємодією* і *слабкою взаємодією*, підпорядковуються законам квантової механіки. Ці взаємодії виявляються в мікросвіті.

За яких умов тіла змінюють швидкість свого руху

Відповідно до першого закону Ньютона тіло не змінює швидкість свого руху тільки у випадку, якщо на нього не діють інші тіла або якщо дії інших тіл скомпенсовані. Санчата, які ви тягнете по снігу за мотузку, рухаються рівномірно прямолінійно тоді, коли дія снігу, по якому вони ковзають, компенсується дією руки. Ракета вдалині від зір рухається рівномірно прямолінійно, оскільки на неї не діють інші тіла. Коробка зі сталевими скріпками нерухомо лежить на столі, бо дія Землі компенсується дією столу.

Однак варто відпустити мотузку, як дія снігу сповільнить рух санчат. Якщо ввімкнути двигуни ракети, то взаємодія ракети з розпеченими газами, що вириваються із сопел, змінить швидкість її руху. Якщо до коробки зі скріпками піднести магніт, то в результаті взаємодії з магнітом коробка розпочне рух (набуде прискорення).

Численні спостереження й досліди показують, що *тіло змінює швидкість свого руху в результаті взаємодії з іншими тілами*.

Що таке сила

Уявіть, що, розігнавшись на спортивному велосипеді, ви припинили крутити педалі. Врешті-решт ви обов'язково зупинитесь — швидкість руху велосипеда поступово зменшиться до нуля. А от час зупинки велосипеда, а отже, і його прискорення суттєво залежать від того, чи натискаєте ви при цьому на гальмо. Тобто те саме тіло в результаті різної дії (взаємодії) набуває різного прискорення. Тому взаємодію можна і потрібно характеризувати кількісно. Кількісною мірою будь-якої взаємодії є *сила*.

Сила — це фізична величина, яка характеризує взаємодію тіл.

Слід звернути увагу на такі факти.

По-перше, *результат дії одного тіла на інше залежить від напрямку цієї дії*. Наприклад, якщо візок, що рухається, підштовхнути

рукою в напрямку його руху, то швидкість візка збільшиться. Якщо ж дія руки буде напрямлена проти руху візка, то швидкість візка зменшиться. Отже, сила як фізична величина, що характеризує взаємодію тіл, має напрямок.

По-друге, у результаті взаємодії тіло може й не змінити швидкість свого руху. Наприклад, якщо стиснути в руці м'ячик, то він залишиться в спокої, однак деякі його частини змістяться одна відносно одної. У результаті дії руки м'ячик змінить свою форму — *деформується*.

У механіці розглядають тільки гравітаційні сили й деякі види електромагнітних сил: силу пружності, силу тертя та силу опору середовища. Усі ці сили характеризують взаємодії, які спричиняють зміну швидкості руху тіл або (і) зміну їхніх форм і розмірів.

Сила (у механіці) \vec{F} — це векторна фізична величина, яка є мірою дії на тіло з боку інших тіл, у результаті чого тіло набуває прискорення або (і) змінює форму та розміри.

Одиниця сили в СІ — ньютон (Н). 1 Н дорівнює силі, яка, діючи на тіло масою 1 кг, надає йому прискорення 1 м/с².

У фізиці силою часто називають також безпосередньо саму дію одного тіла на інше. Наприклад, можна сказати: на тіло діє сила тяжіння, хоча насправді на тіло діє Земля, дія якої характеризується силою тяжіння.

Щоб повністю визначити силу, слід вказати її значення (або формулу, за якою вона визначається), зазначити її напрямок і точку (або тіло), до якої ця сила прикладена (рис. 16.1).



Рис. 16.1. Сила повністю визначена, якщо задано її модуль, напрямок, точку прикладення

Додавання сил. Рівнодійна сила

На тіло практично ніколи не діє тільки одна сила, частіше — дві, три або більше. З курсу фізики 8-го класу ви знаєте: якщо на тіло діють кілька сил, то результат їхньої дії буде таким самим, як коли б на тіло діяла тільки одна сила, яку називають *рівнодійною* (рис. 16.2).

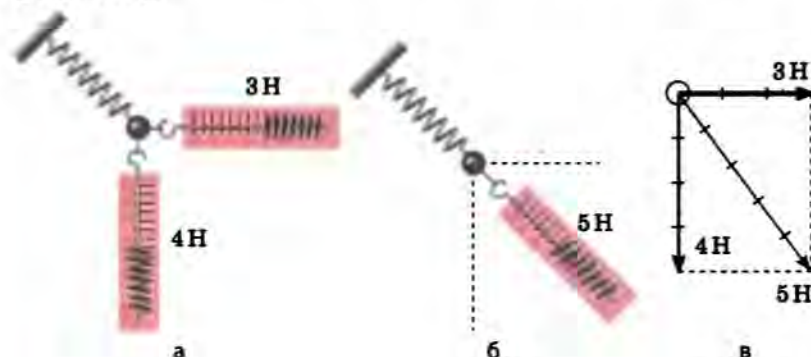


Рис. 16.2. Сили 3 Н і 4 Н, напрямлені під кутом 90° одна до одної (а), діють на пружину так само, як сила 5 Н (б). У цьому випадку сила 5 Н — рівнодійна сил 3 Н і 4 Н (в)

Рівнодійна сила — це сила, яка діє на тіло так само, як декілька сил, що діють одночасно, і дорівнює геометричній сумі сил, які діють на дане тіло:

$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n,$$

де n — кількість сил, що діють на тіло.

Оскільки сила — величина векторна, то рівнодійну декількох сил, прикладених до даного тіла, визначають за правилом додавання векторів (див. § 4).

Підбиваємо підсумки

Дію тіл або частинок одне на одне називають взаємодією. Розрізняють чотири види взаємодій: гравітаційна, електромагнітна, сильна, слабка. Кількісною мірою будь-якої взаємодії є сила. Сила — це фізична величина, яка характеризує взаємодію тіл. У механіці розглядають тільки гравітаційні сили та деякі види електромагнітних сил: силу пружності, силу тертя та силу опору середовища.

Сила (у механіці) \vec{F} — це векторна фізична величина, яка є мірою дії на тіло з боку інших тіл, у результаті чого тіло набуває прискорення або (і) змінює форму та розміри.

Одиниця сили в СІ — ньютон (Н). 1 Н дорівнює силі, яка, діючи на тіло масою 1 кг, надає йому прискорення 1 м/с².

Рівнодійна сила — це сила, яка діє на тіло так само, як декілька сил, що діють одночасно; вона дорівнює геометричній сумі сил, які діють на дане тіло: $\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$.

Контрольні запитання

1. Що є причиною прискорення тіла? 2. Які види взаємодій ви знаєте? 3. Наведіть приклади явищ, у яких визначальною є гравітаційна взаємодія; електромагнітна взаємодія. 4. Дайте визначення сили. У яких одиницях її вимірюють? 5. Що потрібно знати, щоб визначити силу? 6. Дайте визначення рівнодійної сили.

Вправа № 13

- Чи можна сказати, що дія одних тіл на інші є причиною їхнього руху?
- На парашутиста в повітрі діють дві сили: сила притягання Землі, напрямком якої збігається з напрямком руху парашутиста і яка дорівнює 90 Н, і сила опору повітря, яка напрямлена проти руху парашутиста і теж дорівнює 90 Н. Знайдіть рівнодійну цих сил. Опишіть характер руху парашутиста.
- Модуль рівнодійної сил, які діють на тіло у взаємно перпендикулярних напрямках, дорівнює 13 Н. Модуль однієї з цих сил дорівнює 12 Н. Чому дорівнює модуль другої сили?
- На рисунку зображені сили, що діють на чотири тіла. Перенесіть рисунок до зошита. Для кожного випадку визначте графічно рівнодійну сил, з'ясуйте, чи має тіло прискорення. Свою відповідь обґрунтуйте.

