

§ 10. МАСА ЯК МІРА ІНЕРТНОСТІ ТІЛ. СИЛА

?! Щоб схарактеризувати властивість швидко розганятися, рухатися, в побуті зазвичай уживають слова «моторний», «прудкий», «жвавий» тощо. А як порівняти «жвавість» кількох технічних засобів, наприклад легкових автомобілів? Для такого порівняння було введено спеціальну технічну характеристику — час розгону до швидкості 100 км/год. Автомобілі 50-х років XX ст. розганялися до цієї швидкості за 30–40 секунд, сучасним автомобілям потрібно 3–8 секунд. А чи можна цей час зменшити до нуля — ви дізнаєтеся з наступного параграфа.

1 Знайомимося з інертністю

Для зміни швидкості руху будь-якого тіла обов'язково потрібен час. Так, примушуючи камінець розпочати рух, ми деякий час діємо на нього рукою; унаслідок дії порохових газів куля набуває певної швидкості протягом усього часу, який вона рухається всередині дула рушниці; воротар зупиняє футбольний м'яч не миттєво, а витрачає на це деякий час. Кажуть, що всі тіла «чинять опір»

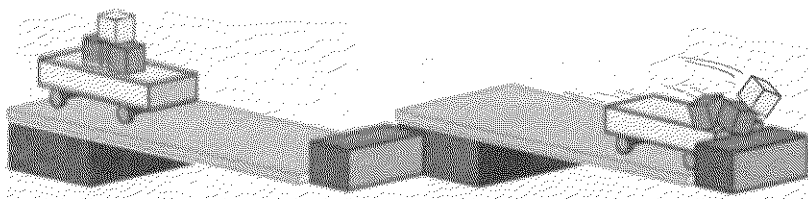


Рис. 10.1. Після того як візок зупинився, кубики продовжують рухатися

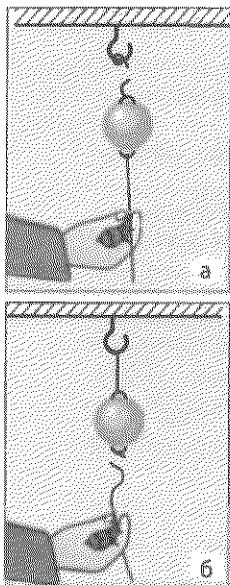


Рис. 10.2. Тіло підвішено на мотузці. Якщо повільно тягнути за мотузку, що прив'язана до тіла знизу, зрештою порветься верхня мотузка — адже на неї діють тіло та натягнута нижня мотузка (а). Якщо нижню мотузку різко смикнути вниз, то порветься тільки вона — інертне тіло не встигне за час ривка набуті помітної швидкості й розірвати верхню мотузку (б)

зміні швидкості їхнього руху. У фізиці таку властивість тіл називають *інертністю*.

Інертність — властивість тіла, яка полягає в тому, що для певної зміни швидкості руху тіла потрібен певний час.

Інертні властивості тіла виявляються тільки тоді, коли ми змінюємо або намагаємося змінити швидкість його руху (рис. 10.1, 10.2).

2 Дізнаємося нове про масу

Швидкість руху одних тіл змінити легко, інших — набагато складніше. Так, для надання за допомогою весел швидкості легкій байдарці потрібно набагато менше часу, ніж для надання швидкості човну з вантажем.

Інертність тіл характеризується фізичною величиною — *масою*. Чим більшою є маса тіла, тим більше часу потрібно для зміни швидкості його руху на певне значення під впливом тієї самої дії.

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

Як ви вже знаєте з 7-го класу, для позначення маси використовують символ *m*. *Одиницею маси в СІ є кілограм (кг)*.

3 Знаходимо зв'язок між масами тіл, що взаємодіють, та зміною швидкостей їхнього руху

Поставимо на гладеньку горизонтальну поверхню два візки зі стиснутими пружинами. Розпрямляючись, пружини діятимуть на обидва візки, — візки відштовхнуться один від одного й почнуть рухатися.

* З курсу фізики 7-го класу вам відомо, що *маса є мірою гравітаційних властивостей тіла*. Отже, водночас маса є мірою інертності та мірою гравітаційних властивостей тіла.

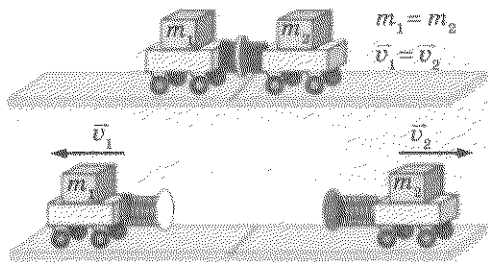


Рис. 10.3. Однакові візки через дію пружин набудуть однакові швидкості й пройдуть однакові відстані від начального положення

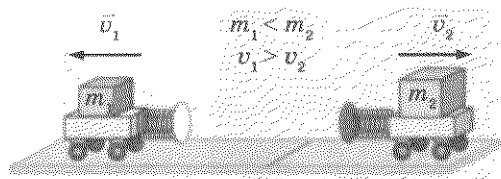


Рис. 10.4. Якщо візки різні за масою, то через дію пружин вони набудуть різні швидкості й пройдуть різні відстані від начального положення

Спостерігаючи за візками, можна помітити: якщо візки є однаковими за масою, то і швидкості вони набудуть однакою, а тому від'їдуть на однакову відстань від начального положення (рис. 10.3); якщо ж один із візків має більшу масу, то він набуде меншої швидкості й відповідно пройде меншу відстань від начального положення і навпаки (рис. 10.4).

Численні досліди переконливо свідчать: *у разі будь-якої взаємодії двох тіл відношення мас тіл дорівнює оберненому відношенню змін швидкостей їхніх рухів*. Якщо позначити маси візків m_1 і m_2 , а зміни швидкостей їхніх рухів відповідно Δv_1 та Δv_2 *, отримаємо:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta v_2}{\Delta v_1}.$$

Одержане відношення дозволяє знайти відношення мас тіл, що взаємодіють, за вимірюваннями за допомогою досліду змінами швидкостей рухів цих тіл. Якщо ж при цьому маса одного з тіл (наприклад, m_1) відома, то можна визначити масу другого тіла (m_2).

На перший погляд, порівняння мас тіл, що взаємодіють, є не дуже зручним способом вимірювання мас, але він єдиний у разі неможливості зважити тіло на терезах. У такий спосіб визначено маси Сонця та планет Сонячної системи, маси подвійних зір в астрофізиці, маси елементарних частинок у фізиці мікросвіту тощо.

4 Пригадуємо, що таке сила

Із 5-го класу вам відомо, що для характеристики дії одного тіла на інше у фізиці застосовують відповідну фізичну величину — *силу*.

* Символ Δ (дельта) означає *зміну* фізичної величини, перед символом якої вона стоїть. Так, $\Delta v_1 = v_1 - v_{01}$, $\Delta v_2 = v_2 - v_{02}$, де v_{01} та v_{02} — швидкості рухів візків до взаємодії, а v_1 та v_2 — швидкості їхніх рухів після взаємодії.

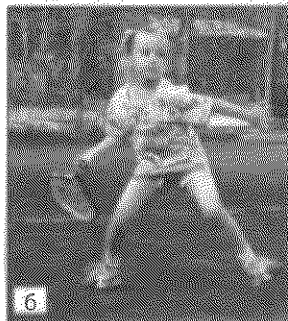
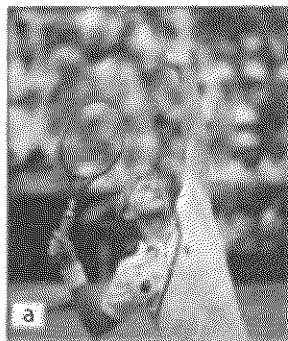


Рис. 10.5. Дорослий тенісист здатний змусити м'яч летіти зі швидкістю руху перегонного автомобіля (а); малюк не може сильно вдарити по м'ячу і тому лише трохи змінить швидкість його руху (б)

Сила — це фізична величина, що є мірою дії одного тіла на інше (мірою взаємодії тіл).

Для позначення сили використовують символ F (від англ. *force* — сила).

Одиницею сили в СІ є **ньютон** (Н) (на честь Ісаака Ньютона).

1 Н — це сила, яка, діючи на тіло масою 1 кг протягом 1 с , змінює швидкість його руху на 1 м/с .

Ми вже зазначали, що причиною зміни швидкості руху тіла є дія на нього інших тіл. Мірою дії є сила. Тому у фізиці прийнято говорити, що причиною зміни швидкості руху тіла є сила. (Крім зміни швидкості руху дія сили на тіло спричиняє зміну його форми та об'єму — *деформацію*. Детальніше про це ви дізнаєтеся пізніше.)

Чим більша сила діє на тіло, тим помітніше буде змінюватися швидкість руху тіла (рис. 10.5).

Для того щоб тіла різної маси змінювали швидкості своїх рухів однаково, на них мають діяти різні сили (рис. 10.6).

! Підбиваємо підсумки

Маса тіла є мірою інертності тіла — власності, яка полягає в тому, що для певної зміни швидкості руху тіла потрібен певний час. Під час взаємодії двох тіл відношення їхніх мас дорівнює оберненому відношенню змін швидкостей їхніх рухів:

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{\Delta v_2}{\Delta v_1}.$$

Порівняння змін швидкостей рухів тіл під час їхньої взаємодії дає можливість вимірювати маси тіл.

Сила — це фізична величина, яка є мірою дії одного тіла на інше (мірою взаємодії тіл)

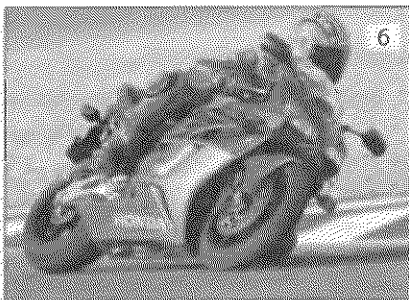
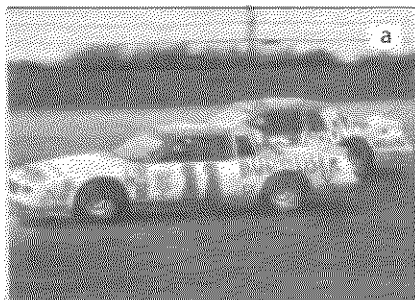


Рис. 10.6. Щоб важкий автомобіль (а) міг розігнатися так само швидко, як легкий мотоцикл (б), на автомобіль слід установити потужніший двигун

і спричиняє зміни швидкостей рухів тіл та деформації тіл. Сила позначається символом F та вимірюється в ньютонах.



Контрольні запитання

1. Дайте визначення інертності.
2. Що є мірою інертності?
3. Якою залежністю пов'язані відношення мас тіл, які взаємодіють, та відношення змін швидкостей їхніх рухів?
4. У чому полягає метод вимірювання маси тіла під час його взаємодії з іншим тілом?
5. Що таке сила?
6. Яка одиниця сили в СІ?



Вправа № 10

1. Чому під час ожеледиці перехід автомагістралі стає вкрай небезпечним?
2. Коли автомобіль різко прискорюється, то водія та пасажирів «втискає» в спинки крісел. Чому?
3. Щоб об'їхати перешкоду, водій автобуса повернув праворуч. У який бік рухатимуться пасажирів? Чому?
4. Яку властивість крапель води ми використовуємо, струшуючи воду з мокрого плаща? Поясніть, що при цьому відбувається.
5. У космічному просторі немає від чого відштовхнутись, але космічні ракети успішно там літають, змінюючи швидкість свого руху та переходячи з однієї орбіти на іншу. Від чого «відштовхуються» ракети, щоб змінити швидкість руху?
6. З нерухомої іграшкової гармати зроблено постріл у горизонтальному напрямку ядром масою 10 г. Швидкість ядра становила 5 м/с. Якої швидкості руху набула гармата після пострілу, якщо її маса дорівнює 500 г?
7. Із човна, що перебував у спокої, зіскочив хлопчик. Швидкість руху хлопчика становила 4 м/с. Яка маса хлопчика, якщо човен масою 180 кг набув швидкості руху 1 м/с?
- 8*. Снаряд феєрверка було пущено вертикально вгору. У верхній точці траєкторії, де снаряд на мить зупинився, він розірвався на дві частини масами 200 і 500 г. Якої швидкості руху набув другий уламок, якщо перший після вибуху рухався зі швидкістю 50 м/с?



Експериментальні завдання

1. Згадайте про чищення ковдр у два способи — вибивання пилу за допомогою палиці та витрушування різкими змахами — і здійсніть відповідний експеримент. Чим відрізняються ці два способи з точки зору фізики?
2. Проведіть дослід із зіткненням двох однакових кульок, одна з яких лежить на столі, а друга на неї налітає. Як зміняться швидкості руху кульок?



ФІЗИКА ТА ТЕХНІКА В УКРАЇНІ

Історія Львівського національного університету ім. І. Франка починається в XVII ст.: у 1661 р. польський король підписав диплом, що надавав єзуїтській колегії у Львові «гідність академії і титул університету».

За століття, що пройшли з того часу, університет став одним із найпрестижніших освітніх закладів України. Зараз тут навчається понад 12 тис. студентів; у складі

професорсько-викладацького колективу понад 150 докторів наук, професорів, близько 600 кандидатів наук, доцентів.

Налагоджено наукові зв'язки з університетами Росії, Угорщини, Німеччини, Франції, Австрії, Бельгії, Великої Британії, Канади, США та ін. Особливо тісними є контакти з польськими навчальними закладами та науковими установами.