

§ 17. ТИСК І СИЛА ТИСКУ. ОДИНИЦІ ТИСКУ

?! Для чого з давніх часів мешканці Півночі для пересування по снігу використовують лижі? Чому влітку на м'якому асфальті жінка, взута в туфлі на шпильках, залишає більш помітні й глибокі сліди порівняно з чоловіком у взутті з широкою підошвою? Чому шила та леза ножів час від часу нагострюють? Чому цвях вістрям уперед входить у дошку легко, а головою вперед — ні? Спробуємо отримати відповіді на ці запитання.

1 Спостерігаємо наслідки дії сили

Одним із наслідків дії сили є деформація тіл: чим більшою є сила, що діє на тіло, тим більшою буде деформація. Проте *деформація залежить не тільки від значення і напрямку дії сили, але й від площі, на яку діє сила*: натисніть на поверхню піску спочатку розкритою долонею, а потім пальцем — і ви переконаєтесь у цьому на власні очі (рис. 17.1).

Можна провести ще один дослід: дерев'яний паралелепіпед поставити на сніг спочатку на один бік, а потім на інший, більшої площі. У першому випадку брусок більше провалиться в сніг, ніж у другому (рис. 17.2), хоча сила, що діє на сніг з боку бруска, не змінилася.

2 Даємо означення тиску

Для характеристики залежності результату дії сили від площі поверхні, на яку діє ця сила, у фізиці використовують поняття тиску.

Тиск — це фізична величина, яка дорівнює відношенню сили, що діє перпендикулярно до поверхні, до площі цієї поверхні.

Тиск позначають символом p і обчислюють за формулою

$$p = \frac{F}{S},$$

де F — сила, що діє на поверхню (сила тиску); S — площа поверхні.



Рис. 17.1. Якщо на поверхню піску натиснути рукою, то слід, що залишиться, зокрема його глибина, залежатиме від того, як саме було натиснуто — долонею чи пальцем (за однакової сили тиску)

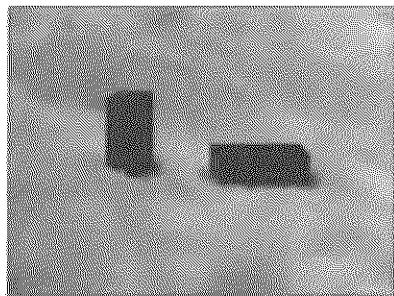


Рис. 17.2. Дерев'яний брусок провалюється в сніг сильніше, якщо поставлений на меншу грань



Рис. 17.3. Блез Паскаль (1623–1662) — французський учений, філософ, письменник. Мав дивовижно різнобічні інтереси, що, втім, було характерним для людей епохи Відродження

Одиницею тиску в СІ є паскаль ($\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$) (названо на честь французького вченого XVII ст. Блеза Паскаля (рис. 17.3)).

1 Па — це тиск, який створює сила в 1 Н, що діє перпендикулярно до поверхні площею в 1 м^2 .

1 Па — невеликий тиск, тому часто використовують кратні одиниці тиску: гектопаскаль (гПа), кілопаскаль (кПа), мегапаскаль (МПа).

1 гПа = 100 Па; 1 кПа = 1000 Па; 1 МПа = 1 000 000 Па.

Порівняти тиски, що створюються різними тілами, можна за допомогою таблиці:

Створення тиску	Тиск, кПа	Створення тиску	Тиск, кПа
Людина і підлога, на якій вона стоїть	20–30	Швацька голка і цупка тканина	До 100 000
Гусеничний трактор і ґрунт	40–50	Укус собаки	До 150 000
Колеса легкового автомобіля і дорога	200–300	Колеса залізничного вагона і рейки	300 000
Лопата і ґрунт	1000–2000	Укус комара	100 000 000

Тиск можна змінити, змінюючи площу поверхні, на яку діє сила тиску. Для збільшення тиску площу слід зменшувати (саме тому нагострюють інструменти — ножиці, шило тощо) (рис. 17.4). І навпаки: для зменшення тиску площу поверхні збільшують (рис. 17.5).

Рис. 17.4. Щоб прикласти менше зусиль під час роботи з деякими інструментами, їх нагострюють

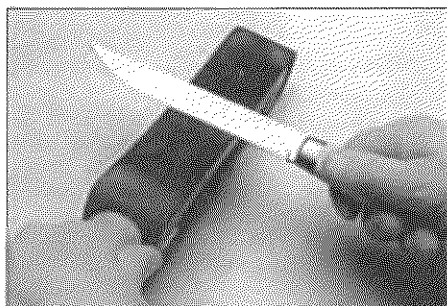


Рис. 17.5. Людина провалилася в сніг, а всюдихід завдяки широким колесам залишився на його поверхні



3 Учимся розв'язувати задачі

Задача. Суцільний сталевий куб створює на стіл тиск 7,8 кПа. Чому дорівнює довжина грані куба?

Дано:

$$p = 7,8 \text{ кПа} = 7800 \text{ Па}$$

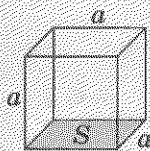
$$\rho = 7800 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

$$a = ?$$

Аналіз фізичної проблеми

З умови відомий тільки тиск, що створюється кубом. Проте ще зазначено, що куб сталевий. Тобто з довідкових таблиць можна дізнатися про густину матеріалу, з якого виготовлений куб. Густина пов'язана з масою тіла, маса визначає вагу тіла, а та, у свою чергу, — тиск. Ці відомості стануть у пригоді для розв'язання задачі.



Пошук математичної моделі, розв'язання

За означенням тиск $p = \frac{F}{S}$, де $F = mg$ — вага куба; $S = a^2$ — площа грані куба (у тому числі його основи) (див. рисунок). Оскільки $m = \rho V$, а $V = a^3$, то $m = \rho a^3$.

$$\text{Тоді } p = \frac{mg}{a^2} = \frac{\rho a^3 g}{a^2} = \rho a g.$$

$$\text{Звідси довжина ребра куба } a = \frac{p}{\rho g}.$$

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[a] = \frac{\frac{\text{Па}}{\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot \frac{\text{Н}}{\text{кг}}}}{\frac{\text{Н}}{\text{м}^3}} = \frac{\frac{\text{Н}}{\text{м}^2}}{\frac{\text{Н}}{\text{м}^3}} = \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \cdot \frac{\text{м}^3}{\text{Н}} = \text{м}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$\{a\} = \frac{7800}{7800 \cdot 10} = 0,1; \quad a = 0,1 \text{ м} = 10 \text{ см}.$$

Відповідь: довжина грані сталевго куба дорівнює 10 см.

! Підбиваємо підсумки

Дія тіла на поверхню іншого тіла визначається не тільки силою, а й площею стичних поверхонь.

Тиск — це фізична величина, яка дорівнює відношенню сили, що діє перпендикулярно до поверхні, до площі цієї поверхні.

Тиск позначають символом p та обчислюють за формулою $p = \frac{F}{S}$; одиниця тиску в СІ — паскаль ($\text{Па} = \text{Н}/\text{м}^2$).

?

Контрольні запитання

1. Від чого, крім значення та напрямку, залежить результат дії сили?
2. Дайте означення тиску.
3. У яких одиницях вимірюється тиск?
4. Дайте означення паскаля.



Вправа № 17

1. Тиск гусеничного трактора на ґрунт становить 45 кПа. Що це означає?
2. Людина, що сидить на дивані, створює на його поверхню певний тиск. Як зміниться тиск, якщо людина ляже на диван?
3. Чому комар своїм хоботком може створити тиск набагато більший, ніж тиск, що створює на підлогу людина, коли стоїть?
4. Чому для роботи в багnistій місцевості трактор на гусеницях зручніший, ніж трактор на колесах?
5. У скільки разів зміниться тиск, який створює вантажівка на поверхню дороги, якщо водій замінить вузькі шини колес на широкі? Площа контакту з дорогою широких шин у 1,5 разу більша, ніж площа контакту вузьких шин.
6. Ширина різального краю лопати становить 28 см, а його товщина дорівнює 0,25 мм. Який тиск створює лопата на ґрунт, якщо людина діє на лопату із силою 210 Н?
7. Хлопчик виїхав на лижах на снігову галявину. Сніговий покрив галявини витримує тиск 2 кПа. Ширина лиж дорівнює 10 см, довжина становить 1,5 м. Якою може бути максимальна маса хлопчика, щоб він не провалювався в сніг?



Експериментальне завдання

З'ясуйте, у скільки разів зміниться тиск, створюваний вашим письмовим столом на підлогу, якщо його перевернути ніжками догори. Знайдіть відповідь на це запитання, не перевертаючи і не зважуючи стола.