

§ 26. МЕХАНІЧНА РОБОТА. ОДИНИЦІ РОБОТИ

?! На перший погляд, навести приклади ситуацій, коли виконується робота, дуже просто. Роботу виконують верстати і машини, механізми й пристрої, будівельник, складаючи цеглини, програміст, сидючи за комп'ютером. А чи виконує роботу учень, який нерухомо тримає в руках важкий портфель? розв'язує задачу? І взагалі, що мають на увазі фізики, коли говорять про роботу?

1 Визначаємо фізичний зміст роботи

У повсякденному житті словом «робота» ми називаємо корисну дію людини або якогось пристрою. Наприклад, ми кажемо: тесляр за роботою, робота телевізора. У фізиці ж термін «робота» має більш строго визначений зміст.

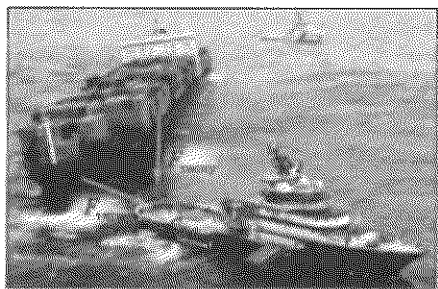


Рис. 26.1. Буксир діє на баржу і переміщує її. Груз також діє на баржу, але під його дією баржа не переміщується

Розглянемо сили, які діють на певне тіло. Так, на рис. 26.1 буксир тягне баржу і діє на неї з певною силою — силою тяги ($F_{\text{тяги}}$). Груз, розташований на баржі, тисне на неї із силою тиску ($F_{\text{тиску}}$).

Фізики у таких випадках говорять, що сила тяги виконує механічну роботу, тому що баржа рухається в напрямку сили тяги, а сила тиску механічної роботи не виконує, тому що баржа в напрямку сили тиску (тобто вниз) не рухається.

Чим більший шлях пройде баржа під дією сили тяги, тим більша механічна робота буде виконана цією силою. Механічна робота збільшиться і в разі зростання сили тяги: це станеться, якщо, наприклад, на баржу покласти додатковий вантаж або змусити буксир з баржею рухатися з більшою швидкістю. Узагалі механічна робота, яку виконує певна сила, залежить від значення сили та шляху, який тіло пройде під дією цієї сили.

Механічна робота — це фізична величина, яка дорівнює добутку сили на шлях, що пройдений тілом у напрямку цієї сили.

Механічну роботу позначають символом A та обчислюють за формулою

$$A = Fl,$$

де F — сила, яка діє на тіло; l — шлях, який пройшло тіло в напрямку цієї сили.

Одиниця роботи в СІ — **джоуль** (Дж). Вона отримала назву на честь англійського вченого Дж. Джоуля (рис. 26.2).

1 Дж — це механічна робота, яку виконує сила 1 Н під час переміщення тіла на 1 м у напрямку сили, тобто $1 \text{ Дж} = 1 \text{ Н} \cdot 1 \text{ м}$.

2 З'ясуємо, яких значень може набувати механічна робота

Ви знаєте, що сила має напрямок. Робота сили, що діє на тіло, не має напрямку, але вона може бути додатною, від'ємною або дорівнювати нулю — залежно від того, куди напрямлена сила відносно напрямку руху самого тіла.

Якщо напрямок сили збігається з напрямком руху тіла (сила «прискорює» рух тіла), то механічну роботу цієї сили вважають **додатною** (рис. 26.3, а).

Якщо напрямок сили протилежний напрямку руху тіла (сила «гальмує» рух тіла), то механічну роботу сили вважають **від'ємною** (рис. 26.3, б).

Якщо напрямок сили перпендикулярний до напрямку руху тіла, то така сила механічної роботи не виконує, тобто **дорівнює нулю** (рис. 26.3, в).

Наприклад, автомобіль рухається прямолинійною ділянкою дороги. На нього діють сила тяжіння, сила реакції опори, сила тяги двигунів, сила опору руху. Сила тяги виконує додатну роботу, сила опору — від'ємну; робота сили тяжіння та робота сили реакції опори дорівнюють нулю.

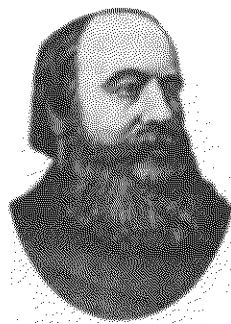


Рис. 26.2. Джеймс Прескотт Джоуль (1818–1889), відомий англійський фізик, експериментально довів закон збереження енергії, визначив механічний еквівалент тепла

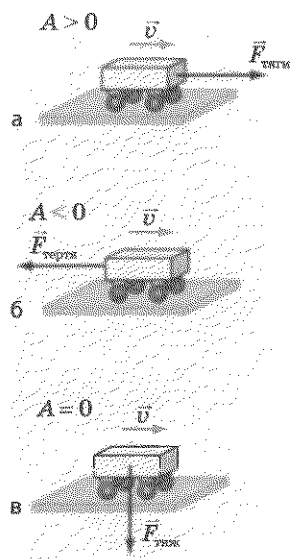


Рис. 26.3. Залежно від напрямку сили та напрямку руху тіла, до якого ця сила прикладена, механічна робота може бути додатною (а); від'ємною (б); дорівнювати нулю (в)

3 Учимся розв'язувати задачі

Задача. Під дією сили 10 Н брусок ковзає по столу зі сталою швидкістю 5 см/с. Яку роботу виконає ця сила за 20 с?

Дано:

$$F = 10 \text{ Н}$$

$$v = 5 \frac{\text{см}}{\text{с}} = 0,05 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$t = 20 \text{ с}$$

$A = ?$

Аналіз фізичної проблеми

Щоб обчислити роботу, яку виконає сила з переміщення бруска, потрібно знайти шлях, що його подолав брусок.

Пошук математичної моделі, розв'язання

За означенням $A = Fl$.

Оскільки $l = vt$, то остаточно отримаємо:

$$A = Fvt.$$

Перевіримо одиницю шуканої величини:

$$[A] = \text{Н} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \cdot \text{с} = \text{Н} \cdot \text{м} = \text{Дж}.$$

Визначимо значення шуканої величини:

$$[A] = 10 \cdot 0,05 \cdot 20 = 10; \quad A = 10 \text{ Дж}.$$

Відповідь: сила виконає роботу 10 Дж.

! Підбиваємо підсумки

Механічною роботою називають фізичну величину, яка дорівнює добутку сили на шлях, що пройдений тілом у напрямку цієї сили.

Механічна робота обчислюється за формулою $A = Fl$.

Одиниця роботи в СІ — джоуль (Дж); 1 Дж = 1 Н · 1 м.

Залежно від напрямку дії сили та напрямку руху тіла механічна робота може мати додатне значення, від'ємне значення або дорівнювати нулю.

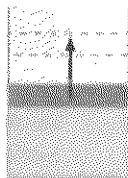
? Контрольні запитання

1. Що ми розуміємо під словом «робота» в повсякденному житті?
2. Що таке механічна робота з точки зору фізики?
3. Які умови необхідні для виконання механічної роботи?
4. Як залежить значення механічної роботи від сили та шляху, який пройшло тіло під дією цієї сили?
5. Назвіть одиниці роботи в СІ.
6. На честь якого вченого отримала свою назву одиниця роботи?
7. Що таке джоуль?
8. У яких випадках механічна робота має додатне значення? від'ємне значення? дорівнює нулю?

✍ Вправа № 26

1. Вантаж нерухомо висить на пружині. Чи виконує роботу сила пружності, що діє на нього? сила тяжіння?
2. Чи виконує роботу сила тяжіння, що діє на баскетбольний м'яч, який:
а) лежить на землі; б) котиться підлогою спортивної зали; в) летить угору; г) падає? Якщо виконує, то яку — додатну чи від'ємну?
3. Наведіть приклади ситуацій, коли сила, що діє на тіло, виконує додатну роботу; від'ємну роботу; не виконує роботи.

4. Супутник рухається навколо Землі коловою орбітою. Чи виконує роботу сила тяжіння, що діє на супутник?
- 5*. Наведіть приклади ситуацій, коли сила тертя спокою виконує роботу.
6. Поверхнею стола протягли зі сталою швидкістю вантаж, прикладаючи горизонтальну силу 50 Н. При цьому було виконано роботу 150 Дж. Який шлях подолав вантаж?
7. Камінь масою 4 кг падає з висоти 5 м. Яка сила виконує додатну роботу під час падіння каменя? Чому дорівнює ця робота?
8. Хлопчик веде велосипед, прикладаючи горизонтальну силу 40 Н. При цьому велосипед рухається рівномірно. Знайдіть швидкість руху велосипеда, якщо за 5 хв хлопчик виконав роботу 12 кДж.
9. Під дією сили тиску газу поршень у циліндрі рівномірно пересунувся на 4 см (див. рисунок). Яку роботу виконано силою тиску? Тиск газу в циліндрі є сталим і дорівнює 0,6 МПа, площа поршня становить 0,005 м².
10. Яку роботу треба виконати, щоб підняти з дна на поверхню озера камінь масою 15 кг? Глибина озера становить 2 м, середня густина каменя — 3000 кг/м³. Опором води знехтувати.



Експериментальне завдання

Визначте роботу, яку ви виконуєте, піднімаючи з підлоги на стілець відро, наповнене водою. Яку роботу при цьому виконує сила тяжіння, що діє на відро?



ФІЗИКА ТА ТЕХНІКА В УКРАЇНІ

Сергій Павлович Корольов (1907–1966) — всесвітньо відомий вчений і конструктор, творець стратегічної космічної зброї середньої та міжконтинентальної дальності в Радянському Союзі, засновник практичної космонавтики.

Саме за допомогою ракет, що були створені під керівництвом С. П. Корольова, у 1957 р. був запущений перший штучний супутник Землі; вдалося сфотографувати зворотний бік Місяця; у 1961 р. здійснив політ у космос перший космонавт нашої планети Юрій Олександрович Гагарін.

На створених Корольовим космічних кораблях «Восток» відбувся перший політ жінки у космос, уперше був здійснений вихід людини у відкритий космос.

Багато ідей ученого було реалізовано вже після його смерті. Так, технічні рішення, що були втілені в космічному кораблі «Союз», заклали підвалини для створення орбітальних станцій.

За наукові заслуги у 1958 р. С. П. Корольов був обраний дійсним членом Академії наук СРСР, йому двічі було присвоєно звання Героя Соціалістичної праці.

На честь С. П. Корольова названо вулиці в багатьох містах колишнього Радянського Союзу, зокрема в Києві, Москві. Ім'я видатного вченого було присвоєно двом науково-дослідним суднам, високогірному піку на Памірі, перевалу на Тянь-Шані.

З Україною були тісно пов'язані молоді роки Сергія Павловича Корольова. Він народився в Житомирі, навчався в Київському політехнічному інституті, свої перші розробки літальних апаратів — планерів — випробував у Криму, поблизу Коктебеля.