

# Згадуємо сили в природі



# Сила пружності

Що відбудеться якщо:



На пружинний амортизатор  
подіяти з певною силою?



Пом'яти в руці шматочок  
пластиліну?



Натягти тятиву лука?

**Деформація** – зміна форми та (або) розмірів тіла



# Деформація – зміна форми та (або) розмірів тіла

## Види деформації

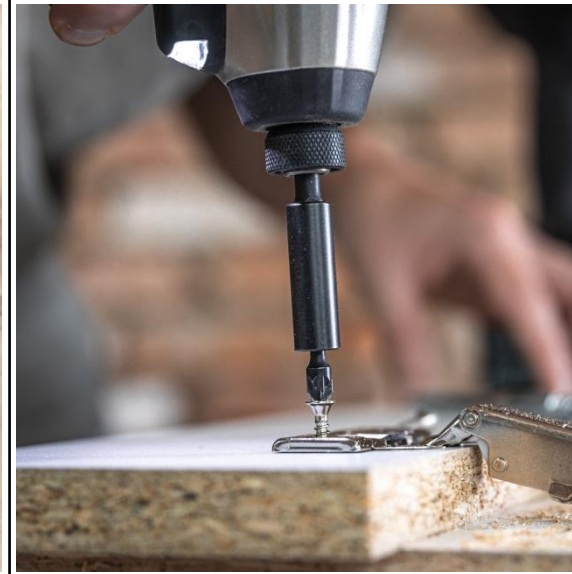
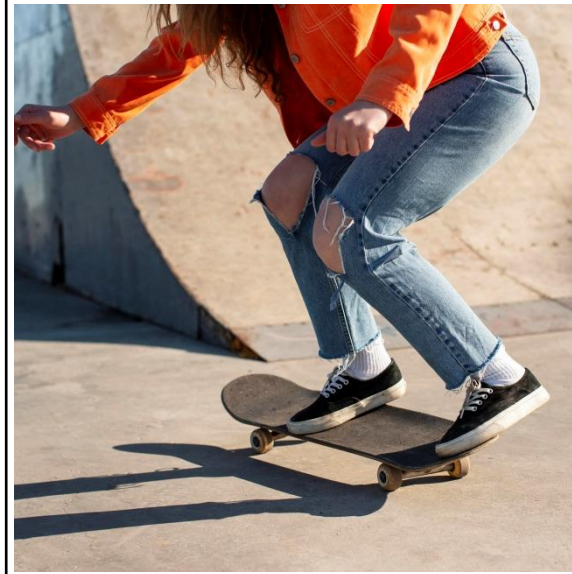
розтягнення

стиснення

вигин

кручення

зсув



Настроюємо гітару – розтягуємо струни

Сідаємо в автомобіль – пружини підвіски стискаються

Стаємо на скейтборд – скейтборд вигинається

Затягуємо шуруп – відбувається кручення викрутки

Пересуваємо меблі – відбувається деформація зсуву



# Пружні та пластичні деформації

Види деформації за здатністю тіла до відновлення форми та розмірів.



**Пружні деформації**

(повністю зникають після припинення дії на тіло зовнішніх сил)



**Пластичні деформації**

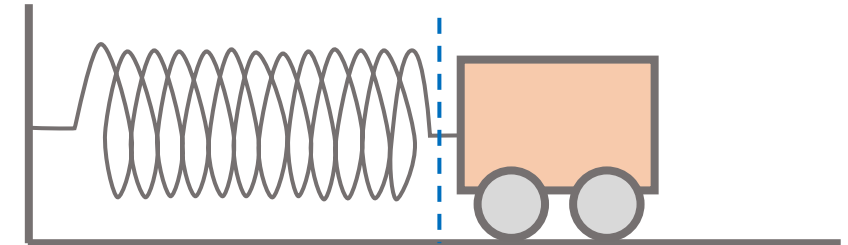
(зберігаються після припинення дії на тіло зовнішніх сил)

# Сила пружності

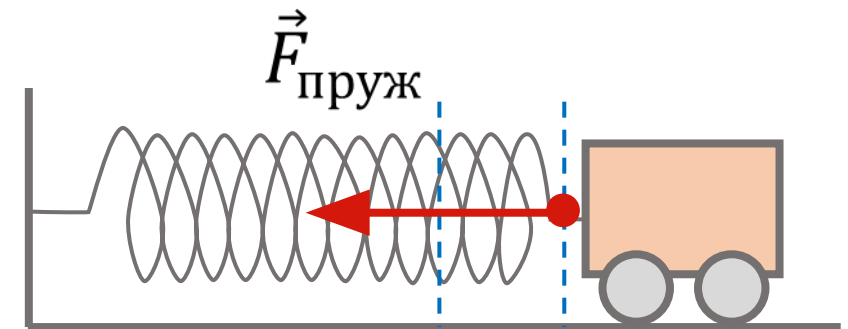
Сила пружності  $\vec{F}_{\text{пруж}}$  – це сила, яка виникає під час деформації тіла і напрямлена протилежно напрямку зміщення частин цього тіла в ході деформації

$$[F_{\text{пруж}}] = \text{Н}$$

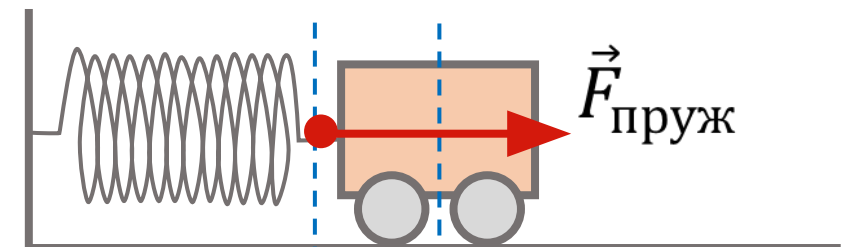
НЬЮТОН



Пружина недеформована – сила пружності відсутня



Пружина розтягнута – сила пружності намагається стиснути пружину



Пружина стиснута – сила пружності намагається розтягнути пружину

# Закон Гука

У разі малих пружних деформацій сила пружності прямо пропорційна видовженню тіла і завжди намагається повернути тіло в недеформований стан

$$F_{\text{пруж}} = kx$$

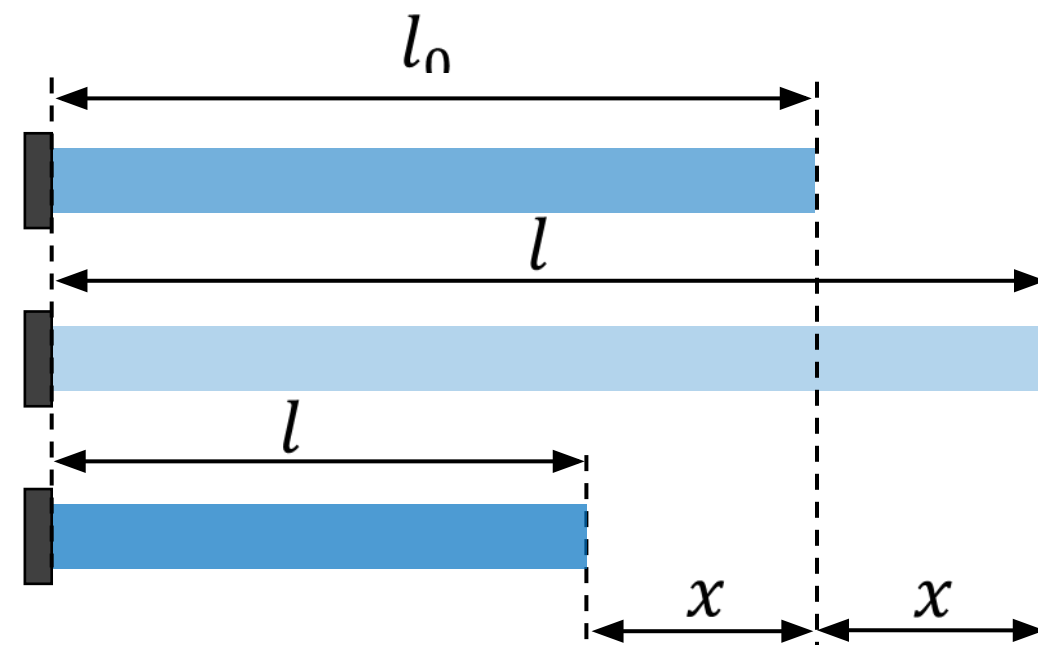
$F_{\text{пруж}}$  – сила пружності

$x$  – видовження тіла

$k$  – жорсткість тіла

$$k = \frac{F_{\text{пруж}}}{x}$$

$$[k] = \frac{\text{Н}}{\text{М}}$$



$$x = |l - l_0|$$

$l$  – довжина деформованого тіла

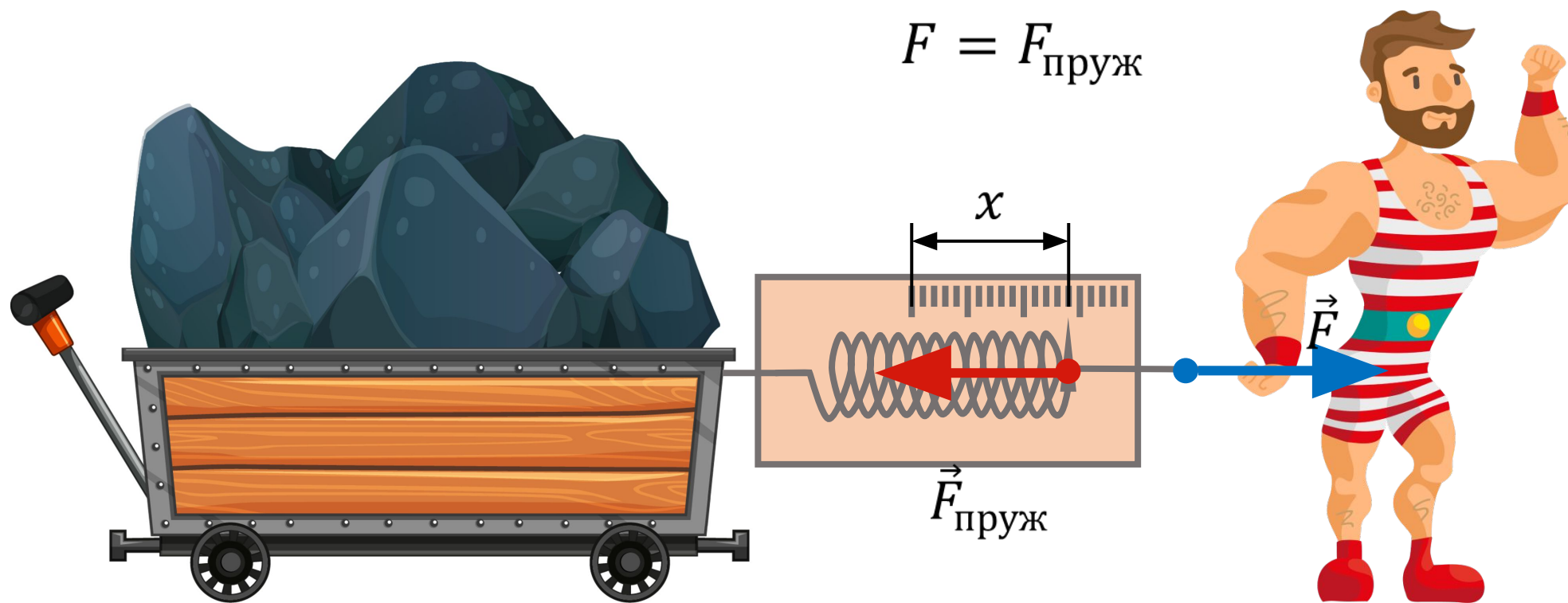
$l_0$  – довжина недеформованого тіла



# Динамометр

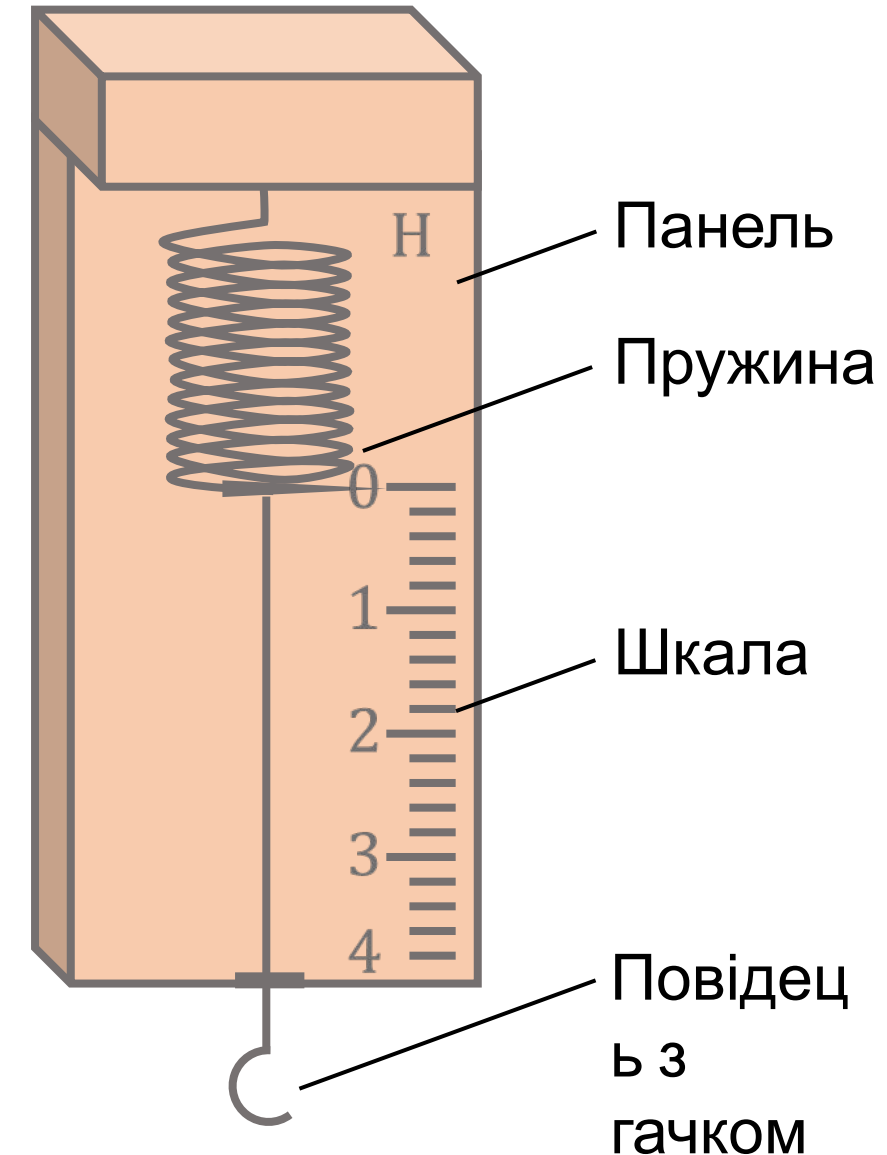
Динамометр – прилад для вимірювання

СИЛИ



Принцип роботи динамометра ґрунтується на порівнянні будь-якої сили із силою пружності

пружини



# Сила тяжіння

Це сила, з якою Земля притягує до себе тіла, що перебувають на її поверхні або поблизу неї

$x$

$$[F_{\text{тяж}}] = \text{Н}$$

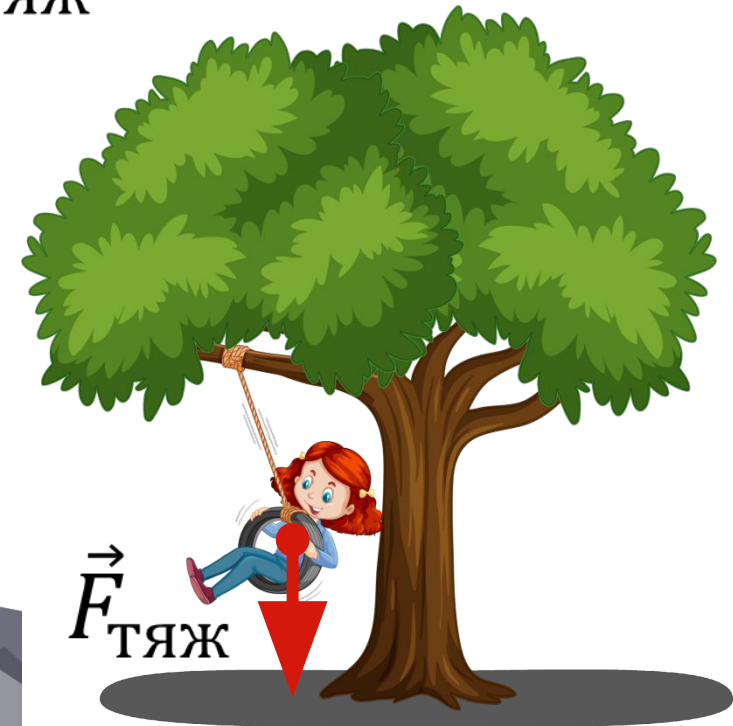
$F_{\text{тяж}}$  – значення сили тяжіння

$\sim$

$g$  – прискорення вільного падіння

$$g = 9,8 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

що відбувається з тілами внаслідок притягання до Землі?



Сила тяжіння прикладена до центра тіла, яке притягується Землею, і напрямлена вертикально

вниз до центра Землі



# Вага тіла

Вага тіла  $\vec{P}$  – це сила, з якою внаслідок притягання до Землі тіло тисне на горизонтальну опору або розтягує вертикальний підвіс

Якщо тіло перебуває в стані спокою або прямолінійного рівномірного руху, то його вага збігається за напрямком із силою тяжіння і дорівнює їй за значенням

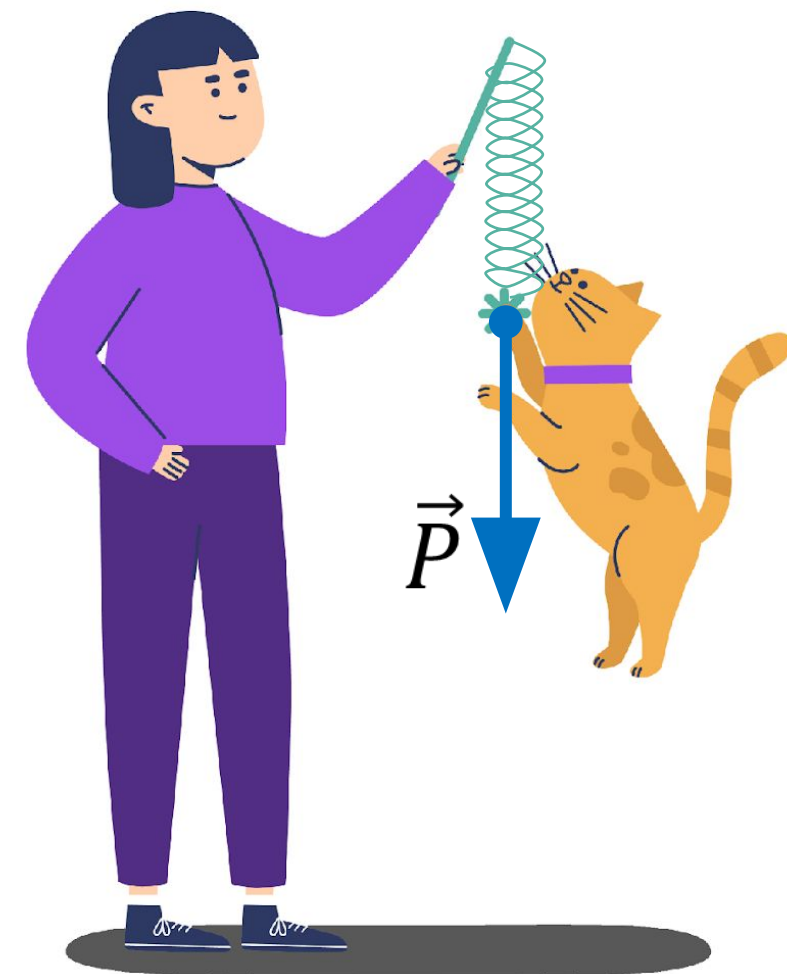
$$P = mg$$

$$[P] = \text{Н}$$

$P$  – вага тіла

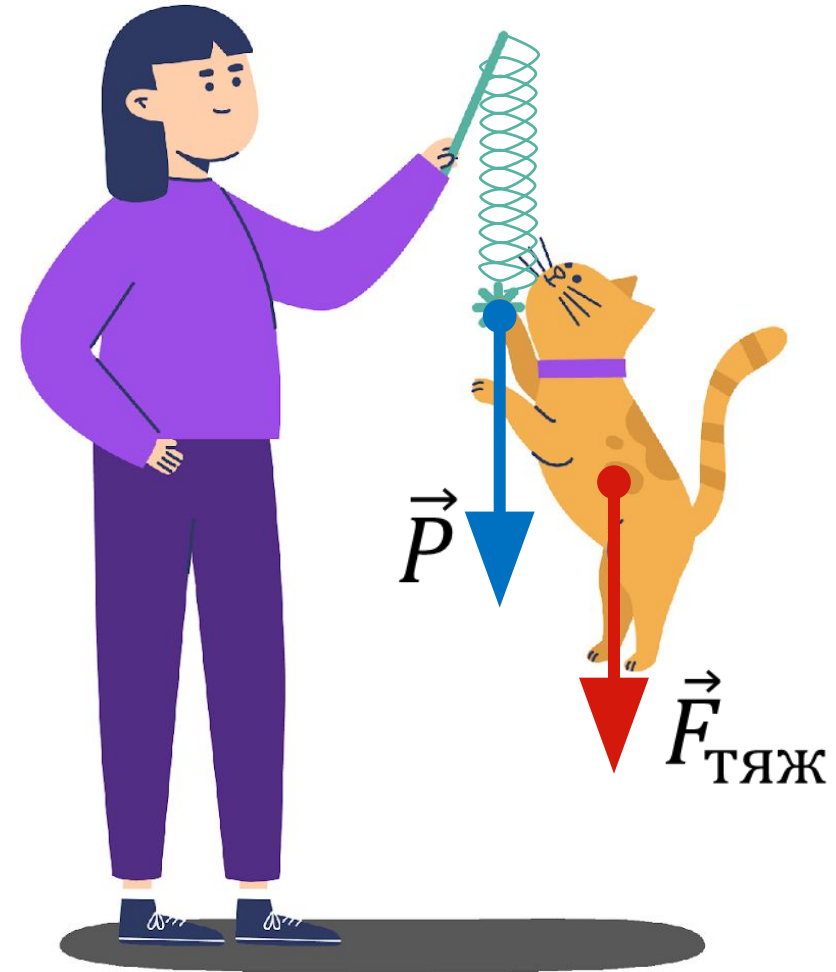
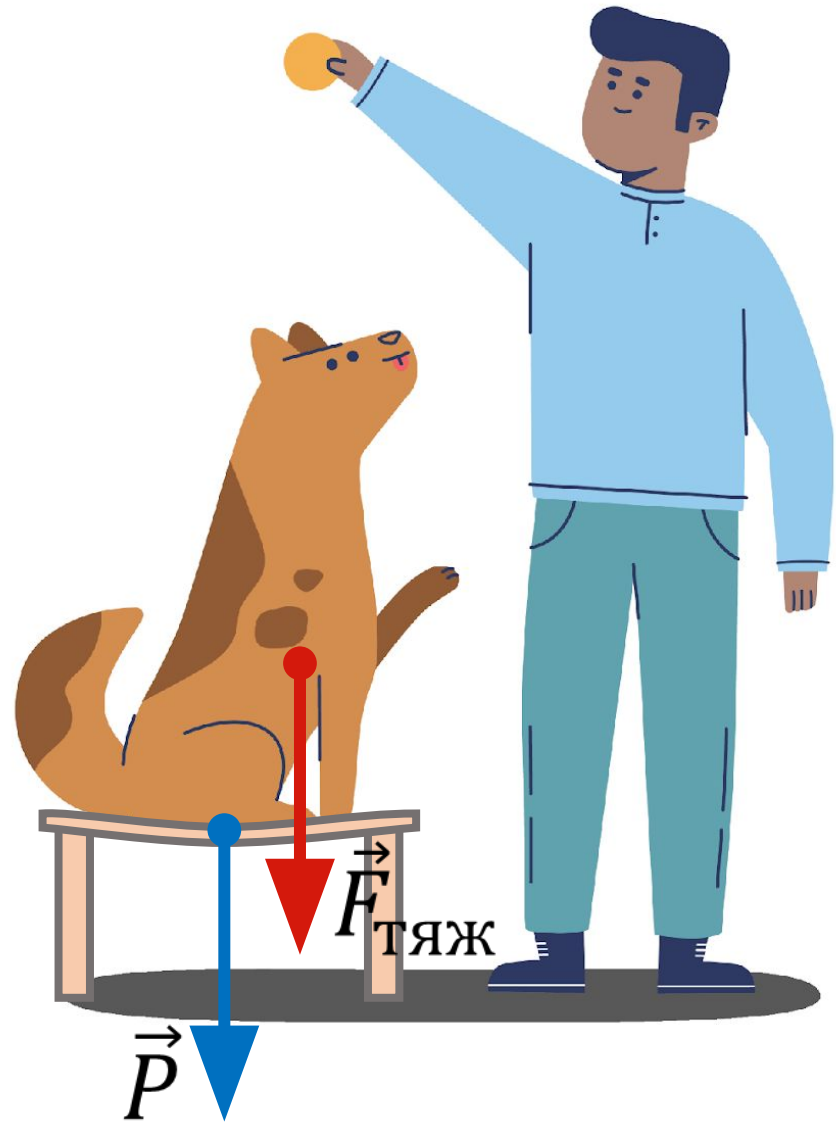
$m$  – маса тіла

$g$  – прискорення вільного падіння



Яка різниця між силою тяжіння та вагою?

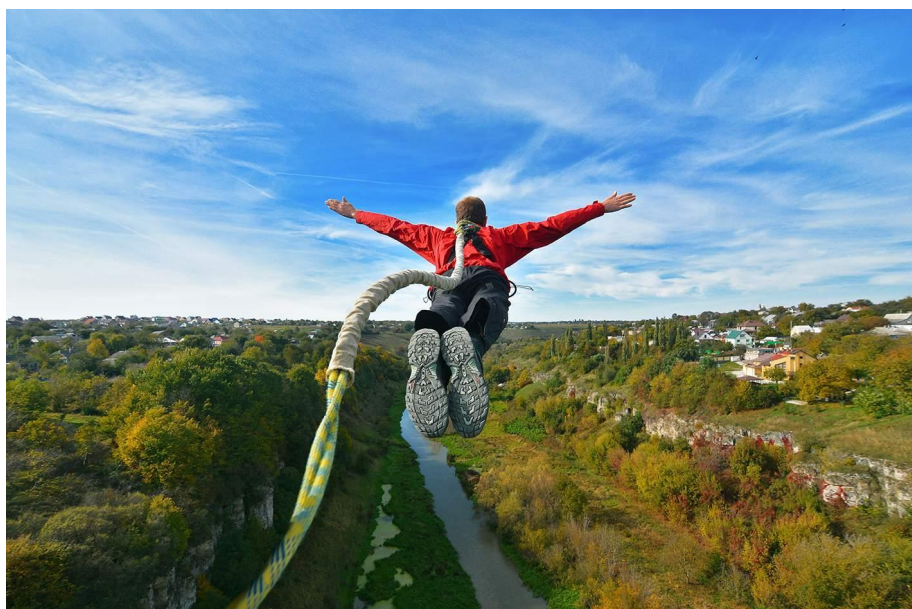
Сила тяжіння діє на тіло, вага тіла діє на опору або підвіс





# Стан невагомості

**Невагомість** – це такий стан тіла, за якого тіло не діє на опору чи підвіс



Коли тіло рухається під дією лише сили тяжіння, то воно перебуває в стані **невагомості** (його вага дорівнює нулю  $P = 0$ )

# Види тертя

## Види тертя

$$v = 0$$



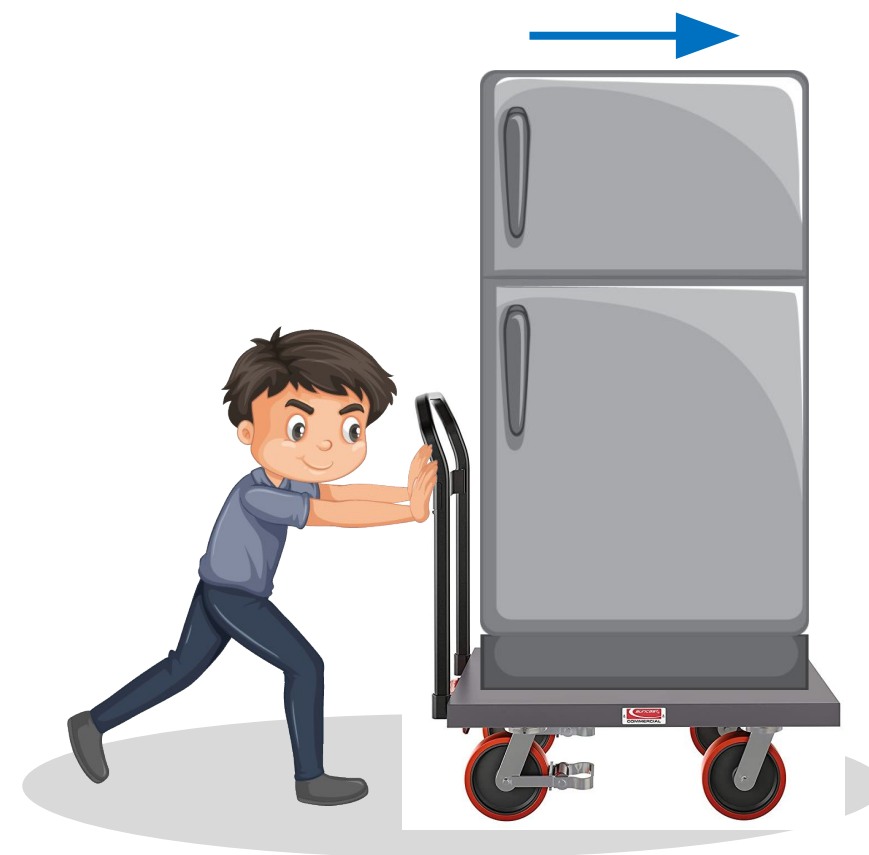
**Тертя спокою**  
виникає в разі спроби  
зрушити одне тіло відносно  
іншого

$$\vec{v}$$



**Тертя ковзання**  
виникає, коли одне тіло  
ковзає по поверхні іншого

$$\vec{v}$$



**Тертя кочення**  
виникає, коли одне тіло  
котиться по поверхні іншого



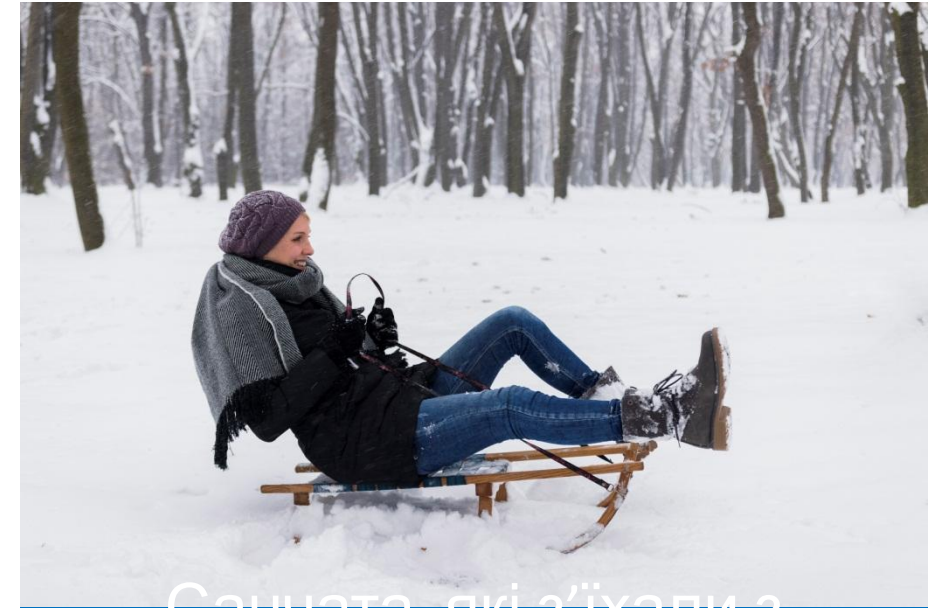
# Сила тертя



Автомобіль, вимкнувши двигун згодом зупиниться



Шайба, рухаючись по льоду згодом зупиниться



Санчата, які з'їхали з льодяної гірки згодом зупиняться

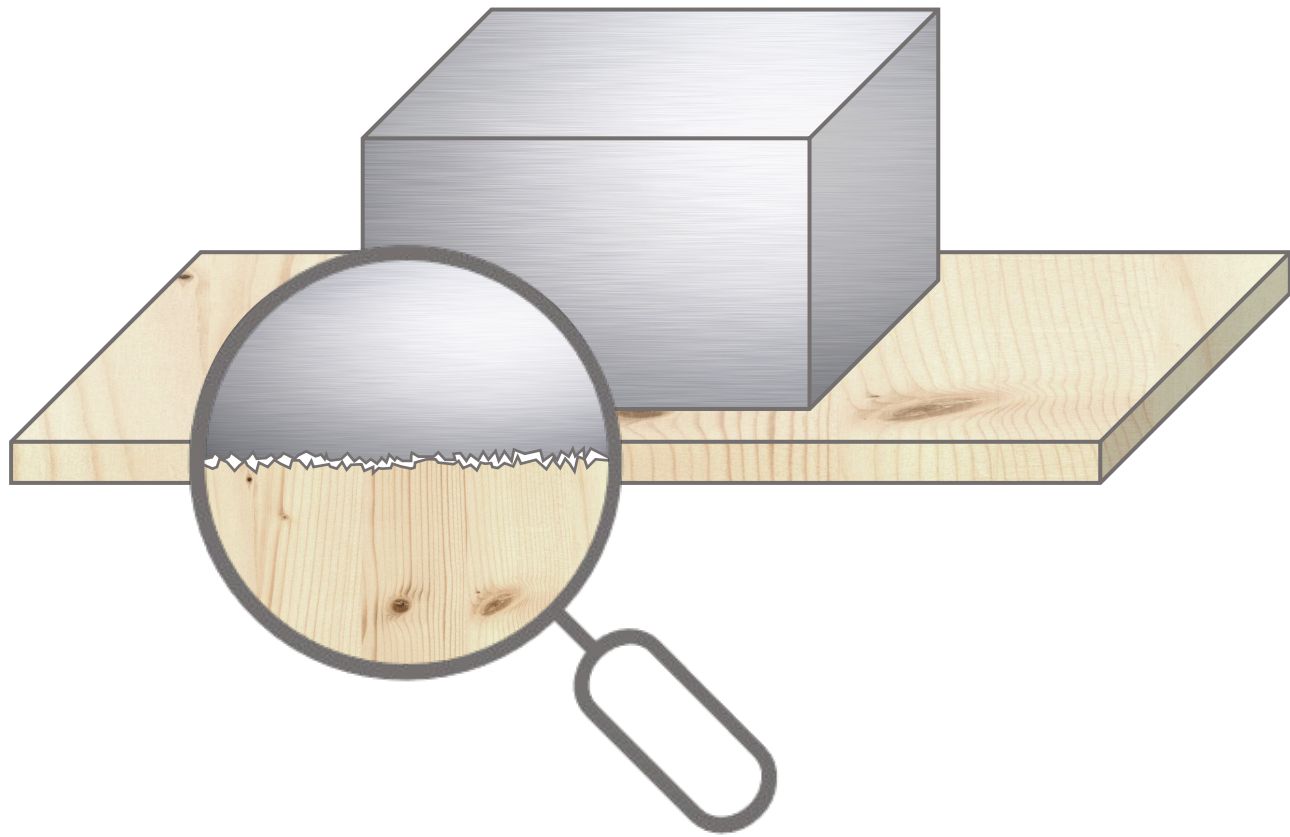
Що ж є причиною зменшення швидкості руху тіл?

Сила тертя  $\vec{F}_{\text{тертя}}$  – це сила, яка виникає при русі одного тіла по поверхні іншого і перешкоджає їх відносному переміщенню

Які причини виникнення сили тертя?

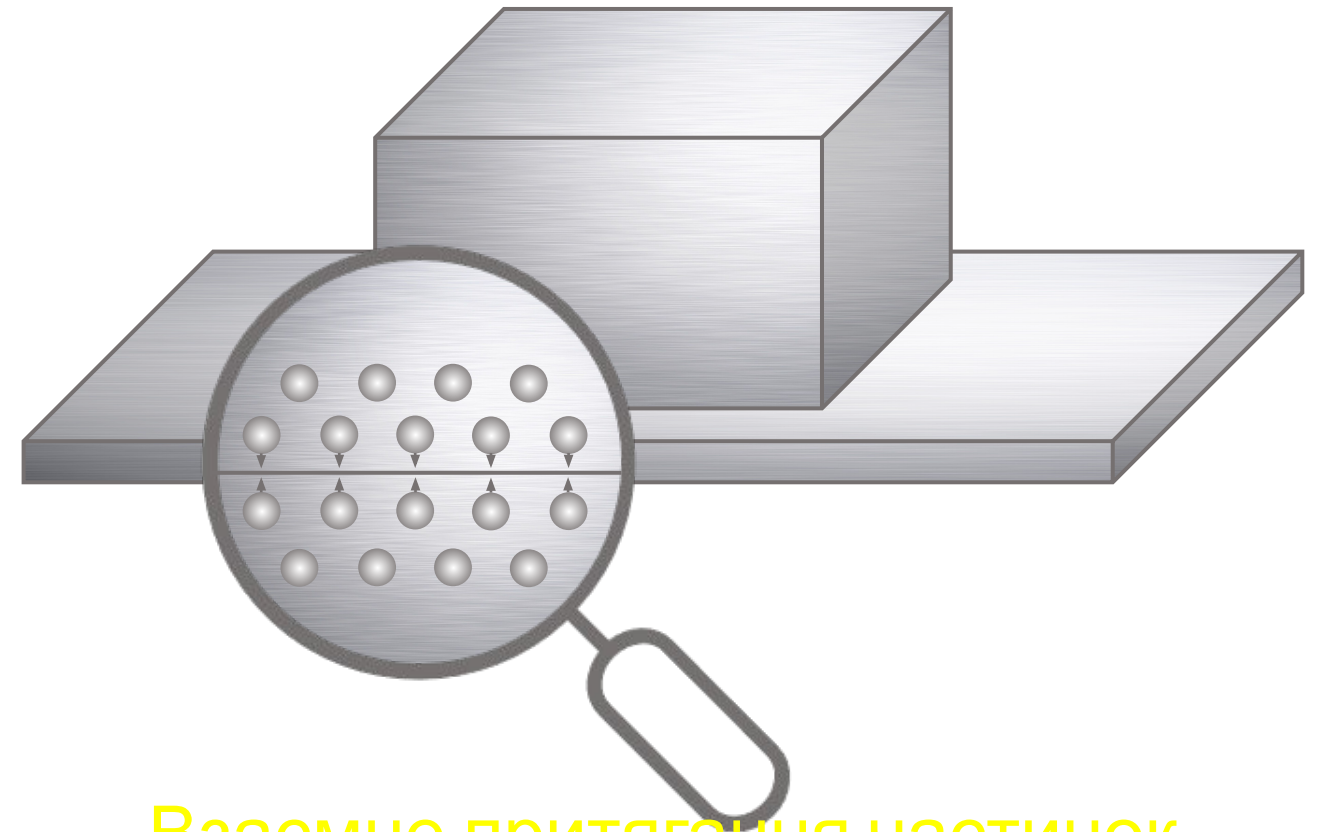
# Причини виникнення сили тертя

## ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ СИЛИ ТЕРТЯ



### Нерівність дотичних поверхонь

Коли одне тіло ковзає або намагається ковзати по поверхні іншого, нерівності чіпляються одна за одну й деформуються. Виникають сили пружності, направлені в бік, протилежний деформації



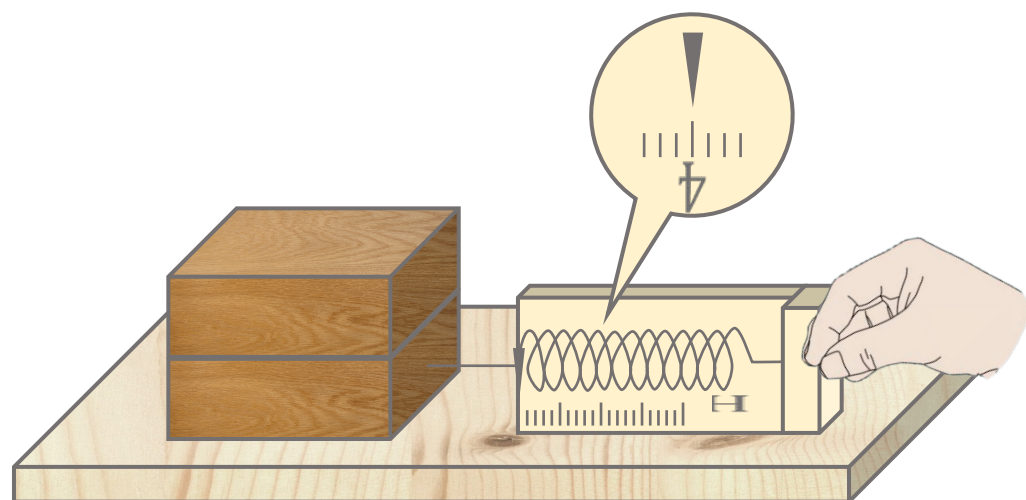
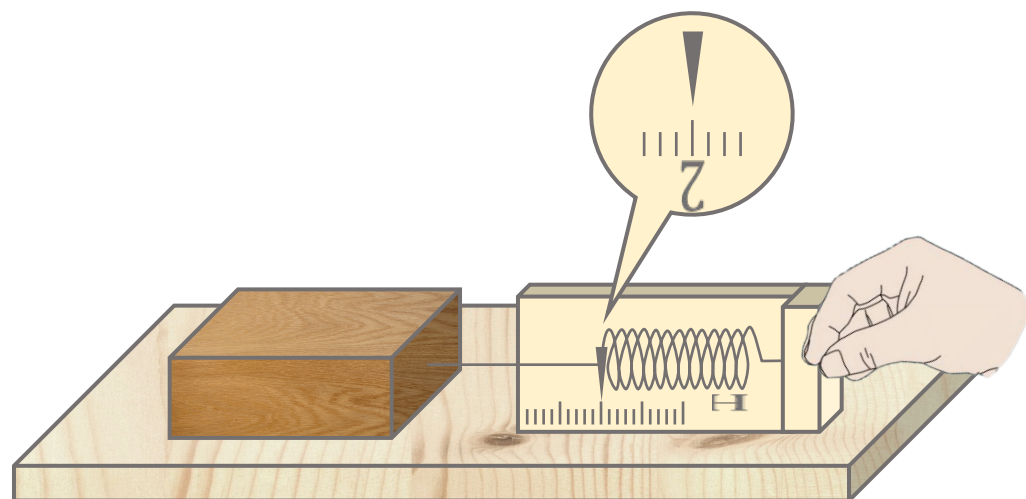
### Взаємне притягання частинок (атомів, молекул, йонів) дотичних поверхонь

Якщо поверхні тіл дуже добре відполіровано, то їх частинки розміщуються так близько одна до одної, що помітно починає проявлятися притягання між



# Сила тертя ковзання

Що більша сила притискає тіло до поверхні, то більша сила тертя виникає при цьому.



Як зменшити силу тертя ковзання?

**Закон Амонтона – Кулона:** Сила тертя ковзання не залежить від площі дотику тіл і прямо пропорційна силі  $N$  нормальної реакції опори

$$F_{\text{тертя ковз}} = \mu N$$

$$\mu = \frac{F_{\text{тертя ковз}}}{N}$$

$N$  – сила нормальної реакції опори

$\mu$  («мю») – коефіцієнт тертя ковзання

$$[\mu] = \frac{H}{H} = 1$$

Матеріали	Коефіцієнт тертя ковзання	Матеріали	Коефіцієнт тертя ковзання
Сталь по льоду	0,02	Папір (картон) по дереву	0,40
Сталь по сталі	0,20	Шкіра по чавуну	0,56
Дерево по дереву	0,25	Гума по бетону	0,75