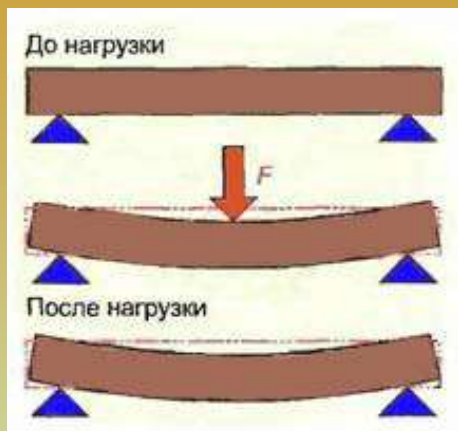


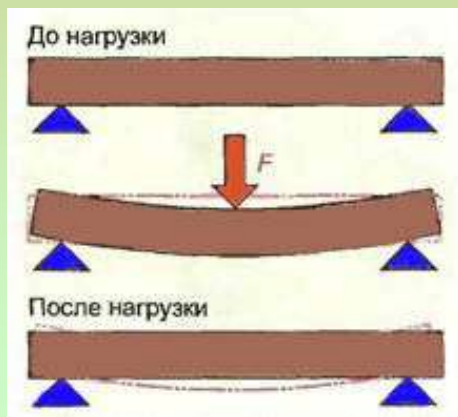
Сили пружності



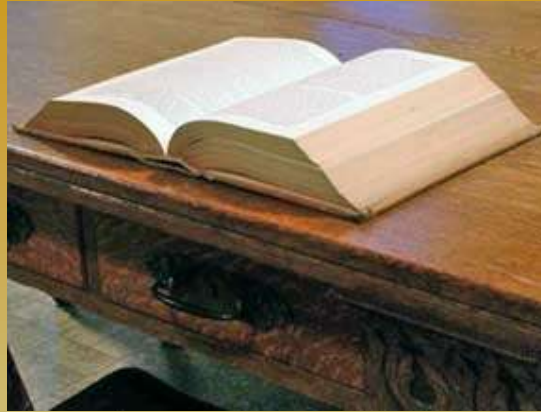
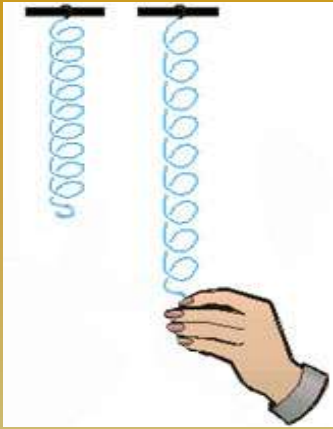
Деформація — це зміна форми або розмірів тіла.



Деформація тіла називається **пластичною**, якщо після зняття навантаження розміри й форма тіла не відновлюються.



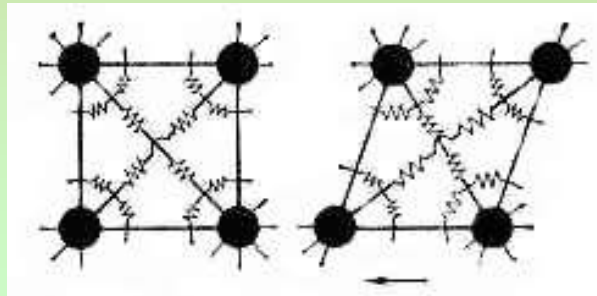
Деформація тіла називається **пружною**, якщо після зняття навантаження повністю відновлюються розміри й форма тіла.

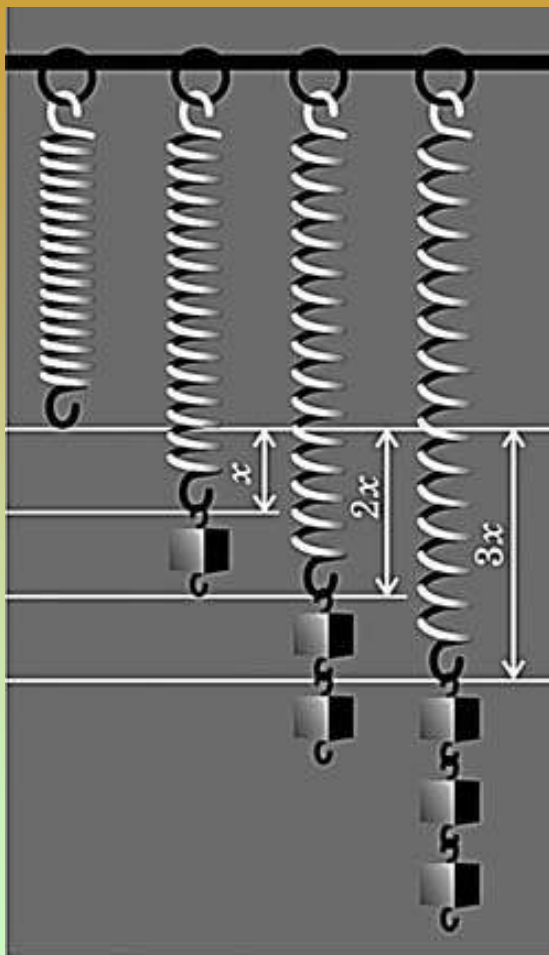


Деформацію тіла легко помітити, але часто деформація не помітна для наших очей.

Сили пружності виникають при деформації тіла, тобто при зміні його форми.

Причиною виникнення сил пружності у тілі є взаємодія його молекул, які розташовані на певній відстані одна від одної.





За величиною
деформації можна
судити про величину
прикладеної сили.

Співвідношення між силою пружності й видовженням пружини вперше було встановлено англійським фізиком Робертом Гуком.

Тому його називають законом Гука:
Модуль сили пружності $F_{\text{пр}}$ прямо пропорційний видовженню тіла x :



Коефіцієнт пропорційності
 k - жорсткість тіла.

Він чисельно дорівнює силі, яку необхідно прикласти для того, щоб розтягти тіло на одиницю довжини.

Одиницею виміру жорсткості в СІ є **Н/м** .

$$F_{\text{пр}} = kx$$



Силу пружності часто використовують для вимірювання сил.

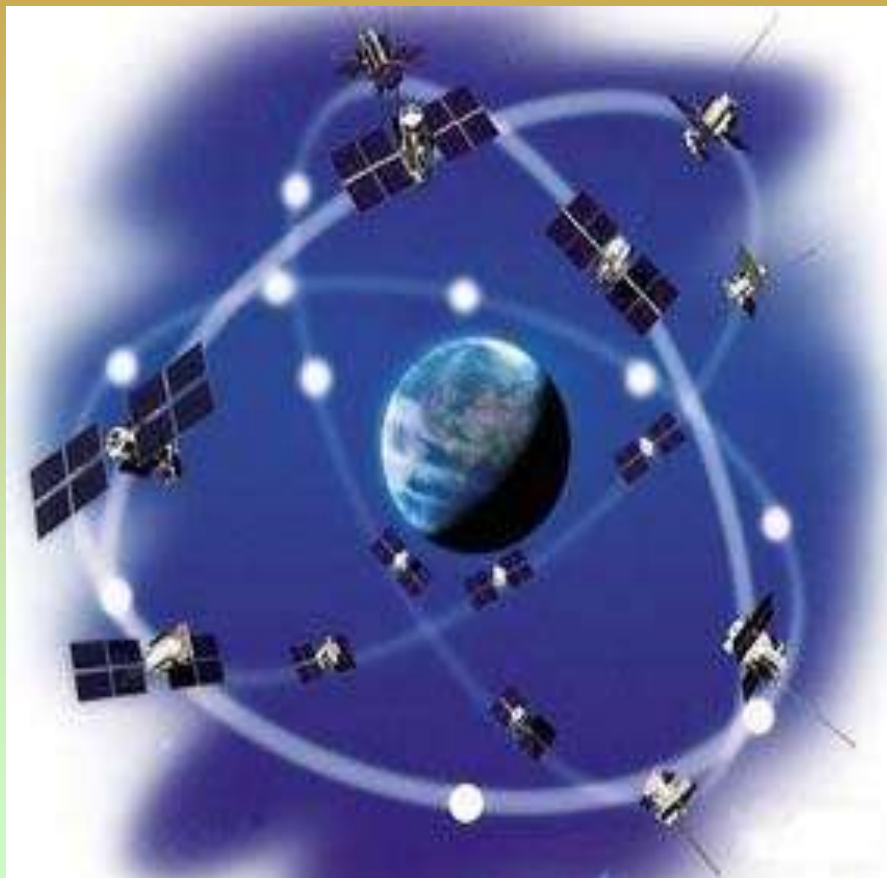
Прилад для вимірювання сили називають *динамометром*.

При градуюванні пружинного динамометра використовується закон Гука.

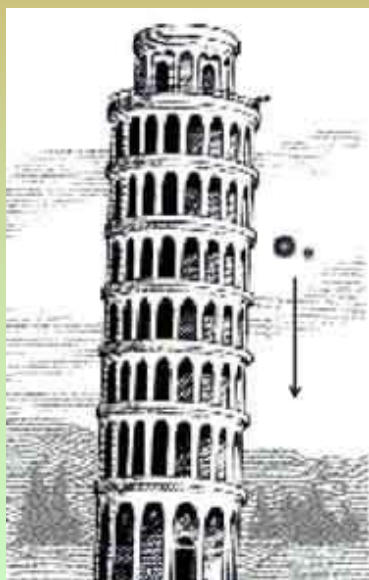
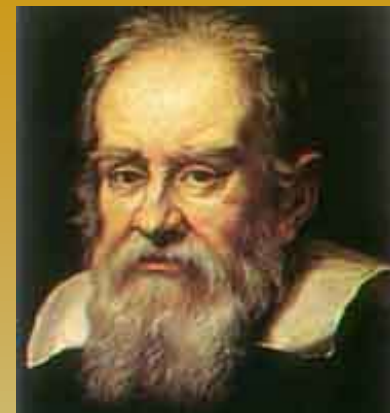


За допомогою динамометра можна порівнювати сили за модулем, а також визначати напрямок дії сили.

Сила тяжіння. Вага й невагомість



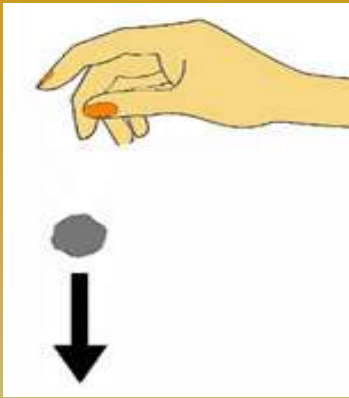
Галілей підтвердив, що в **ідеальній ситуації**— всі тіла падали б однаково.



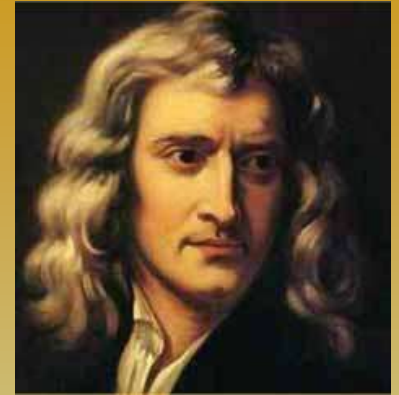
Падіння тіл за відсутності опору повітря називають **вільним падінням**.

При вільному падінні всі тіла падають однаково.

Виміри показали, що при вільному падінні швидкість тіла щосекунди збільшується на **9,8м/с**.



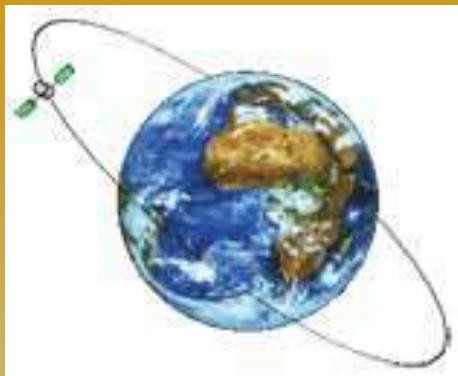
Сили взаємодії між каменем і
Землею — це
сили всесвітнього тяжіння.



*Ньютон дійшов висновку, що сила притягання двох тіл
пропорційна масам цих тіл й обернено пропорційна квадрату
відстані між ними.*

Сила тяжіння визначається як сила, з якою тіло притягується до
Землі в даному місці.

Ознакою дії сили завжди є зміна швидкості руху тіла.



*Силу, з якою Земля притягує до себе тіло, називають **силою тяжіння**.*

Ньютон довів, що сила тяжіння прямо пропорційна масі тіла, а коефіцієнт пропорційності — **9,8 Н/кг**.

Цей коефіцієнт називають **прискоренням вільного падіння**.

Тому **модуль сили тяжіння** можна виразити через масу тіла **m** й прискорення вільного падіння **g** так:

$$F_{\text{т}} = g m$$

Силу, з якою тіло внаслідок притягання його Землею тисне на опору або розтягує підвіс, називають **вагою тіла**.

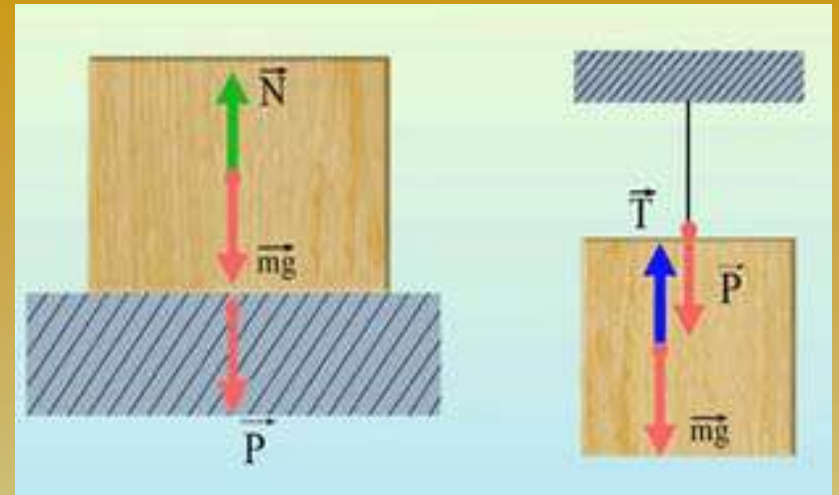


Сила тяжіння визначається як сила, з якою тіло притягується до Землі.

Вага — як сила, з якою тіло під дією сили тяжіння діє на опору або розтягує підвіс.

Ці сили діють на різні тіла: сила тяжіння — на саме тіло, а вага — на підставку або підвіс.

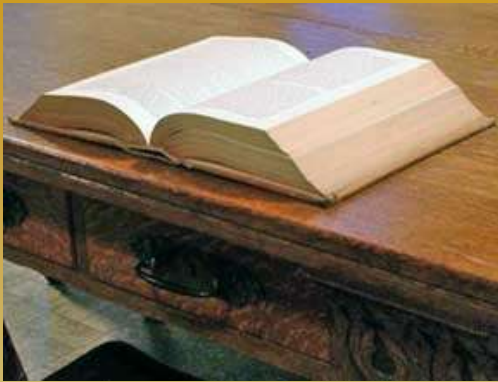
Якщо тіло нерухоме або рухається рівномірно, то сила тяжіння й вага рівні за модулем.



Вагу тіла позначають буквою ***P***.

Вага тіла у стані спокою дорівнює силі тяжіння, що діє на це тіло:

$$P = mg$$



Якщо на столі нерухомо лежить книга масою 500 г, то на цю книгу діє сила тяжіння 5 Н, але й вага цієї книги також дорівнює 5 Н.

Однак це не означає, що вага й сила тяжіння — та сама сила. Ці сили істотно відрізняються одна від одної.

По-перше, ці сили прикладені до різних тіл: сила тяжіння прикладена до тіла, а вага тіла — до опори або підвісу.

По-друге, ці сили мають різну фізичну природу: сила тяжіння — це прояв сил всесвітнього тяжіння, що діють на відстані, а вага — зазвичай сила пружності, що діє при безпосередньому контакті.

І, нарешті, сила тяжіння діє на тіло, що перебуває поблизу Землі, завжди, а вага тіла може при цьому дорівнювати нулю.

Стан, за якого вага тіла дорівнює нулю, називають **невагомістю**.

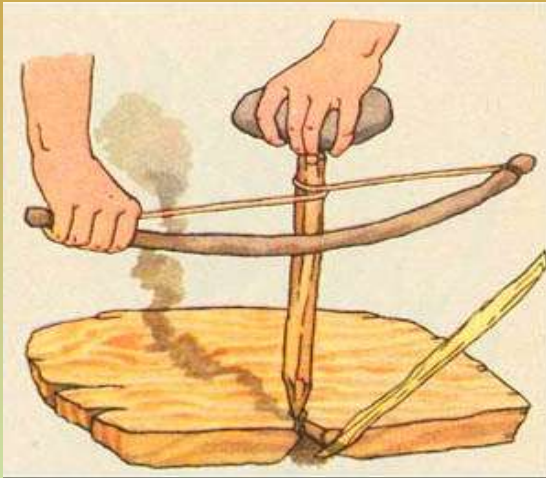


У тривалому стані невагомості перебувають космонавти в космічному кораблі, коли його двигуни **вимкнені**. При цьому космонавти разом з космічним кораблем рухаються під дією **тільки сил тяжіння (з боку Землі, Місяця або яких-небудь інших космічних тіл)**.

Сили тертя



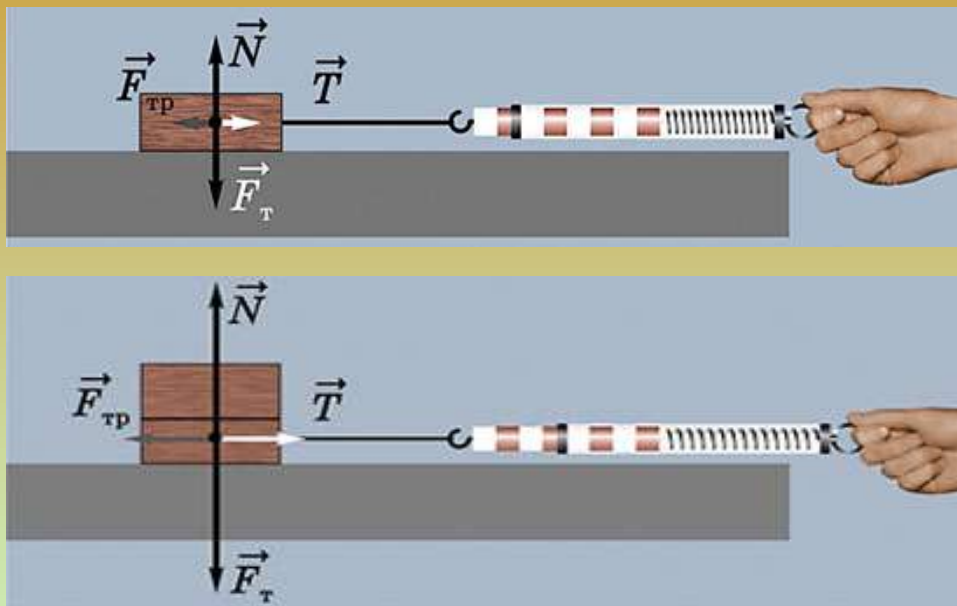
Два найголовніших винаходи — **колесо** й **добування вогню** — пов'язані саме із прагненням зменшити й збільшити ефекти тертя.



Сила тертя ковзання — це сила, що виникає при ковзанні одного тіла по поверхні іншого тіла.

Сила тертя ковзання завжди спрямована **проти** напрямку руху тіла, до якого вона прикладена.

Сила пружності з боку пружини $\vec{T}$ врівноважує силу тертя ковзання $\vec{F}_{\text{тер}}$ тому за показниками динамометра можна визначити модуль сили тертя.



Подвоїмо силу ваги (і силу нормального тиску). При цьому сила тертя ковзання збільшилася також у **два рази**.

Це наводить на думку, що
*модуль сили тертя ковзання $F_{\text{тер}}$
пропорційний модулю сили
нормального тиску N .*

$$F_{\text{тер}} = \mu N$$

Коефіцієнт пропорційності μ називається *коефіцієнтом тертя ковзання*. Він визначається матеріалом дотичних поверхонь та якістю їх обробки.

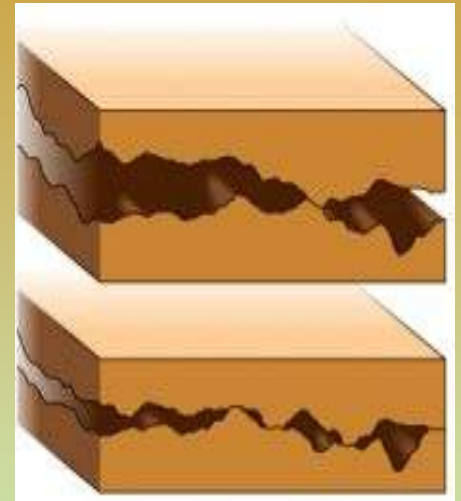
Коефіцієнт тертя визначається експериментально.

Матеріали	Коефіцієнт тертя
Сталь по льоду	0,02
Сталь по сталі	0,20
Дерево по дереву	0,25
Шкіра по чавуну	0,56
Гума по бетону	0,75

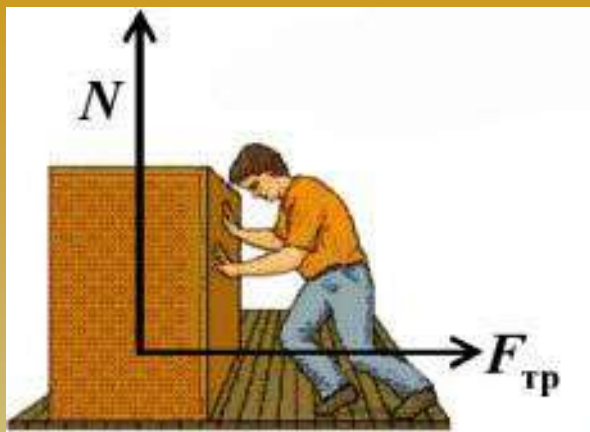


Сила тертя спокою виникає з двох причин.

а) На шорсткуватих поверхнях існують нерівності. При спробі зрушити одне тіло відносно іншого ці нерівності зачіпаються одна за одну, у результаті чого виникають сили, подібні до сил пружності.



б) Якщо обидві поверхні ретельно відшліфовані, при зіткненні поверхонь виникають сили міжмолекулярного притягання. Це може призвести навіть до прилипання поверхонь.



Сила тертя спокою виникає при спробі зрушити одне з дотичних тіл щодо іншого й тому перешкоджає руху тіл одне щодо одного.

Сила тертя спокою не може перевищувати «граничну» величину, що називається **максимальною силою тертя спокою**.

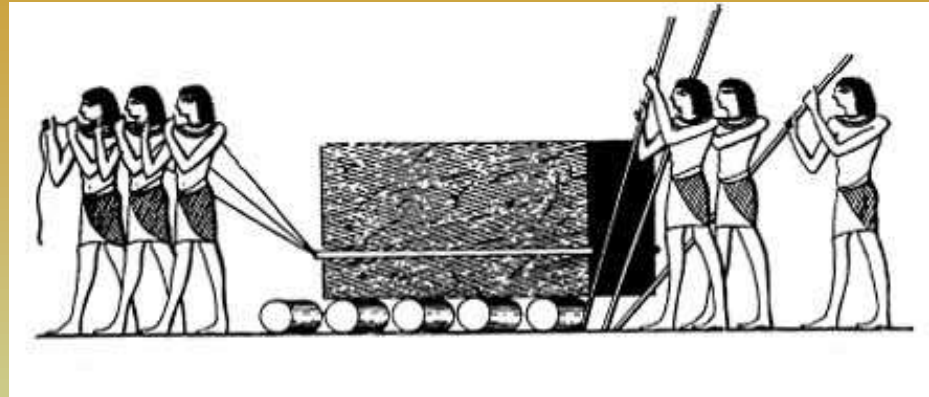
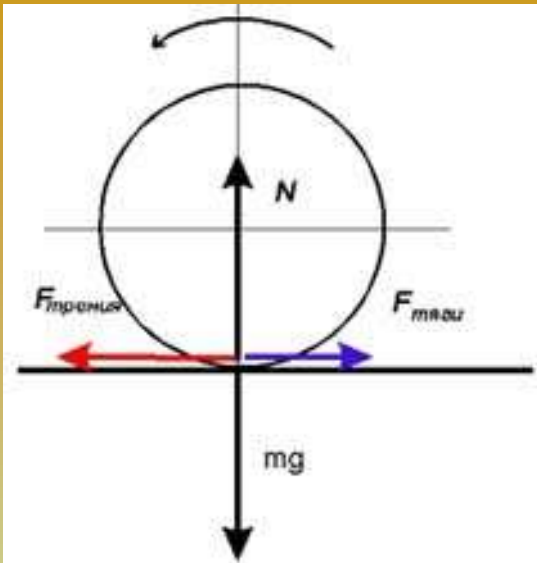
Максимальна сила тертя спокою трохи більше сили тертя ковзання, однак у багатьох задачах для спрощення ці сили вважають рівними.



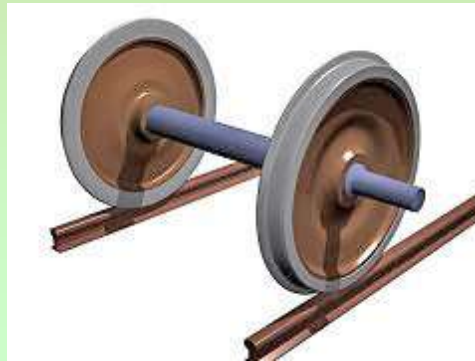
Сила тертя спокою може набувати значень від нуля до **$F_{\text{тер.спок. max}}$** .

Незважаючи на свою назву, сила тертя спокою часто приводить тіла в рух.

Тертя кочення завжди буде **менше**
тертя ковзання.



Звичайне тертя кочення тим менше, чим **твердіші** поверхні
дотичних тіл.





Оскільки тертя насправді існує не тільки для того, щоб додавати нам турбот і роботи; воно так само рятує нас від чималих турбот і часто полегшує нашу працю.

