

**Тертя. Сили тертя.  
Коефіцієнт тертя ковзання.  
Тертя в природі й техніці**

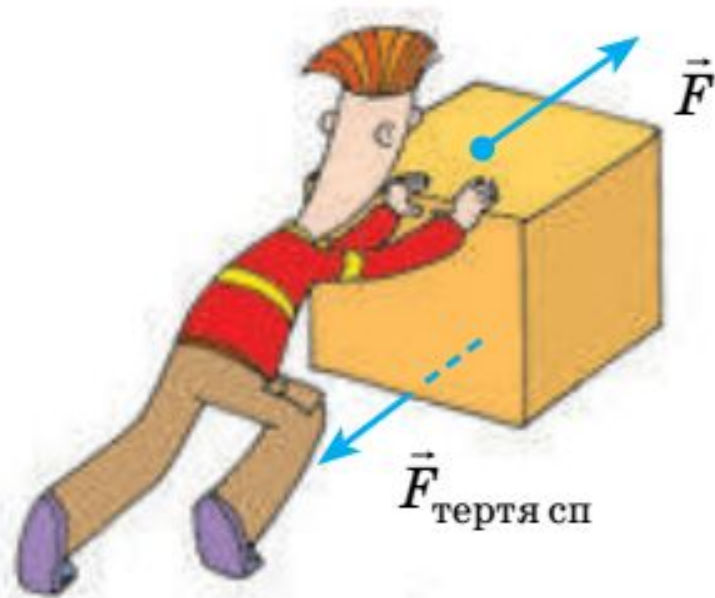


Французький фізик Гійом Амонтон (1663–1705), розмірковуючи про роль тертя, писав: «Усім нам траплялося виходити в ожеледицю: скільки зусиль потрібно, щоб утриматися від падіння, скільки смішних рухів доводиться робити, аби встояти на ногах... Уявімо, що тертя зникло зовсім. тоді ніякі тіла, чи то завбільшки з кам'яну брилу, чи то малі, як піщинки, ніколи не втримаються одне на одному. якби не було тертя, земля являла б собою кулю без нерівностей, подібну до рідкої краплини». Саме про силу тертя ми сьогодні з вами поговоримо.

**Тертя — один із видів взаємодії тіл. Зрушивши з місця, тіло починає ковзати по поверхні іншого тіла, і між ними вже існує сила тертя.**

**Сила тертя — це сила, що виникає в місцях дотику поверхонь і перешкоджає їх відносному переміщенню.**

Сили тертя — це ще один вид сил, які діють під час механічних явищ і які відрізняються від сили тяжіння і сили пружності.



# Види тертя

*Тертя  
спокою*

*Тертя  
ковзання*

*Тертя  
кочення*



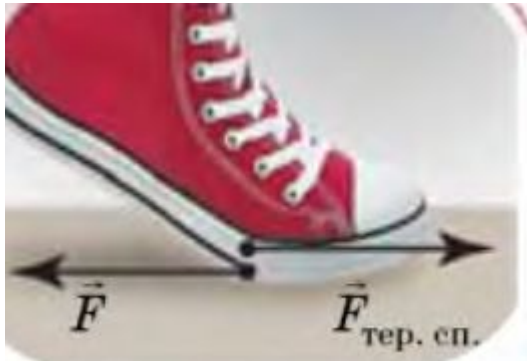
**Сила тертя ковзання** виникає у випадку, коли одне тіло ковзає по поверхні іншого. Прикладом такого тертя є ковзання санок чи лиж по снігу.



**Сила тертя кочення** виникає, якщо одне тіло не ковзає, а котиться по іншому. Прикладом такого тертя є кочення коліс роликів ковзанів по поверхні асфальту коліс велосипеда, автомобіля чи будь-якого іншого круглого предмета.

**Сила тертя кочення і сила тертя ковзання напрямлені проти руху тіла**

**Сила тертя спокою** — це та сила, яка заважає вам зрушити з місця стіл, шафу, ліжко тощо. Сила тертя спокою перешкоджає розв'язуватися банту, може утримувати тіло на поверхні похилої площини. Сила тертя спокою напрямлена проти того руху, який мав би виникнути. Ця сила виникає при спробі вивести тіло із стану спокою. Найбільша сила тертя спокою дорівнює прикладеній силі, яка виводить тіло зі стану спокою. Саме завдяки силі тертя спокою ви можете ходити: оскільки підшва не ковзає по поверхні дороги, то сила тертя між нею та дорогою — це сила тертя спокою.





Однією з причин виникнення сили тертя є шорсткість поверхонь тіл. Навіть гладенькі на вигляд поверхні тіл мають нерівності, горбики і подряпини. На малюнку зображено ці нерівності у збільшеному вигляді. Коли одне тіло ковзає або котиться по поверхні іншого, ці нерівності зачіпляються одна за одну — виникає сила, що заважає руху.



Інша причина тертя — взаємне притягання молекул поверхонь дотику. Коли поверхні тіл шорсткі, грубо оброблені, то виникає сила тертя, зумовлена переважно першою причиною. А коли поверхні дотику добре відполіровані, частина їх молекул розміщується так близько одна від одної, що відчутним стає притягання між молекулами тіл.

Силу тертя можна зменшити в багато разів, якщо ввести між поверхнями дотику мастило. У цьому випадку мастило роз'єднує поверхні дотику. Тепер ковзають одна по одній не поверхні тіл, а шари мастила, і тертя шарів рідин менше за тертя твердих тіл. Так, наприклад, добре ковзає по снігу змащена лижа.

Коли тертя корисне – його намагаються збільшити, коли шкідливе - зменшити.



Способи збільшення і зменшення сили тертя:

Збільшення	Зменшення
В ожеледь посипають тротуари і автодороги піском	Використовують мастила для змащування, шліфування
Застосовують шипи на взутті і автомобільних шинах	Використання магнітної або повітряної подушки
Збільшити навантаження	Заміна ковзання коченням
Шорсткість поверхонь	Застосування кулькових, роликових підшипників



Щоб виміряти силу тертя, наприклад, дерев'яного бруска по поверхні дошки, треба прикріпити до бруска динамометр і рівномірно рухати брусок по дошці, тримаючи динамометр горизонтально.

На брусок діє дві сили: сила пружності пружини динамометра, напрямлена в бік руху, і сила тертя, напрямлена проти руху. Оскільки брусок рухається рівномірно, то рівнодійна цих сил дорівнює нулю, тобто ці сили рівні за модулем, але протилежні за напрямом. Динамометр показує силу пружності (прикладену силу тяги), яка за модулем дорівнює силі тертя ковзання.



Подібним чином вимірюють і силу тертя кочення.

У цьому разі під брусок підкладають дві круглі палички (олівці). Провівши цей дослід, можете переконатися, що при однакових навантаженнях сила тертя кочення менша за силу тертя ковзання.



Якщо брусок навантажувати тягарцями і вимірювати описаним способом силу тертя ковзання, то переконаємося, що чим більшою є сила, яка притискає тіло до поверхні, тим більша сила тертя ковзання.



*Сила тертя ковзання прямо пропорційна силі нормальної реакції опори\*:*

$$F_{\text{тертя ковз}} = \mu N ,$$

де  $N$  — сила нормальної реакції опори\*\*;  
 $\mu$  — коефіцієнт пропорційності, який називають **коефіцієнт тертя ковзання**.


\* Цей закон був установлений французьким вченим Г. Амонтоном і перевірений його співвітчизником Ш. Кулоном, тому й отримав назву *закон Амонтона — Кулона*.

\*\*  $N = mg$ , якщо на горизонтальній поверхні на тіло у вертикальному напрямку не діють ніякі сили, крім сили тяжіння та сили нормальної реакції опори.

Оскільки і силу тертя ковзання, і силу нормальної реакції опори вимірюють у ньютонах, то *коефіцієнт тертя ковзання є безрозмірною величиною*:

$$\mu = \frac{F_{\text{тертя ковз}}}{N} \Rightarrow [\mu] = \frac{\text{Н}}{\text{Н}} = 1.$$

Коефіцієнт тертя ковзання визначається, зокрема, матеріалами, з яких виготовлені дотичні тіла, та якістю обробки їхніх поверхонь. Значення коефіцієнтів тертя ковзання встановлюють виключно експериментально. Зазвичай таблиці коефіцієнтів тертя ковзання містять орієнтовні середні значення для пар матеріалів ст. 143



**Опрацювати параграф 21  
Вправа 21 (8)**