

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

Мета

Освітня. Пояснити учням природу виникнення сили тертя, надати уявлення про види сил тертя, ввести поняття коефіцієнта тертя, ввести розрахункові формули, показати практичне використання набутих знань; з'ясувати способи зменшення і збільшення сили тертя.

Розвиваюча. Розвивати творчі здібності та логічне мислення учнів; показати учням практичну значущість набутих знань.

Виховна. Виховувати культуру оформлення задач.

Тип уроку: урок вивчення нового матеріалу.

Прилади та матеріали для роботи з учнями:

- Урок SMART Notebook [Сила тертя](#)
- Анімація [Сила тертя](#)
- Відео [Кошенята Сила тертя](#)
- [Причини тертя](#)
- **Демонстрація.** Залежність сили тертя спокою від прикладеної сили (динамометр, дерев'яна лінійка, дерев'яний брусок з гачком)
- **Демонстрація.** Тертя кочення (іграшковий автомобіль, дерев'яний циліндр з гачком, динамометр, дерев'яний брусок, олівці)
- **Демонстрація.** Рідке тертя (скляна посудина з водою, іграшковий кораблик, динамометр)

План

1. Актуалізація опорних знань.
2. Вивчення нового матеріалу.
3. Вчимося розв'язувати задачі.
4. Запитання на закріплення вивченого.
5. Домашнє завдання.
6. Для допитливих.

Хід уроку

1. Актуалізація опорних знань.

- Анімація [Сила тертя](#)
- Відео [Кошенята Сила тертя](#)

2. Вивчення нового матеріалу.

Сила тертя руйнує поверхні (зношування механізмів), дозволяє зрушити з місця та гальмувати. Від сили тертя залежить швидкість руху рідин в судинах рослин та живих істот. За рахунок сили тертя обертається колесо й добувають вогонь...



Сила тертя

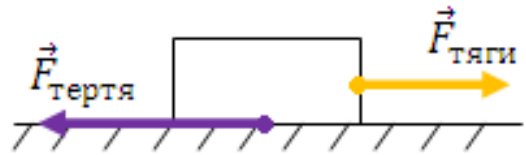
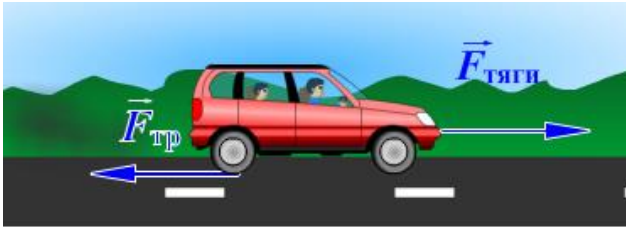
Сила тертя $\vec{F}_{\text{тер}}$ - це сила, яка виникає під час руху одного тіла по поверхні іншого і перешкоджає цьому руху.

Сила тертя напрямлена протилежно руху.

Прикладена в точку контакту дотичних поверхонь.

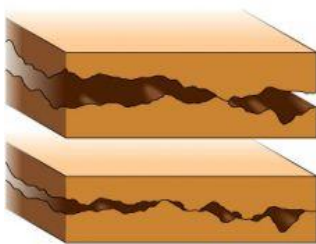
$$F_{\text{тер}} = F_{\text{тяги}}$$

Діють сили тертя вздовж поверхонь тіл під час їх безпосереднього дотику.

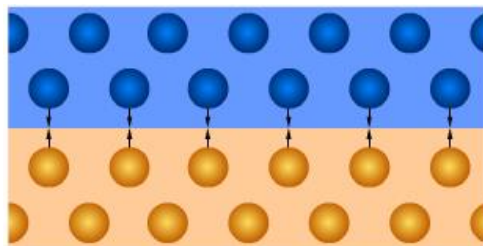


Причини виникнення сили тертя:

Нерівність дотичних поверхонь. Навіть гладенькі на вигляд поверхні тіл мають нерівності, горбики і подряпини.



Взаємне притягування молекул дотичних поверхонь. Якщо поверхні тіл дуже добре відполіровано, то їх молекули розміщуються так близько одна до одної, що помітно починає проявлятися притягання між ними.

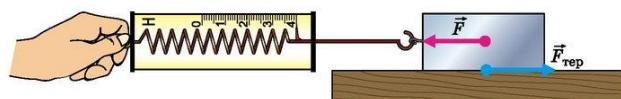


Види тертя

Розрізняють три види тертя і відповідні сили тертя.

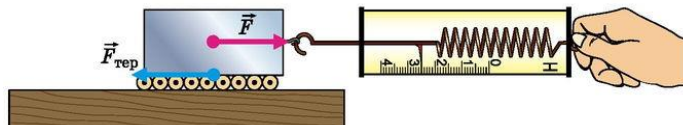
Сила тертя ковзання - це сила, яка виникає в разі ковзання одного тіла по поверхні іншого і напрямлена протилежно напрямку руху тіла.

Прикладом такого тертя є ковзання санок чи лиж по снігу.

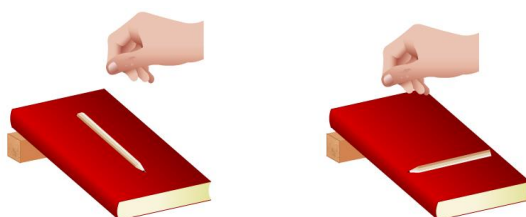


Сила тертя кочення – це сила, яка виникає, коли одне тіло котиться вздовж поверхні іншого.

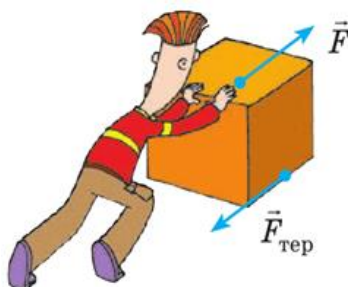
Прикладом такого тертя є кочення коліс роликових ковзанів по поверхні асфальту, коліс велосипеда, автомобіля чи будь-якого іншого круглого предмета.



При однакових навантаженнях сила тертя ковзання завжди більша за силу тертя кочення.



Сила тертя спокою - це сила, яка виникає між двома контактними тілами в разі спроби зрушити одне тіло відносно іншого.

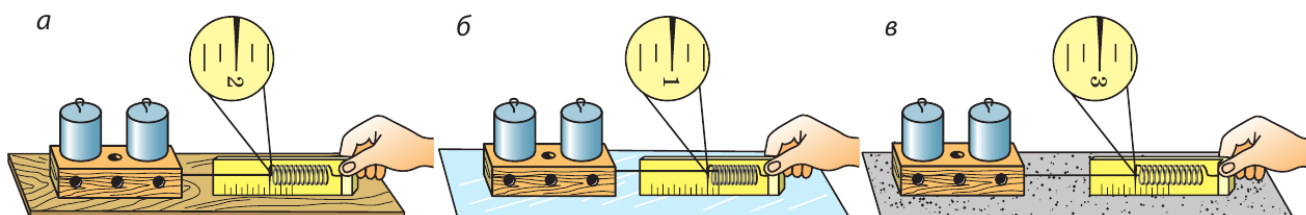


Сила тертя спокою - це та сила, яка заважає вам зрушити з місця стіл, шафу, ліжко тощо.

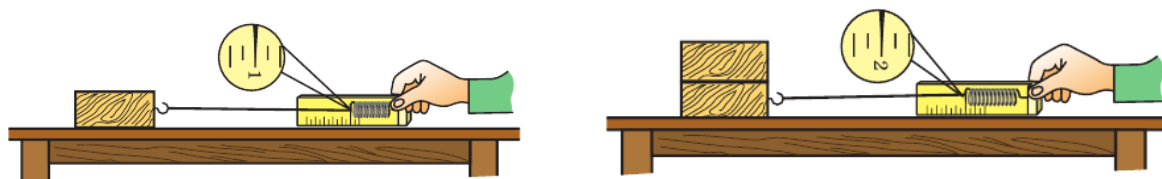
Сила тертя спокою є дуже «корисною»: завдяки їй ручки й олівці залишають слід на папері, речі не вислизують із рук, не розв'язуються вузли, пересуваються люди, тварини, транспорт.

Від чого залежить сила тертя ковзання

Сила тертя залежить від матеріалу і якості обробки поверхні, по якій рухається тіло.



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



Силу тертя ковзання визначають за формулою:

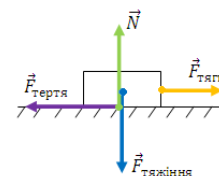
$$F_{\text{тер}} = \mu N$$

N - сила реакції опори

μ - коефіцієнт тертя ковзання

Якщо поверхня ковзання горизонтальна, то $N = mg$

Коефіцієнт тертя ковзання μ залежить від матеріалів, з яких виготовлені дотичні тіла, якості обробки їхніх поверхонь і наявності між ними сторонніх речовин.



Коефіцієнт тертя ковзання є величиною без одиниць.

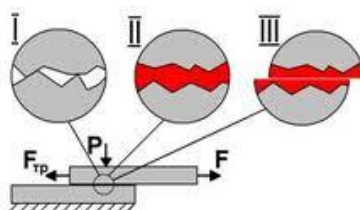
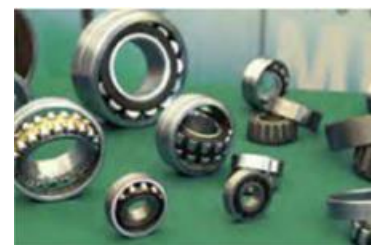
$$\mu = \frac{F_{\text{тер}}}{N} \Rightarrow [\mu] = \frac{\text{Н}}{\text{Н}} = 1$$

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

Як змінити силу тертя

Щоб зменшити силу тертя:

- покращують якість обробки стичних поверхонь;
- спеціально підбирають матеріали;
- використовують підшипники;
- змащують стичні поверхні мастилом;
- у випадку рідкого тертя - надають тілу обтічної форми.



Щоб збільшити силу тертя:

- на стичних поверхнях створюють рельєфні малюнки.
- збільшують вагу тіла.
- підбирають середовище з більшим коефіцієнтом тертя...



3. Вчимося розв'язувати задачі.

Задача 1. Брусок рівномірно тягнуть по поверхні з горизонтальною силою 8 Н. Чому дорівнює коефіцієнт тертя ковзання між бруском та столом, якщо маса бруска становить 4 кг?

Дано:

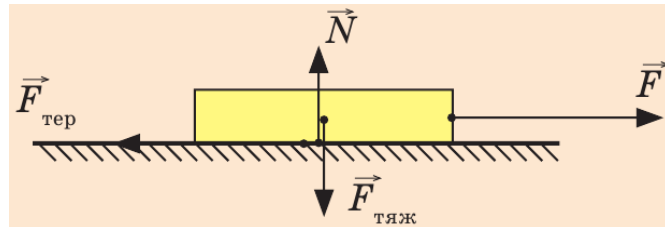
$$F = 8 \text{ Н}$$

$$m = 4 \text{ кг}$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

μ – ?

Розв'язання



Брусок рухається рівномірно, отже, сили, які діють на нього, попарно скомпенсовані:

$$F = F_{\text{тер}}, \quad N = F_{\text{тяж}} = mg$$

$$F_{\text{тер}} = \mu N \quad \Rightarrow \quad \mu = \frac{F_{\text{тер}}}{N}$$

Отже, $\mu = \frac{F}{mg}$

$$\mu = \frac{8 \text{ Н}}{4 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 0,2$$

Відповідь: $\mu = 0,2$

Задача 2. За допомогою динамометра рівномірно тягнуть брусок по столу із силою 7 Н. Знайдіть масу бруска, якщо коефіцієнт тертя ковзання між бруском та столом дорівнює 0,25.

Дано:

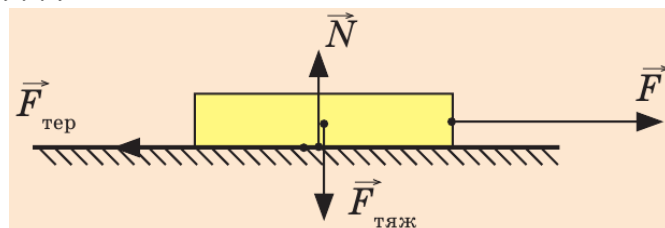
$$F = 7 \text{ Н}$$

$$\mu = 0,25$$

$$g = 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}$$

m – ?

Розв'язання



Брусок рухається рівномірно, отже, сили, які діють на нього, попарно скомпенсовані:

$$\begin{aligned}F &= F_{\text{тер}}, \quad N = F_{\text{тяж}} = mg \\F_{\text{тер}} &= \mu N \quad \Rightarrow \quad F = \mu mg \\m &= \frac{F}{\mu g} \\m &= \frac{7 \text{ Н}}{0,25 \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}}} = 2,8 \text{ кг}\end{aligned}$$

Відповідь: $m = 2,8 \text{ кг}$

4. Запитання на закріплення вивченого.

1. Що таке сила тертя? Поясніть природу виникнення сил тертя.
2. Які є види тертя? Чому тертя може бути і корисним, і шкідливим?
3. Коли виникає сила тертя спокою? Охарактеризуйте цю силу.
4. Коли виникає сила тертя ковзання? Охарактеризуйте цю силу.
5. Коли виникає сила тертя кочення? Охарактеризуйте цю силу.
6. Коли виникає сила в'язкого тертя? Охарактеризуйте цю силу.
7. Від чого залежить значення сили тертя ковзання?
8. Як визначають коефіцієнт тертя ковзання? Вкажіть чинники від яких він залежить, а від яких - не залежить?
9. Як на практиці збільшують чи зменшують силу тертя?
10. Рибалка витягує на берег човен. Чому в міру того, як човен витягається рибалці потрібно все більших зусиль?
11. Чому човни та кораблі не можуть розвинути таку велику швидкість, яку розвивають літаки?
12. Як змії допомогли науковцям зменшити силу тертя в механізмах?

5. Домашнє завдання.

Вивчити § 24, Вправа № 24 (1-4)

Задача 1. Чи діє сила тертя на книжку, яка лежить на горизонтальному столі?

Задача 2. Щоб відкрутити гайку, треба докласти зусиль. Чому гайка набагато легше відкручується, якщо її змочити гасом?

Задача 3. Брусок лежить на горизонтальній поверхні стола. До бруска за допомогою динамометра прикладають горизонтальну силу 3 Н. Брусок при цьому рухається рівномірно в напрямку дії сили.

а) Чому дорівнює сила тертя, що діє на брусок?

б) Як поводитиметься брусок і якою буде сила тертя, якщо динамометр показуватиме 2 Н?

Задача 4. Намагаючись зрушити з місця піаніно, до нього прикладають горизонтальну силу, що поступово збільшується. Піаніно почало рухатися, коли сила досягла 500 Н.

а) Як змінювалася сила тертя між піаніно і підлогою?

б) Що відбуватиметься, якщо силу збільшувати ще?

в) Яким є коефіцієнт тертя ковзання між піаніно і підлогою, якщо маса піаніно становить 200 кг?

6. Для допитливих.

Тертя в природі. Кінцівки тварин схожі на робочі інструменти, що використовуються людиною. У багатьох рослин та тварин є різні органи, що служать для хватання (вусики у рослин, хобот у слона, хвости у повзаючих тварин). Всі вони мають шорстку поверхню для збільшення сили тертя.

Змії можуть ковзати по різних поверхнях, не порушуючи цілісності своєї шкіри, і цю особливість фахівці з Технологічного інституту Карлсруе використали для створення сталі зі структурованою поверхнею, що в деяких випадках дозволяє зменшити сили тертя і, як наслідок, знос тертьових частин механізмів.

