

## УРОК 46

### Тема: Тертя. Сила тертя

**Мета:** ознайомити з поняттям тертя, сила тертя та її видами, пояснити природу виникнення тертя, продемонструвати практичне застосування знань про тертя в різних галузях.

#### Компоненти ключових компетентностей:

- ✓ **уміння** – учні вчаться описувати різні види тертя та пояснювати їх природу, розраховувати силу тертя за допомогою формул.
- ✓ **ставлення** – учні навчаються цінувати роль тертя в природі, розвивають навички аналітичного мислення і вирішення проблем.

**Навчальні ресурси:** підручник з фізики, фізичні прилади, таблиці СІ та префіксів, навчальна презентація.

**Тип уроку:** вивчення нового матеріалу.

**Можливі труднощі:** можуть плутати різні види тертя, складно зрозуміти, коли який вид тертя діє.

## ХІД УРОКУ

### I. ПОЧАТКОВИЙ ЕТАП

Провести бесіду за матеріалом § 27 (задача 1).

Перевірити виконання вправи № 27: завдання 4.

### II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

#### 1. Сила тертя

😞 Автомобіль, вимкнувши двигун, через певний час зупиняється. Шайба, рухаючись по льоду згодом зупиниться. Санчата, які з'їхали з льодяної гірки і далі продовжують рух по горизонтальній ділянці, через певний час зупиняється. Що є причиною зменшення швидкості руху тіл?



Причиною зміни швидкості руху тіл є взаємодія між тілами, або дія одного тіла на інше. Отже, у випадках, які розглядали, відбувається взаємодія між колесами автомобіля та дорогою, між шайбою та льодом, між санчатами та снігом. Величина, яка характеризує цю взаємодію за значенням та напрямком є силою. Отже, тіла зупинилися, тому що на них діяла сила, яка перешкоджала їх руху – сила тертя.

**Сила тертя – це сила, яка виникає при русі одного тіла по поверхні іншого і перешкоджає їх відносному переміщенню.**

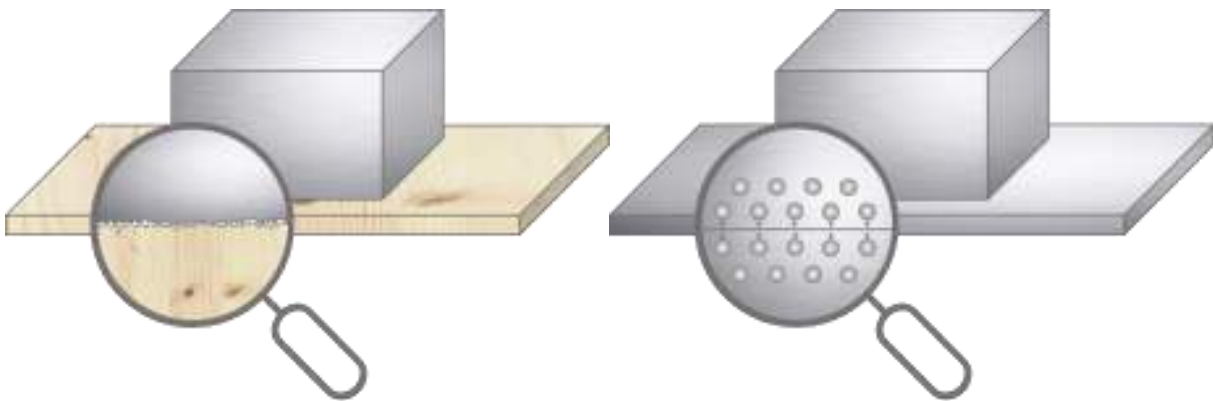
## 2. Причини виникнення сили тертя

😞 Які причини виникнення сили тертя?

**Причини виникнення сухого тертя:**

- **Нерівність дотичних поверхонь.** Навіть гладенькі на вигляд поверхні тіл мають нерівності, горбики і подряпини. 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 (атоми, молекули, йони) розміщуються так близько одна до одної, що помітно починає проявлятися притягання між ними.



## 3. Сила тертя спокою

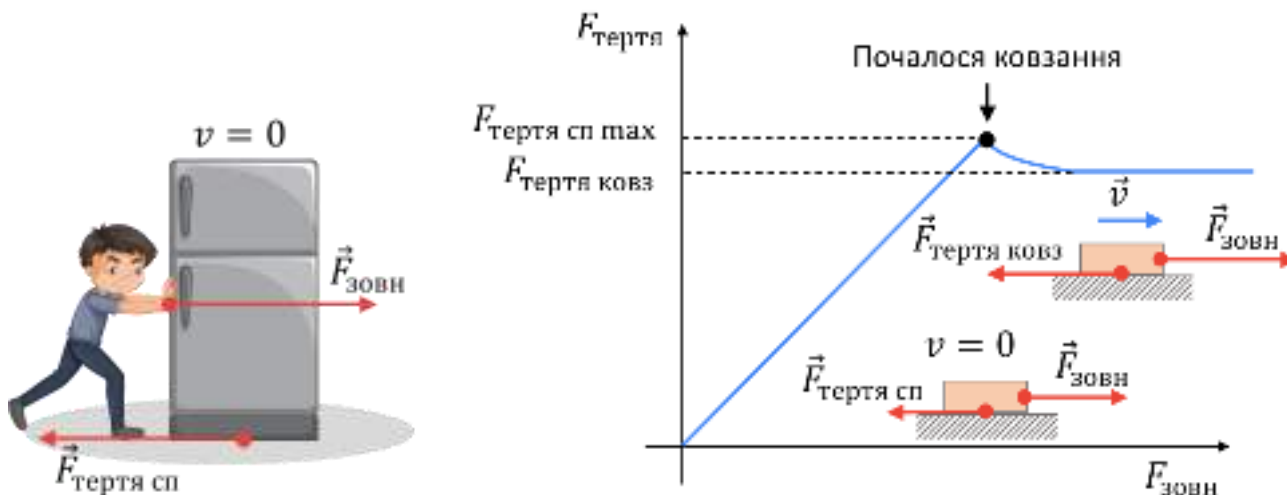
Розрізняють декілька видів тертя: **тертя спокою** – виникає в разі спроби зрушити одне тіло відносно іншого; **тертя ковзання** – виникає, коли одне тіло ковзає по поверхні іншого; **тертя кочення** – виникає, коли одне тіло котиться по поверхні іншого.

**Сила тертя спокою  $\vec{F}_{\text{тертя сп}}$  – це сила, яка виникає між двома дотичними тілами в разі спроби зрушити одне тіло відносно іншого і напрямлена в бік, протилежний тому, в який би рухалось тіло, якби тертя не було.**

**Сила тертя спокою прикладена вздовж поверхні, якою тіло дотикається до іншого тіла, і за значенням дорівнює зовнішній силі  $\vec{F}_{\text{зовн}}$ , що намагається зрушити тіло:**

$$F_{\text{тертя сп}} = F_{\text{зовн}}$$

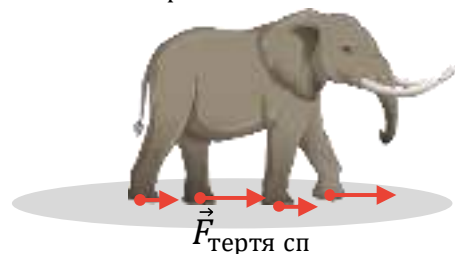
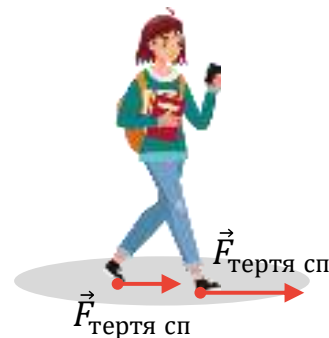
У разі збільшення зовнішньої сили  $\vec{F}_{\text{зовн}}$ , що намагається зрушити тіло, збільшується й сила тертя спокою  $\vec{F}_{\text{тертя сп}}$ . Коли зовнішня сила набуде певного значення і тіло ось-ось почне рух, сила тертя спокою стане максимальною. Коли сила тертя спокою сягає максимального значення  $\vec{F}_{\text{тертя сп max}}$ , тіло зрушує з місця (починає ковзання).



☹️ Чи «корисна» сила тертя спокою?

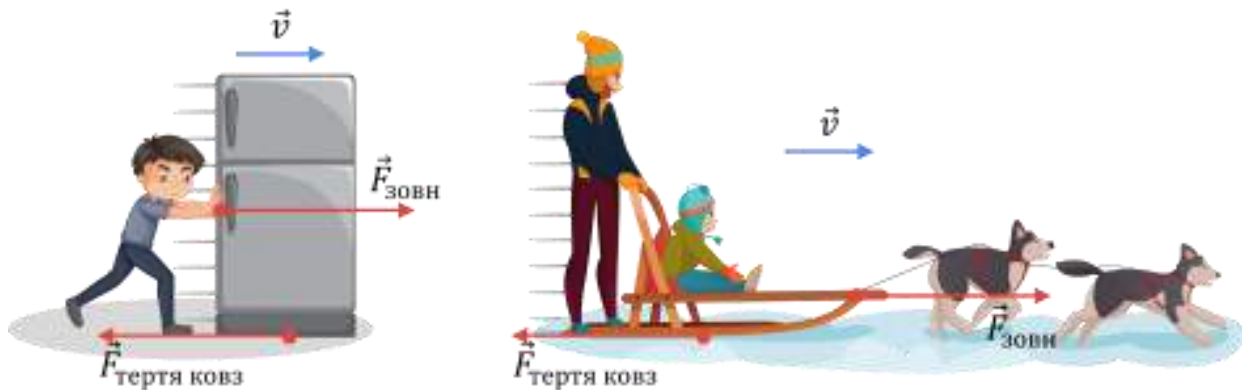
Найчастіше дія сили тертя спокою є дуже «корисною»: завдяки їй ручки й олівці залишають слід на папері, речі не вислизають із рук, не розв'язуються вузли; ця сила утримує піщини в купі піску, коріння рослин у ґрунті.

Завдяки силі тертя спокою пересуваються люди, тварини. Ступні людини, лапи тварин у момент дотику з поверхнею дороги намагаються по суті здійснити рух назад. У результаті виникає сила тертя спокою, напрямлена вперед, – *рушійна сила*.



#### 4. Сила тертя ковзання

Сила тертя ковзання  $\vec{F}_{\text{тертя ковз}}$  – це сила, яка виникає в разі ковзання одного тіла по поверхні іншого і напрямлена протилежно напрямку руху тіла.

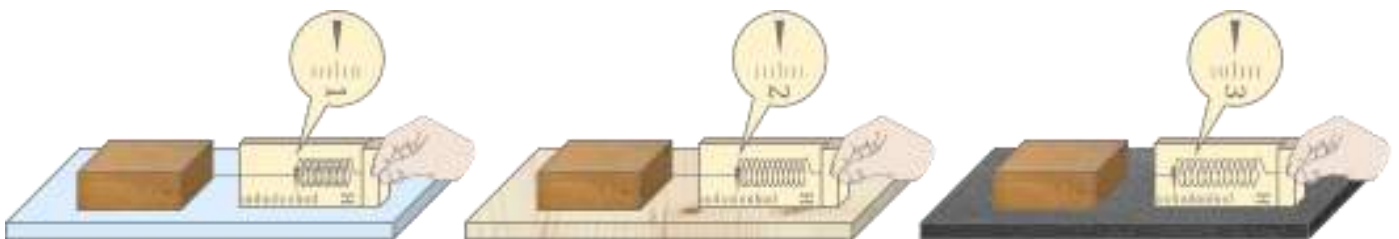


**Сила тертя ковзання діє вздовж поверхні дотику тіл** і трохи менша за максимальну силу тертя спокою. Саме тому тіла починають рухатися з місця ривком і зрушити їх важче, ніж потім рухати. Це особливо помітно, коли тіла є масивними.

😞 Від чого залежить сила тертя ковзання?

Будемо рівномірно тягти динамометром брусок по горизонтальній поверхні. На брусок у напрямку його руху діє сила пружності з боку пружини динамометра, а в протилежному напрямку – сила тертя ковзання. Брусок рухається рівномірно, тому сила пружності зрівноважує силу тертя ковзання. Отже, динамометр показує значення сили тертя ковзання. У ході ковзання того самого тіла по різних поверхнях виникає різна сила тертя ковзання: дерев'яний брусок ковзає по дерев'яній дошці; склу; наждаковому паперу.

**Сила тертя ковзання залежить від матеріалів, з яких виготовлені дотичні тіла, та якістю обробки їхніх поверхонь.**



Якщо провести ті самі досліди, перевернувши брусок на меншу грань, покази динамометра будуть тими самими. **Сила тертя ковзання не залежить від площі дотичних поверхонь.**



Покладемо на брусок додатковий тягар, збільшивши в такий спосіб силу нормальної реакції опори. Дослід покаже, що сила тертя ковзання зросте.

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



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

$$F_{\text{тертя ковз}} = \mu N$$

$N$  – сила нормальної реакції опори;

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

Коефіцієнт тертя ковзання  $\mu$  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.*

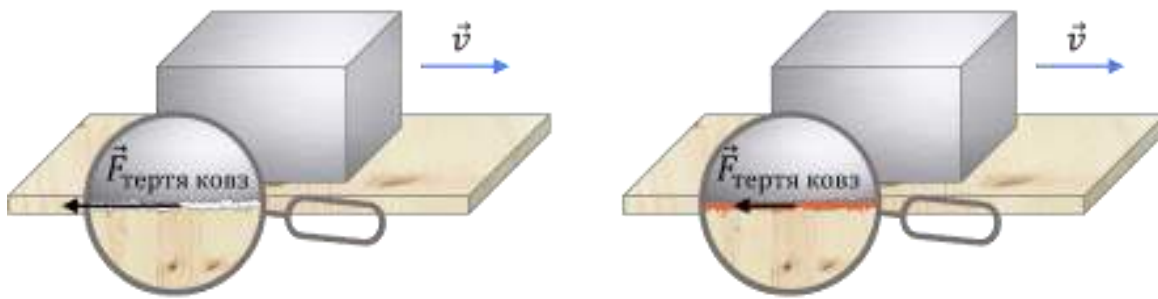
$$\mu = \frac{F_{\text{тертя ковз}}}{N} \Rightarrow [\mu] = \frac{H}{H} = 1$$

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

😞 Як зменшити силу тертя ковзання?

Силу тертя ковзання можна зменшити, якщо змастити поверхні. Мастило, переважно рідке, потрапивши між дотичними поверхнями, віддаляє їх одну від одної. Тобто ковзатимуть не поверхні тіл, а шари мастила, – тертя ковзання (так зване сухе тертя) заміниться на в'язке (рідке) тертя, за якого сила тертя є істотно меншою.





## 5. Сила тертя кочення

**Сила тертя кочення  $\vec{F}_{\text{тертя коч}}$  – це сила, яка виникає під час кочення одного тіла по поверхні іншого.**

***Сила тертя кочення зазвичай набагато менша, ніж сила тертя ковзання.***

Якщо під дерев'яний брусок підкласти круглі олівці, то пересувати брусок по столу стане значно легше.

Заміна ковзання холодильника на кочення приводить до зменшення сили тертя.

Для зменшення сили тертя людство здавна використовує колесо, а в різноманітних машинах і механізмах – підшипники.



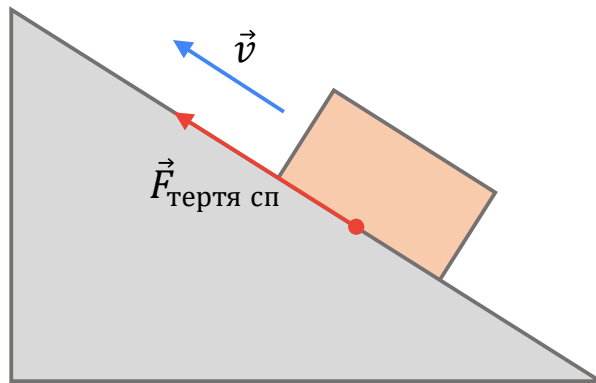
## III. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. Навіщо футбольні воротарі користуються під час гри спеціальними рукавичками?

Рукавички виготовлені із спеціального матеріалу, який збільшує тертя між руками і м'ячем. (Сучасні рукавиці обробляють латексною піною, що робить їх більш липкими, також додають шар латексу всередині рукавиці воротаря, створюючи поверхню латексу між руками і рукавицями. Це допомагає запобігти ковзанню рукавиць на руках воротарів під час гри)

2. Як напрямлена сила тертя, що діє на коробку, при русі стрічки транспортера?

Сила тертя спокою напрямлена у напрямку руху транспортерної стрічки.



3. Поверхні всіх суглобів покриті синовіальною рідиною, яку виробляє організм. Яке це має значення для роботи суглобів?

Суглобова рідина по структурі нагадує мастило, за допомогою якої кістки суглобів рухаються безшумно і легко, захищаючи суглобову кісткову тканину від передчасного зношування.

4. Поясніть, чому спортивні майданчики для бігу та стрибків роблять з матеріалів з високим коефіцієнтом тертя? Як це впливає на спортсменів?

Для покриття використовують гуму або синтетичні матеріали, які забезпечують спортсменам кращу зчіпку з поверхнею, тобто збільшують дію сили тертя. Завдяки цьому тренування стають більш безпечними та ефективними. Спортсмени можуть швидше бігти і виконувати стрибки з більшою точністю.

5. Чому олівцем писати на папері легко, а на гладкій скляній поверхні неможливо?

Під час письма грифель олівця стикається з поверхнею паперу і сила тертя між ними дозволяє залишити слід. Папір має шорстку поверхню і створюється достатньо тертя, щоб залишити слід. На гладкій скляній поверхні тертя значно менше, тому грифель не може залишити слід, оскільки немає достатнього зчеплення. Там, де мало тертя – графіт просто ковзає по поверхні.

#### **IV. УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА ПІДСУМКИ**

##### **Обговорення вивченого матеріалу**

1. Що таке сила тертя?
2. Які види сили тертя ви знаєте?
3. Від чого залежить значення сили тертя ковзання?
4. Як можна розрахувати силу тертя ковзання?
5. Чи можна повністю усунути силу тертя?
6. Наведіть приклади, де сила тертя є корисною?
7. Наведіть приклади, де сила тертя є шкідливою?
8. Як можна зменшити силу тертя в механізмах, машинах?

#### **V. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ**

Опрацювати § 26, Вправа № 26 (1, 3, 4)

Виконане Д/з відправте на human, або на електронну адресу  
[kmitevich.alex@gmail.com](mailto:kmitevich.alex@gmail.com)