

Урок №

Дата

**Тема. Сили тертя. Коефіцієнт тертя. Сила тертя ковзання**

**Мета уроку:** формувати знання учнів про силу тертя (її природу, напрями дії, формулу, способи вимірювання) та її різновиди, залежність сили тертя від сили тиску; на прикладах практичного використання розглянути способи зменшення й збільшення сили тертя; розвивати логічне мислення, практичні навички; виховувати інтерес до виробничих професій.

**Тип уроку:** урок вивчення нового матеріалу.

Обладнання: динамометр, важки, таблиця, бруски.

Хід уроку

Організаційний момент

**I. Актуалізація знань**

*Учні розв'язують задачі усно.*

1. Яка сила тяжіння діє на тіло масою 100 кг? (1000 Н)
2. Яка вага нерухомої людини масою 70 кг? (700 Н)
3. Яка маса каменя, якщо його вага 100 Н? (10 кг)
4. Рівнодійна двох сил 2 Н і 5 Н становить: 10 Н, 7 Н, 5 Н, 2 Н, 3 Н, 8 Н. Які з цих відповідей можуть бути правильними? (7 Н і 3 Н)
5. Яка рівнодійна двох сил 15 Н і 25 Н, якщо вони напрямлені вздовж однієї прямої в один бік? (40 Н)
6. Яка рівнодійна двох сил 45 Н і 30 Н, якщо вони напрямлені у протилежні боки? (15 Н)

Розповідь про штучні супутники Землі

**II. ВИВЧЕННЯ НОВОГО МАТЕРІАЛУ****1. Розминка**

*Прослухайте вірш. Він допоможе нам ознайомитись із матеріалом, який ми сьогодні розглянемо.*

Зима – це радість, лижі, сміх,  
 Це ковзанка, це гірка, сніг.  
 Фортеці, сніжки – це розваги!  
 В зими свої є переваги.  
 Але дорога, безперечно,  
 Зимою дуже небезпечна.  
 А те, що слизько – всім на втіху!

Та водієві не до сміху!  
 Дорога, як каток блищить –  
 Машину враз не зупинить!  
 В зимовий час, та що й казати,  
 Дорогу треба посипати!  
 Усе робити до пуття,  
 Щоб відбувалося... (*тертя.*)

**2. Мотивація навчальної діяльності**

Кожному учневі класний керівник може дати характеристику: розумний, слухняний, працьовитий. Сила також має характеристики. Ми вже знаємо – їх рівно три: числове значення (модуль); напрям; точка прикладання.

Ми з вами розглянули вже дві механічні сили: силу пружності і силу тяжіння, дали їм характеристику. Залишилася ще одна – це сила тертя.

**3. Сприйняття навчального матеріалу**

*А). Коли виникає сила тертя?*

З тертям ми зіштовхуємося на кожному кроці. Вірніше було б сказати, що без тертя ми й кроку ступити не можемо. Тертя може бути корисним і шкідливим, цю аксіому людина опанувала ще на зорі цивілізації. Адже два найголовніших винаходи – колесо й добування вогню – пов’язані саме із прагненням зменшити й збільшити ефекти тертя.

Рух тіла в реальних умовах не може тривати нескінченно довго. Якщо штовхнути брусок, що лежить на столі, він набуде певної швидкості, але під час руху бруска його швидкість буде зменшуватися. Яка ж «невидима» сила гальмує брусок? Це – сила тертя ковзання. Вона діє з боку стола й спрямована протилежно до руху бруска. Така сама за модулем, але протилежно спрямована сила – тяж сила тертя ковзання – діє на стіл з боку бруска.

☞ *Сила тертя ковзання – це сила, що виникає при русі одного тіла по поверхні іншого тіла.*

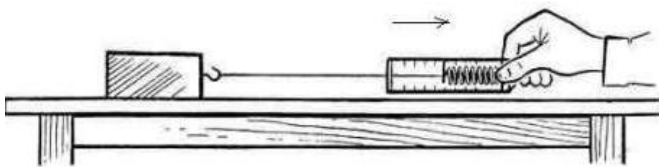
### **Б). Сила тертя ковзання**

Сила тертя ковзання завжди спрямована проти напрямку руху тіла, до якого вона прикладена. Необхідно відзначити, що при ковзанні одного тіла по поверхні іншого завжди виникає пара сил: одна сила прикладена до ковзного тіла й спрямована проти його швидкості, інша – прикладена до поверхні, по якій тіло ковзає, і спрямована проти першої сили ковзання.

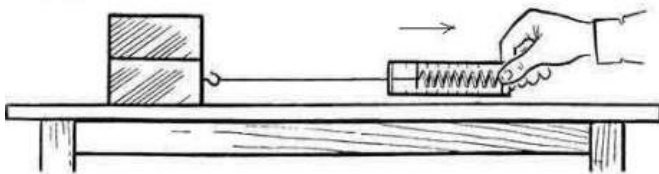
Від чого ж залежить сила тертя ковзання?

Будемо за допомогою динамометра тягти брусок уздовж поверхні стола так, щоб брусок рухався з постійною швидкістю.

Сили, що діють при цьому на брусок, врівноважують одна одну – вони зображені на рисунку. Сила пружності з боку пружини  $\vec{T}$  врівноважує силу тертя ковзання  $\vec{F}_{\text{тер}}$ , тому за показниками динамометра можна визначити модуль сили тертя.



два рази.



Поклавши на брусок другий такий самий брусок, ми, подвоїмо силу ваги (і силу нормального тиску). При цьому ми помітимо, що й сила тертя ковзання збільшилася також у

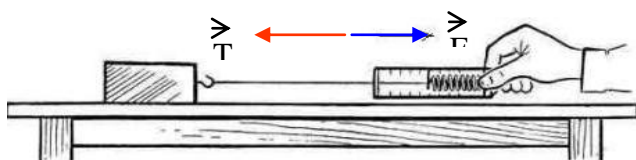
Це наводить на думку, що

☞ *модуль сили тертя ковзання  $\vec{F}_{\text{тер}}$  пропорційний модулю сили нормального тиску  $\vec{N}$ .*

### **В). Природа сили тертя**

Сила тертя спокою виникає з двох причин.

- 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.

### Г). *Сила тертя кочення*

Візьмімо яку-небудь кулю або просто круглий олівець. Ці предмети рухаються від поштовху, звичайно, набагато легше, тому що вони вже не ковзають по поверхні стола, а котяться по ньому. І в цьому випадку, звичайно, теж виникає тертя. Але це вже інше тертя, і має воно іншу назву: *тертя кочення*.

Імовірно, тут і доводити не треба, що за тих самих умов тертя кочення завжди буде менше тертя ковзання.

Звичайне тертя кочення тим менше, чим твердіші поверхні дотичних тіл: тому, наприклад, сталева кулька довго котиться по склу. Ось чому рейки й колеса вагонів роблять зі сталі, а шосе роблять із твердим покриттям.

### Д). *Сила тертя спокою*

Якщо сила тяжіння не знає відпочинку, то сила тертя з'являється під час руху одного тіла по поверхні іншого. Точніше, вона з'являється навіть трохи раніше – вже при спробі змусити одне тіло почати рух по поверхні іншого тіла.

Кожний знає, як важко зрушити з місця піаніно (див. рисунок). Яка ж сила врівноважує силу, що прикладається до піаніно?

Це – сила тертя спокою. Вона виникає при спробі зрушити одне з дотичних тіл щодо іншого й тому перешкоджає руху тіл одне щодо одного.



Якщо збільшувати прикладену до піаніно силу, ми все-таки зрушимо його. Виходить, сила тертя спокою не може перевищувати деяку «граничну» величину, що називається максимальною силою тертя спокою. Досвід показує, що 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  $\vec{F}_{\text{тер.спок.мах.}}$ .

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

Наприклад, без цієї сили ми буквально й кроку не могли б ступити: роблячи крок, ми відштовхуємося від дороги саме за допомогою сили тертя спокою. Сила тертя спокою розганяє й автомобілі: з її допомогою колеса, що обертаються, відштовхуються від дороги.

Якщо по натягнутій струні скрипки провести смичком, то за рахунок сили тертя спокою струна буде смикатися ривками, почне коливатися й зазвучить.

### Е). *Способи зменшення й збільшення сили тертя*

Що ж таке тертя? Чи не правда, це слово викликає уявлення чогось неприємного, несимпатичного; чогось такого, що невідомо звідки береться й для того тільки й існує, щоб ми його усували, додали?.. Коротше кажучи, викликає уявлення чогось надзвичайно зайвого.

В інтересах істини нам необхідно якомога скоріше позбутися цих помилкових уявлень. 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. Давайте уявімо собі, що тертя більше немає. Що тоді б відбулося? Та ми б не змогли з вами і кроку ступити, наші ноги всюди б так і роз'їжджалися, причому куди більше, ніж на гладкому льоді; а поїзд стояв би на колії – машина працювала б, а він не рухався б з місця; книга не змогла б утриматися на столі, та й стіл теж їздив би по підлозі – дивишся, а він вже десь у куті. Ручка вислизала б у нас із рук, чашка із чаєм – теж, цвяхи повилізали б зі стін, а гвинти – з гайок. Ми б не зуміли спорудити жодної будівлі, і вітер так і гуляв би повсюди, як у чистому полі. Навіть одяг тримається купи теж за допомогою тертя! І носити ми його можемо теж дякуючи силі тертя!

### ***III. Рефлексія. Вивчення особливостей сили тертя за допомогою експериментів, які учні виконують групами за робочими столами.***

#### ***Експеримент 1.***

Французький фізик та військовий інженер Кулон Шарль Огюстен у 1781 р. дослідив тертя кочення і ковзання. Сьогодні ми проведемо досліди для вивчення сили тертя і зробимо відповідні висновки.

#### ***Порівняння сил тертя спокою, ковзання і кочення.***

- Покласти брусок на стіл, плавно потягнути динамометр і записати його покази перед початком руху бруска. Ви визначите силу тертя спокою.
- Переміщувати брусок по столі рівномірно за допомогою динамометра. Записати покази динамометра. Ви визначите силу тертя ковзання.
- Покласти брусок із тягарцями на два круглі олівці і переміщати його рівномірно за допомогою динамометра. Записати покази динамометра. Ви виміряєте силу тертя кочення.

? *Запитання для обговорення після виконання завдання: Яка сила максимальна?*

#### ***Експеримент 2.***

#### ***Вивчення залежності сили тертя ковзання від роду поверхонь, що стикаються.***

Рівномірно переміщувати брусок з тягарцями по:

- лінійці;
- аркушу паперу;
- шліфувальному паперу. Записати покази динамометрів.

? *Запитання для обговорення після виконання завдання: Як сила тертя залежить від роду поверхонь стичних тіл?*



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

Коефіцієнт тертя визначається експериментально.

Наприклад,

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

Відносно великий коефіцієнт тертя між гумою й бетоном сприяє безпечному руху автомобілів. Восени, коли мокре листя покриває дорогу і коефіцієнт тертя між колесами та дорогою значно зменшується, рух стає досить небезпечним.

*Експеримент 3.*

**Вивчення залежності сили тертя ковзання від сили тиску і від площі поверхонь тіл, що контактують.**

- Покласти на лінійку брусок більшою гранню і виміряти силу тертя ковзання.
- Покласти на брусок ще один (такий самий) і виміряти силу тертя ковзання.
- Покласти брусок із двома тягарцями меншою гранню на лінійку і виміряти силу тертя ковзання.



? *Запитання для обговорення після виконання завдання:* Чи залежить сила тертя від сили тиску? Чи залежить сила тертя від площі поверхонь тіл, що труться, при незмінній силі тиску?

#### IV. ЗАКРІПЛЕННЯ ВИВЧЕНОГО МАТЕРІАЛУ

##### 1. Навчаємося розв'язувати задачі

1. Брусок масою 2 кг тягнуть по горизонтальному столу, прикладаючи горизонтальну силу 6 Н. При цьому брусок рухається з постійною швидкістю. Який коефіцієнт тертя між бруском і столом?

*Розв'язок.* Позначимо масу бруска  $m$ , а силу, з якою тягнуть брусок  $\vec{F}$ . З формули

$F = \mu N$  випливає, що  $\mu = \frac{F_{\text{тер}}}{N}$ . Оскільки брусок рухається з постійною

швидкістю, сила тертя врівноважує силу, з якою тягнуть брусок, тобто дорівнює їй за модулем:  $F_{\text{тер}} = F$ .

Сила нормального тиску для бруска, що перебуває на горизонтальному столі, урівноважує силу тяжіння й тому теж дорівнює їй за модулем:  $N = mg$ . Отже,

$\mu = \frac{F_{\text{тер}}}{mg}$ . Перевіривши одиниці величин, підставляємо числові дані й одержуємо:

$$\mu = \frac{6}{2 \cdot 10} = 0,3.$$

## 2. Поміркуй і відповідай

1. Чому не розв'язуються шнурки на черевиках?
2. Що змінюється зі збільшенням ваги автомобіля: сила тертя чи коефіцієнт тертя?
3. Чому головку сиру легше розрізати на шматки міцною ниткою, ніж ножем?
4. З якою метою гімнасти перед виступом натирають долоні рук спеціальною речовиною – тальком?

## V. УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАНЬ

*Колективне складання О.К.*

- ✓ Сила тертя – це сила, прикладена до рухомого тіла і спрямована проти його руху.
- ✓ Модуль сили тертя залежить від шорсткості стичних поверхонь (поверхні тіла і поверхні опори), а також від величини сили, яка притискає рухоме тіло до поверхні.
- ✓  $F = \mu N$ , де  $N$  – сила реакції опори,  $\mu$  – коефіцієнт тертя ковзання, що залежить від матеріалів стичних поверхонь і якості їх обробки.
- ✓ Доповнення таблиці «Фізичні величини».

## VI. Підсумки уроку

Отож, давайте дамо характеристику силі тертя: *числове значення (модуль); напрям; точка прикладання.*

## VII. Домашнє завдання