

Дата: 13.11.2023

Викладач: Юдіна Дар'я Олександрівна [mikhailinadarya@gmail.com](mailto:mikhailinadarya@gmail.com)

Група № Е-1

Предмет: Теоретичні основи електротехніки

## Урок № 79

### Тема: Динаміка і закони збереження

Чому кулька набирає швидкість? Чому прискорюється? Чому зупиняється? Як рухатиметься кулька, якщо кут нахилу зменшити до нуля? Наприкінці XVI ст. Галілео Галілей, розглядаючи рух різних тіл по похилій площині, здійснив уявний експеримент і дійшов висновку про існування явища інерції (від латин. *inertia* — бездіяльність).



### Згадуємо закон інерції

Що є «природним» для тіла — рух чи спокій? Давньогрецький філософ Аристотель стверджував, що спокій, адже для того, щоб тіло рухалося, потрібно діяти на нього певним чином, а якщо дія припиниться, тіло зупиниться. Здається, що наш повсякденний досвід підтверджує таку думку. Але чи дійсно це так?

Чому зупиняться тіла (рис. 1), якщо припинити їх штовхати, тягнути тощо? Чи зупиняться тіла, якщо зникне опір їхньому рухові?



Сподіваємося, ви правильно відповіли на запитання і дійшли думки, яку свого часу висловив і за допомогою уявного експерименту довів Г. Галілей: «Надана рухомому тілу швидкість буде зберігатися, якщо усунуто зовнішні причини прискорення або сповільнення руху». Отже, «природним» для тіла є не лише стан спокою, а й прямолінійний рівномірний рух.

**Закон інерції Галілея:** тіло рухається рівномірно прямолінійно або перебуває в стані спокою, якщо на нього не діють інші тіла або дії інших тіл скомпенсовані.

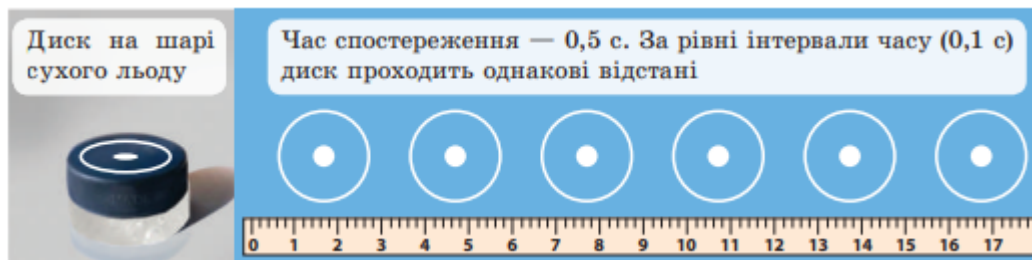


Рис. 2. Чим менше тертя (опір рухові тіла), тим більше горизонтальний рух тіла наближається до руху за інерцією.

Тіло, на яке не діють інші тіла та поля, називають ізольованим (вільним), а рух ізольованого тіла — рухом за інерцією. У реальності практично неможливо створити умови, коли на тіло нічого не діє, тому рухом за інерцією називають рівномірний прямолінійний рух за відсутності або скомпенсованості дії на тіло інших тіл і полів (рис. 2).

### Що постулює перший закон ньютона

Явище збереження тілом стану спокою або рівномірного прямолінійного руху за умови, що на нього не діють інші тіла та поля або їхні дії скомпенсовані, називають **явищем інерції**.

Разом із тим стан руху і стан спокою залежать від вибору системи відліку (СВ). А чи в кожній СВ спостерігається явище інерції? З курсу фізики 9 класу ви добре знаєте, що не в кожній.

Систему відліку, відносно якої спостерігається явище інерції, називають **інерціальною системою відліку**.

Уявіть, що ви сидите в купе потяга, який час від часу набирає швидкість, гальмує, здійснює поворот тощо. Зрозуміло, що СВ, пов'язана з потягом, буде інерціальною тільки тоді, коли потяг рухається рівномірно прямолінійно; в усіх інших випадках вона буде неінерціальною, адже відносно неї явище інерції не спостерігається (рис. 3).

На якому рисунку (див. рис. 3, а–в) показано, що потяг набирає швидкість? гальмує? рухається рівномірно прямолінійно?



Найчастіше як інерціальну обирають СВ, жорстко пов'язану з точкою на поверхні Землі. Але цю систему можна вважати інерціальною тільки умовно, оскільки Земля обертається навколо своєї осі. Для точніших вимірювань використовують інерціальну СВ, пов'язану із Сонцем та далекими зорями.

Закон інерції І. Галілея став першим кроком у встановленні основних законів класичної механіки. Формулюючи основні закони руху тіл, І. Ньютон назвав цей закон першим законом руху. У сучасній фізиці **перший закон механіки Ньютона** формулюють так:

Існують такі системи відліку, відносно яких тіло зберігає стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, якщо на нього не діють жодні сили або якщо ці сили скомпенсовані.

У такому формулюванні перший закон Ньютона:  
постулює існування інерціальних СВ (стверджує, що вони існують);  
дає можливість з усіх наявних СВ виділити інерціальні СВ;  
містить закон інерції (умови рівномірного прямолінійного руху тіла).

### **Принцип відносності Галілея**

Розглядаючи рух тіл у різних інерціальних системах відліку, Г. Галілей дійшов висновку, який називають **принцип відносності Галілея**:

В усіх інерціальних системах відліку перебіг механічних явищ і процесів відбувається однаково за однакових початкових умов (рис. 5).



Рис. 5. Жодними механічними експериментами не можна виявити, рухається вагон рівномірно прямолінійно чи перебуває у стані спокою. Пасажир і пасажирка можуть це з'ясувати, тільки подивившись у вікно.

Галілей писав: «Якщо ми, перебуваючи в каюті вітрильника, будемо виконувати будь-які експерименти, то ані самі експерименти, ані їхні результати не будуть відрізнятися від тих, що проводилися б на березі. І тільки піднявшись на палубу, ми побачимо: виявляється, наш корабель рухається рівномірно прямолінійно...».

### **Підбиваємо підсумки**

**Закон інерції:** тіло рухається рівномірно прямолінійно або перебуває в стані спокою, якщо на нього не діють інші тіла або їх дії скомпенсовані.

Перший закон Ньютона: існують такі системи відліку, відносно яких тіло зберігає стан спокою або рівномірного прямолінійного руху, якщо на тіло не діють жодні сили або ці сили скомпенсовані. Такі СВ називають інерціальними.

Як інерціальні зазвичай використовують СВ, пов'язані із Землею. Будь-яка СВ, що рухається відносно інерціальної СВ рівномірно прямолінійно, теж є інерціальною. В усіх інерціальних СВ перебіг механічних явищ і процесів відбувається однаково за однакових початкових умов.

## **Урок № 80**

### **Тема: Динаміка і закони збереження**

#### **Згадуємо силу**

**Уявіть:** розігнавшись на спортивному велосипеді, ви припинили крутити педалі. Врешті-решт велосипед обов'язково зупиниться — швидкість його руху поступово зменшиться до нуля. А от час зупинки велосипеда, а отже, і його прискорення суттєво залежать від того, чи натискаєте ви при цьому на гальмо. Тобто те саме тіло в

**результаті різної дії (взаємодії) набуває різного прискорення.** Унаслідок різної дії тіло може також по-різному змінювати свої форму та розміри — **деформуватися**.

Кількісною мірою взаємодії є **сила**.

**Сила  $F$**  у механіці — це векторна фізична величина, що є мірою взаємодії тіл, у результаті якої тіло набуває прискорення або деформується.

Одиниця сили в СІ — **ньютон**:  $[F] = 1 \text{ Н (N)}$ .

1 Н дорівнює силі, яка, діючи на тіло масою 1 кг, надає йому прискорення 1 м/с<sup>2</sup>.

У фізиці силою називають також дію одного тіла на інше. Наприклад, можна сказати: на м'яч діє сила пружності, — хоча насправді на м'яч діють руки волейболіста, дія яких характеризується силою пружності.

Результат дії сили  $F$  залежить від модуля  $F$  цієї сили, її напрямку та місця прикладення (якщо тіло не є матеріальною точкою) (рис. 1).



Рис. 1. Якщо ви, граючи у волейбол, ударите по м'ячу, то можете прискорити його рух, зупинити, змінити напрямок руху або закрутити — це залежить від напрямку, точки прикладення й сили удару.

### **Чому тіла по-різному реагують на ту саму дію**

Зміна швидкості руху тіла залежить не тільки від сили, яка діє на тіло: якщо до тенісного м'яча та метального ядра прикласти однакову силу, швидкість руху ядра зміниться менше або для тієї самої зміни швидкості необхідно буде більше часу. Тобто різним тілам властиво по-різному реагувати на ту саму дію.

Властивість тіла, яка полягає в тому, що для зміни швидкості руху тіла під дією сили потрібен деякий час, називають **інертністю**.

Чим тіло інертніше, тим меншого прискорення воно набуває внаслідок тієї самої дії. У наведеному вище прикладі ядро інертніше за м'яч, адже внаслідок тієї самої дії воно повільніше за м'яч змінює швидкість свого руху. Інертні властивості тіла характеризує **інертна маса тіла**.

Будь-яке тіло має також властивість гравітаційно взаємодіяти з іншими тілами. Цю властивість характеризує **гравітаційна маса тіла**. **Інертна маса тіла дорівнює його гравітаційній масі**, тому далі говоритимемо просто про масу тіла.

**Маса  $m$**  — фізична величина, яка є мірою інертності та мірою гравітації тіла.

Одиниця маси в СІ — **кілограм**:  $[m] = 1 \text{ кг (kg)}$ .

**1 кг дорівнює масі міжнародного еталона кілограма.**

**Виміряти масу тіла означає порівняти її з масою еталона**, тобто з масою тіла, масу якого взято за одиницю. Один із найпоширеніших способів прямого вимірювання маси тіла — **зважування** (маса — міра гравітації, тому тіла рівної маси однаково притягуються до Землі, а отже, й однаково тиснуть на опору).

**Зважування** — найзручніший спосіб вимірювання маси, однак не універсальний. Як, наприклад, виміряти масу молекули або масу Місяця, адже

покласти ці об'єкти на ваги неможливо? У таких випадках використовують той факт, що маса — міра інертності. Якщо на два тіла масами  $m_1$  і  $m_2$  діють однакові сили, то порівняти маси цих тіл можна, якщо визначити прискорення, набуті тілами в результаті дії цих сил:

### **Основні властивості маси**

1. **Маса тіла** — величина інваріантна: вона не залежить ані від вибору системи відліку, ані від швидкості руху тіла.

2. **У класичній механіці маса тіла** — величина адитивна: маса тіла дорівнює сумі мас усіх частинок, із яких складається тіло, а маса системи тіл дорівнює сумі мас тіл, що утворюють систему.

3. **У класичній механіці виконується закон збереження маси:** в ході будь-яких процесів у системі тіл загальна маса системи залишається незмінною; маса тіла не змінюється під час його взаємодії з іншими тілами.