

## УРОК 34

### Тема: Імпульс тіла

**Мета:** сформувати у учнів поняття про імпульс тіла.

#### Компоненти ключових компетентностей:

- ✓ **уміння** – учні вчаться аналізувати і порівнювати імпульси тіл, розуміти вплив маси та швидкості на імпульс тіла та його взаємодію з іншими тілами.
- ✓ **ставлення** – учні вчаться цінувати важливість точності та глибини розуміння фізичних законів, значення спостережливості та аналітичних навичок при поясненні явищ.

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

**Тип уроку:** вивчення нового матеріалу.

**Можливі труднощі:** імпульс як фізична може бути складним для уявлення, оскільки він не має прямого аналога в повсякденному житті.

## ХІД УРОКУ

### I. ПОЧАТКОВИЙ ЕТАП

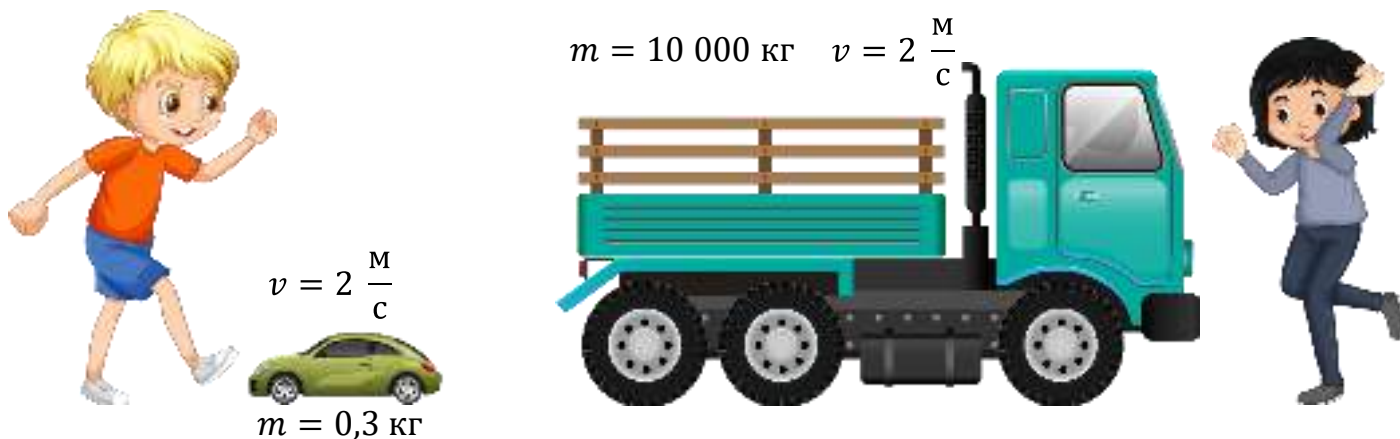
### II. ОСНОВНА ЧАСТИНА

#### 1. Імпульс тіла

У тирі можна безпечно передати кулю, просто підкинувши її в повітрі. Однак, коли кулю вистрелюють з пістолета і вона летить у напрямку мішені, спроба її зловити є неможливою та вкрай небезпечною.



Іграшковий автомобіль, який котиться – легко зупинити носком ноги. Якщо ж наближається вантажівка – слід тікати з її шляху.



В першому випадку на результат руху вагомо впливає швидкість кулі, в другому – маса вантажівки. Фізична величина, яка є мірою кількості руху, що враховує масу і швидкість є імпульс тіла. Слово «імпульс» у перекладі з латинської означає «удар» або «поштовх».

В першому випадку кажуть: імпульс кулі, що летить до мішені більше, ніж тої, що підкинули в повітрі; імпульс вантажівки більше за іграшковий автомобіль.

**Імпульс тіла – це векторна фізична величина, яка дорівнює добутку маси тіла на швидкість його руху.**

$$\vec{p} = m\vec{v}$$

$\vec{p}$  – імпульс тіла;

$m$  – маса тіла;

$\vec{v}$  – швидкість руху тіла.

Одиниця імпульсу тіла в СІ – **кілограм-метр за секунду**:

$$[p] = 1 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Напрямок імпульсу тіла збігається із напрямком швидкості руху тіла.

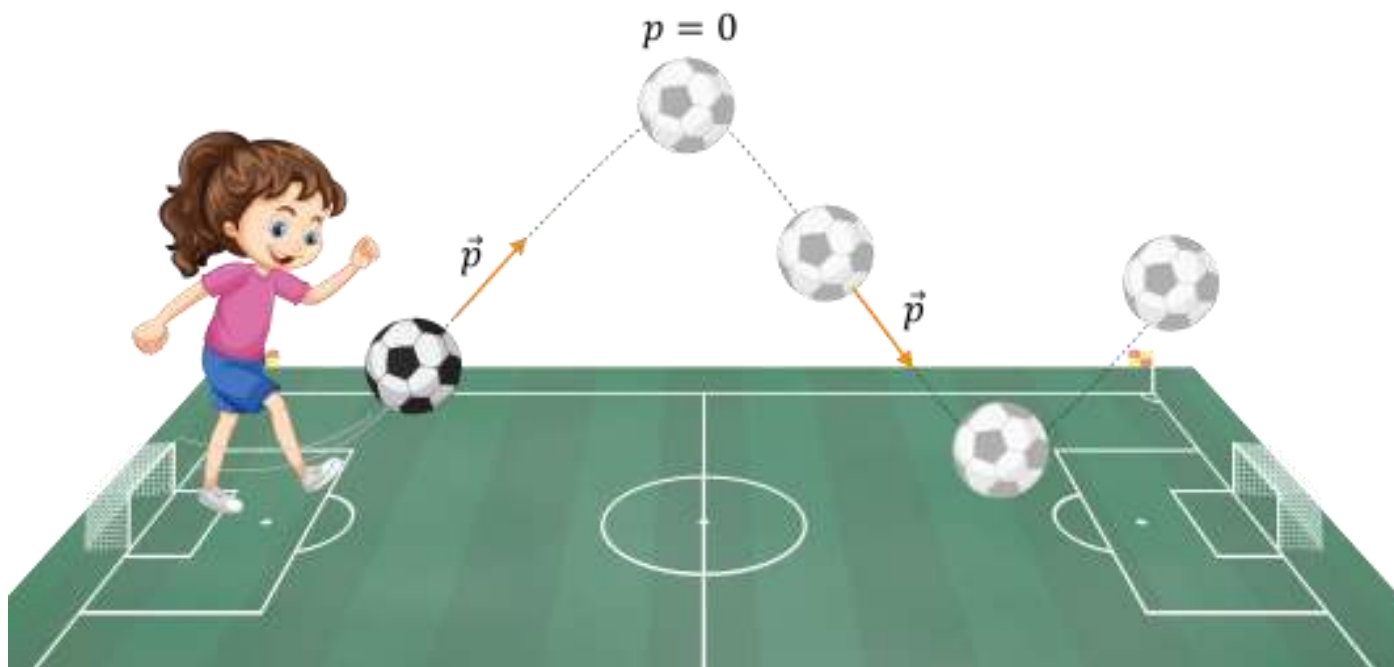


## 2. Зміна імпульсу тіла

Будь-яке тіло яке рухається має імпульс. Наприклад футбольний м'яч під час гри. Коли м'яч не рухається, його імпульс дорівнює нулю.

☹️ Чи змінюється імпульс м'яча під час гри у футбол?

Після удару ногою м'яч набуває імпульсу, адже змінюється його швидкість. Під час руху м'яча його імпульс змінюється або за значенням, або за напрямком, або за значенням і за напрямком одночасно залежно від сили удару та напрямку удару гравцем.



Чим сильніший удар, тим більше зміна імпульсу (бо більша зміна швидкості). Однак час дії цієї сили також важливий: чим довше м'яч перебуває під впливом удару, тим більше змінюється імпульс (наприклад, коли гравець веде м'яч через все поле і більше триває дія на м'яч).



**Чим сильнішою і тривалішою є взаємодія, тим більше змінюється імпульс тіла.**

### III. РОЗВ'ЯЗУВАННЯ ЗАДАЧ

1. Автомобіль масою 1500 кг рухається зі швидкістю 20 м/с на захід. Визначте імпульс автомобіля та напрямок його імпульсу. Як зміниться напрямок імпульсу, якщо автомобіль розвернеться і почне рухатися з тією ж швидкістю на схід?

**Дано:**

$$m = 1500 \text{ кг}$$

$$v = 20 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$p = ?$$

**Розв'язання**

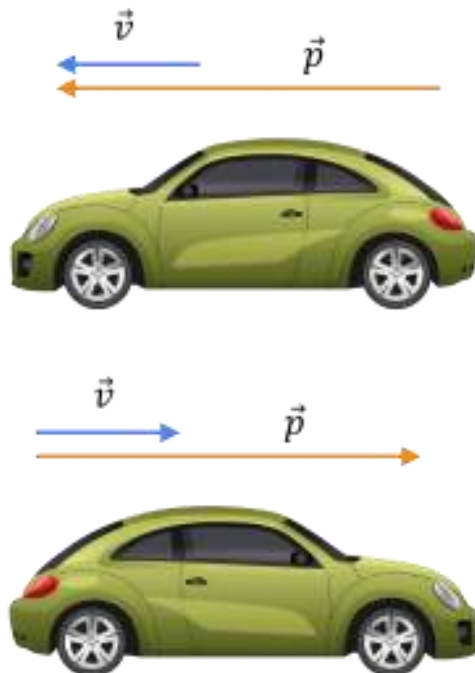
$$p = mv$$

$$[p] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$p = 1500 \cdot 20 \\ = 30000 \left( \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Якщо автомобіль розвернеться і почне рухатися з тією ж швидкістю на схід, то значення імпульсу не зміниться (30000 кг·м/с), але напрямок імпульсу зміниться на протилежний – на схід, тому що напрямок імпульсу автомобіля збігається із напрямком швидкості руху автомобіля.

**Відповідь:**  $p = 30000 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .



2. Олексій допомагав своєму батькові мити автомобіль за допомогою поливального шлангу. Коли він взяв шланг у руки та відкрив воду на повну потужність, то відчув, що йому важко утримати шланг. Чому так сталося?

Імпульс зумовлений масою води і швидкістю руху води, тому значення імпульсу струменю води буде значним, а тому і віддача також значною.

3. Дослідники вивчають кальмарів в океані, швидкість яких може сягати 10 м/с. Знаючи, що імпульс кальмара під час швидкісного плавання може сягати 85,7 кг·м/с, яка маса кальмара?

**Дано:**

$$v = 10 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$p = 85,7 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

**Розв'язання**

$$p = mv \quad \Rightarrow \quad m = \frac{p}{v}$$

$m = ?$

$$[m] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\frac{\text{м}}{\text{с}}} = \text{кг} \quad m = \frac{85,7}{10} = 8,57 \text{ (кг)}$$

**Відповідь:**  $m = 8,57 \text{ кг}$ .

4. На столі в шкільній лабораторії стоїть візок, на якому учні розмістили іграшкового робота масою 250 г. Учні рухають візок зі швидкістю 1 м/с відносно Землі. Чому дорівнює імпульс робота відносно візка?

Імпульс об'єкта визначається як добуток його маси на швидкість. Оскільки робот рухається разом з візком і не має власної швидкості відносно візка, його швидкість відносно візка дорівнює нулю. Таким чином, імпульс робота відносно візка також буде нульовим, незалежно від його маси або швидкості візка відносно Землі.

Отже, імпульс робота відносно візка дорівнює:

$$p = mv = 0,25 \text{ кг} \cdot 0 \frac{\text{м}}{\text{с}} = 0$$

5. Максим та Ірина на уроці фізики отримали завдання розрахувати швидкість автомобіля, який бере участь у гонках Формули 1. Маса автомобіля становить 0,79 т, а його імпульс дорівнює 75050 кг·м/с. Розрахуйте швидкість автомобіля.

**Дано:**

$$\begin{aligned} m &= 0,79 \text{ т} \\ &= 0,79 \cdot 1000 \text{ кг} \\ &= 790 \text{ кг} \\ p &= 75050 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

$v = ?$

**Розв'язання**

$$\begin{aligned} p &= mv \quad \Rightarrow \quad v = \frac{p}{m} \\ [v] &= \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad v = \frac{75050}{790} = 95 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) \end{aligned}$$

**Відповідь:**  $v = 95 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

6. З якою швидкістю мав би рухатися м'яч для настільного тенісу, маса якого складає 3 г, щоб у нього був такий самий імпульс, як у м'яча для великого тенісу масою 60 г, що відбивається тенісисткою зі швидкістю 144 км/год? Чи реальне значення швидкості м'яча для настільного тенісу у вас вийшло?

**Дано:**

$$\begin{aligned} m_{\text{натс.}} &= 3 \text{ г} \\ &= 3 \cdot 0,001 \text{ кг} = 0,003 \text{ кг} \\ m_{\text{вел.}} &= 60 \text{ г} \\ &= 60 \cdot 0,001 \text{ кг} = 0,06 \text{ кг} \\ v_{\text{вел.}} &= 144 \frac{\text{км}}{\text{год}} \\ &= \frac{144 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 40 \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

**Розв'язання**

**1 спосіб**

$$\begin{aligned} p_{\text{натс.}} &= p_{\text{вел.}} \\ m_{\text{натс.}} v_{\text{натс.}} &= m_{\text{вел.}} v_{\text{вел.}} \\ v_{\text{натс.}} &= \frac{m_{\text{вел.}} v_{\text{вел.}}}{m_{\text{натс.}}} \\ [v_{\text{натс.}}] &= \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}} \end{aligned}$$

$$v_{\text{наст.}} - ?$$

$$v_{\text{наст.}} = \frac{0,06 \cdot 40}{0,003} = 800 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

## 2 спосіб

$$p_{\text{вел.}} = m_{\text{вел.}} v_{\text{вел.}}$$

$$[p_{\text{вел.}}] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$p = 0,06 \cdot 40 = 2,4 \left( \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$p_{\text{наст.}} = p_{\text{вел.}} = 2,4 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$p_{\text{наст.}} = m_{\text{наст.}} v_{\text{наст.}} \Rightarrow v_{\text{наст.}} = \frac{p_{\text{наст.}}}{m_{\text{наст.}}}$$

$$[v_{\text{наст.}}] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}} \quad v_{\text{наст.}} = \frac{2,4}{0,003} = 800 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

**Відповідь:**  $v_{\text{наст.}} = 800 \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

Це значення швидкості (800 м/с) надзвичайно велике порівняно зі звичайною швидкістю м'яча для настільного тенісу. Така швидкість є нереалістичною для настільного тенісу, оскільки зазвичай м'ячі для настільного тенісу рухаються значно повільніше. Це може бути обумовлено багатьма факторами, такими як розмір столу, обмежені простір та фізичні обмеження гравців. Швидкість м'яча для настільного тенісу зазвичай знаходиться у діапазоні від 20 до 30 м/с.

7. Рейсер на мотоциклі Ducati Desmosedici знаходиться на останньому колі траси в Валенсії, Іспанія, і йому потрібно обігнати суперника, щоб виграти вирішальну гонку чемпіонату MotoGP. Щоб випередити конкурента він на прямій ділянці треку вирішує збільшити швидкість з 252 км/год до 324 км/год. Визначте, як змінився імпульс мотоцикліста під час цього маневру, якщо його маса разом з мотоциклом 230 кг.

### Дано:

$$v_1 = 252 \frac{\text{км}}{\text{год}} = \frac{252 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 70 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$v_2 = 324 \frac{\text{км}}{\text{год}} = \frac{324 \cdot 1000 \text{ м}}{3600 \text{ с}} = 90 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$m = 230 \text{ кг}$$

### Розв'язання

#### 1 спосіб

$$\Delta p = p_2 - p_1$$

$$\Delta p = mv_2 - mv_1 = m(v_2 - v_1)$$

$$[\Delta p] = \text{кг} \cdot \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} - \frac{\text{м}}{\text{с}} \right) = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

$$\Delta p = 230 \cdot (90 - 70) = 4600 \left( \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$\Delta p$  – ?

**2 спосіб**

$$p_1 = mv_1 \quad [p_1] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$p_1 = 230 \cdot 70 = 16100 \left( \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$p_2 = mv_2 \quad [p_2] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$p_2 = 230 \cdot 90 = 20700 \left( \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

$$\Delta p = p_2 - p_1 \quad [\Delta p] = \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$$
$$\Delta p = 20700 - 16100 = 4600 \left( \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

**Відповідь:**  $\Delta p = 4600 \text{ кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}$ .

#### IV. УЗАГАЛЬНЕННЯ ТА ПІДСУМКИ

##### Обговорення вивченого матеріалу

1. Що таке імпульс тіла?
2. Як ви розумієте, що імпульс це векторна величина?
3. Як змінюється імпульс тіла при дії сили на нього?
4. Як впливає час дії сили на зміну імпульсу тіла?
5. Які тіла мають імпульс, наведіть приклади.

#### V. ДОМАШНЄ ЗАВДАННЯ

Опрацювати § 19, Вправа № 19 (1, 3).

Виконане Д/з відправте на Human,  
Або на електронну адресу [Kmitevich.alex@gmail.com](mailto:Kmitevich.alex@gmail.com)

Додаткове відео пояснення теми:

<https://www.youtube.com/watch?v=vIcxOSdZbAM&list=PLNh7yDWmHULu14c-8y3hYm7gwGzvZpes6&index=3&pp=iAQB>