

# Закони збереження в механіці

1. Імпульс тіла.
2. Імпульс сили.
3. Закон збереження імпульсу.
4. Абсолютно пружний удар і абсолютно непружний удар.
5. Реактивний рух.
6. Розв'язування задач.



# Імпульс тіла.

- Імпульс тіла – фізична величина, яка характеризує рух тіла і дорівнює добутку маси тіла на його швидкість.
- Імпульс тіла ще називають кількістю руху.

$$[m v] = \frac{Kг \cdot M}{c}$$



## Імпульс сили.

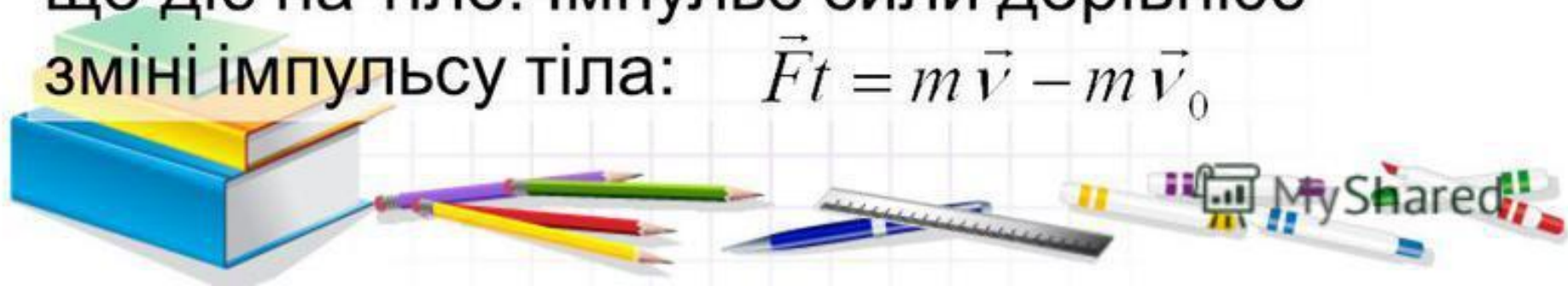
- Під дією сили тіло змінює свою швидкість.  
За другим законом Ньютона:

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t} = \frac{m\vec{v} - m\vec{v}_0}{t} \Rightarrow \vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$$

Імпульс сили – фізична величина, яка описує взаємодію тіл і дорівнює добутку сили на час її дії.

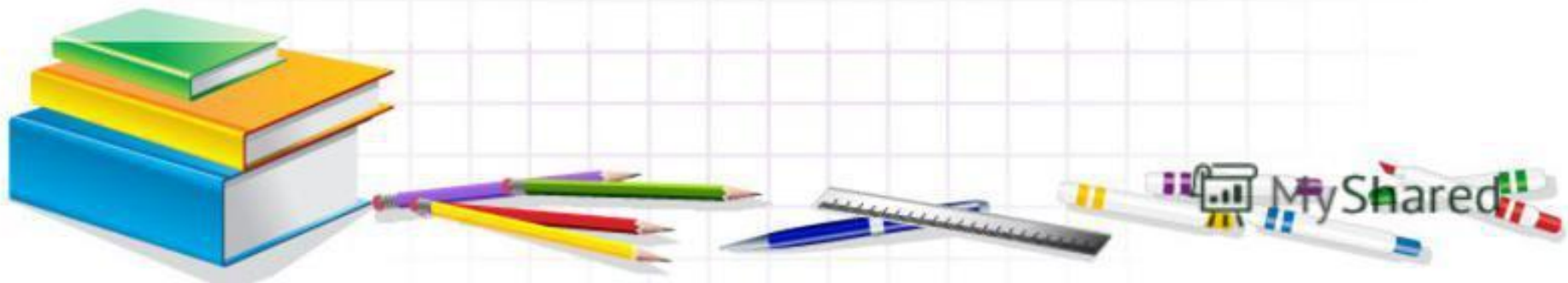
Імпульс сили напрямлений так, як і сила, що діє на тіло. Імпульс сили дорівнює

зміні імпульсу тіла:  $\vec{F}t = m\vec{v} - m\vec{v}_0$



# Закон збереження імпульсу

- Група об'єднаних за певною ознакою тіл, на які не діють інші тіла або дія яких несуттєва за даних умов, називається замкнутою (ізолюваною) системою.
- У замкнутій системі діють усі фізичні закони. При взаємодії двох тіл справедливий III закон Ньютона:  $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$



# Закон збереження імпульсу

$$\vec{F}_1 = -\vec{F}_2 \quad \frac{m_1(\vec{v}_1 - \vec{v}_{01})}{t} = -\frac{m_2(\vec{v}_2 - \vec{v}_{02})}{t}$$

$$m_1\vec{v}_1 - m_1\vec{v}_{01} = m_2\vec{v}_2 - m_2\vec{v}_{02}$$

$$m_1\vec{v}_1 + m_2\vec{v}_2 = m_1\vec{v}_{01} + m_2\vec{v}_{02}$$

У замкнутій системі сума імпульсів тіл за будь-яких взаємодій між ними залишається сталою.



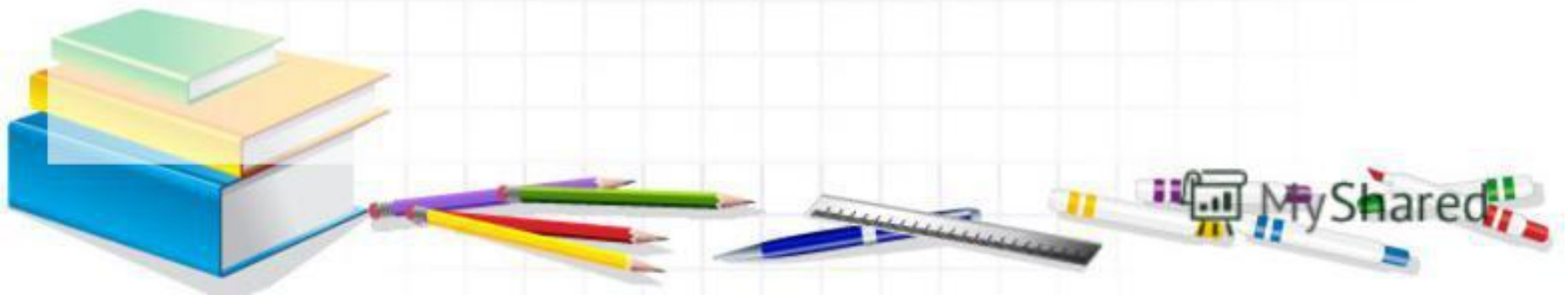
# Закон збереження імпульсу

- Для двох тіл:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m_2 \vec{v}_{02} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2$$

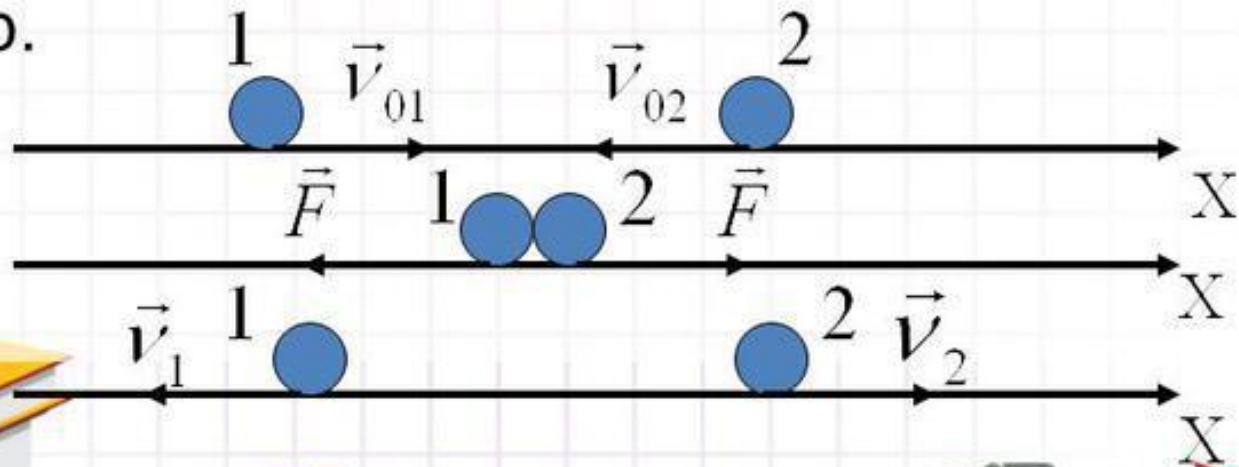
- Для  $n$  тіл:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + \dots + m_n \vec{v}_n = \text{const}$$



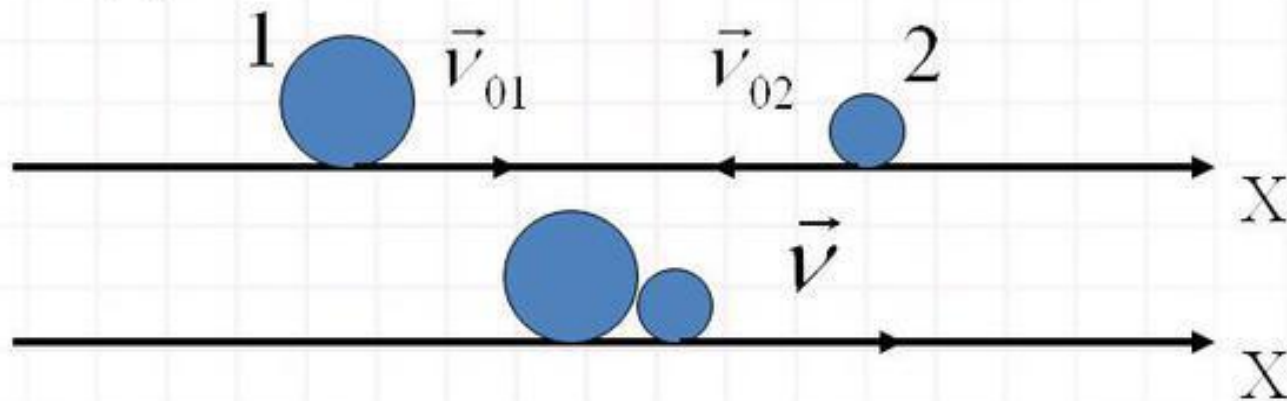
# Абсолютно пружний удар і абсолютно непружний удар.

- Під ударом розуміють таку взаємодію, яка здійснюється миттєво (за дуже малий проміжок часу).
- Абсолютно пружним називають удар, після якого розміри і форма взаємодіючих тіл відновлюються і не відбувається перетворення механічної енергії у внутрішню.



# Абсолютно пружний удар і абсолютно непружний удар.

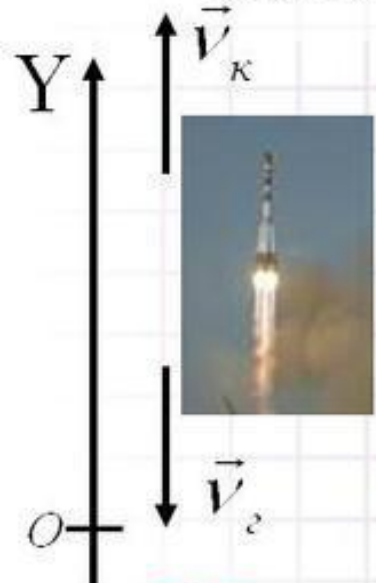
- При абсолютно непружному ударі взаємодіючі тіла утворюють нове тіло, маса якого дорівнює сумі мас тіл, що взаємодіяли.





# Реактивний рух

- Реактивним називають рух, який відбувається внаслідок відділення частини системи тіл.



Візьмемо ракету з паливом за замкнену систему. Доки ракета не рухається, її імпульс дорівнює нулю. Під час руху ракети розжарені гази масою  $m_e$  виходять із сопла зі швидкістю  $\vec{V}_e$ , а корпус ракети масою  $m_k$  рухається в протилежний бік зі швидкістю  $\vec{V}_k$ .



# Реактивний рух

- За законом збереження імпульсу:

$$0 = m_2 \vec{v}_2 + m_K \vec{v}_K$$

У проекції на вісь Oy:  $0 = m_K v_K - m_2 v_2$

Швидкість ракети:

$$v_K = \frac{m_2 v_2}{m_K}$$



## Розв'язування задач.

- **Задача 1.** Снаряд масою 20 кг, що летів горизонтально зі швидкістю 100 м/с, влучив у пісок на залізничній платформі і не розірвався. Якої швидкості набула платформа масою 8 т, якщо до падіння снаряда вона рухалася зі швидкістю 0,5 м/с у тому ж напрямі, що і снаряд?



# Задача 1.

Дано:

$$m_1 = 20 \text{ кг}$$

$$v_{01} = 100 \text{ м/с}$$

$$m_2 = 8 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$v_{02} = 0,5 \text{ м/с}$$

---

$$v = ?$$

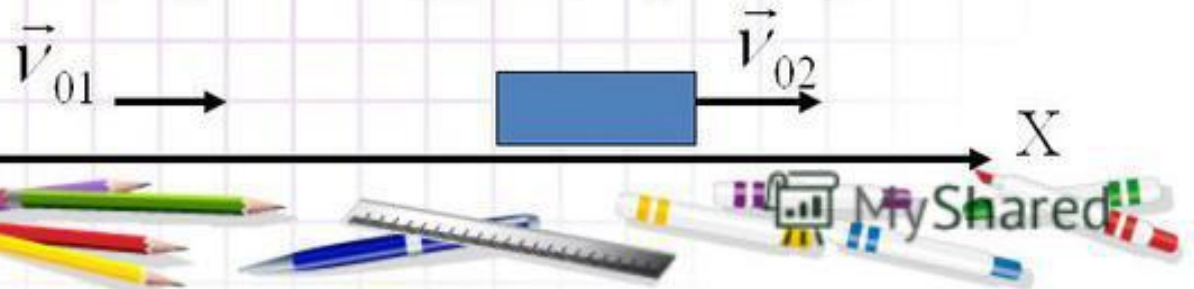
- Взаємодія снаряда і платформи є непружним ударом. За законом збереження імпульсу:

$$m_1 \vec{v}_{01} + m \vec{v}_{02} = (m_1 + m_2) \vec{v}$$

Всі тіла рухаються в один бік, туди і спрямуємо вісь  $Ox$ .

У проекціях на вісь рівняння має вигляд:

$$m_1 v_{01} + m v_{02} = (m_1 + m_2) v$$



# Задача 1.

- З рівняння визначимо швидкість:

$$v = \frac{m_1 v_{01} + m_2 v_{02}}{m_1 + m_2}$$

$$v = \frac{20 \cdot 100 + 8 \cdot 10^3 \cdot 0,5}{8 \cdot 10^3 + 20} = 0,75 \text{ м/с}$$

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



## Задача 2.

- Знайти імпульс тіла через 2 с та через 5 с після початку відліку часу, якщо маса тіла 10 кг, а рух тіла описується рівнянням  $x = 20 + 10t - 2,5t^2$
- Дане рівняння – рівняння рівнозмінного руху:

$$x = x_0 + v_{0,x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$



Дано:

$$x = 20 + 10t - 2,5t^2$$

$$t_1 = 2\text{с}$$

$$t_2 = 5\text{с}$$

$$m = 10\text{кг}$$

$$mv_1 - ?$$

$$mv_2 - ?$$

## Задача 2.

$$x = x_0 + v_{0x}t + \frac{a_x t^2}{2}$$

Визначимо:  $v_{0x} = 10\text{м/с}$ ;  $a_x = -5\text{м/с}^2$

Швидкість змінюється за законом:

$$v_x = v_{0x} + a_x t. \text{Отже, } v_x = 10 - 5t$$

Значення швидкості у моменти часу  $t_1, t_2$

$$v_1 = 10 - 5t_1$$

$$v_2 = 10 - 5t_2$$



## Задача 2.

- Відповідно імпульси  $m v_1 = m(10 - 5t_1)$ ,  
 $m v_2 = m(10 - 5t_2)$

$$m v_1 = 10 \cdot (10 - 5 \cdot 2) = 0$$

$$m v_2 = 10 \cdot (10 - 5 \cdot 5) = -150 \frac{\kappa\mathcal{Z} \cdot M}{c}$$

Тіло рухається у протилежному осі  $Ox$  напрямі.

$$[m v_1] = \kappa\mathcal{Z} \cdot \frac{M}{c^2} \cdot c = \frac{\kappa\mathcal{Z} \cdot M}{c}$$

