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.

$$[m\,v] = \frac{кг \cdot м}{с}$$

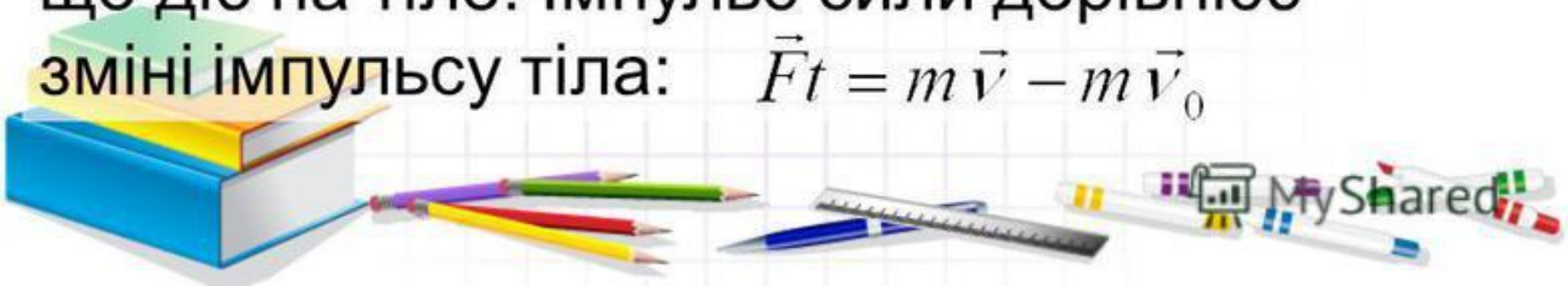
Імпульс сили.

- 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 (ізольованою) 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

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

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

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

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

Закон збереження імпульсу

- Для двох тіл:

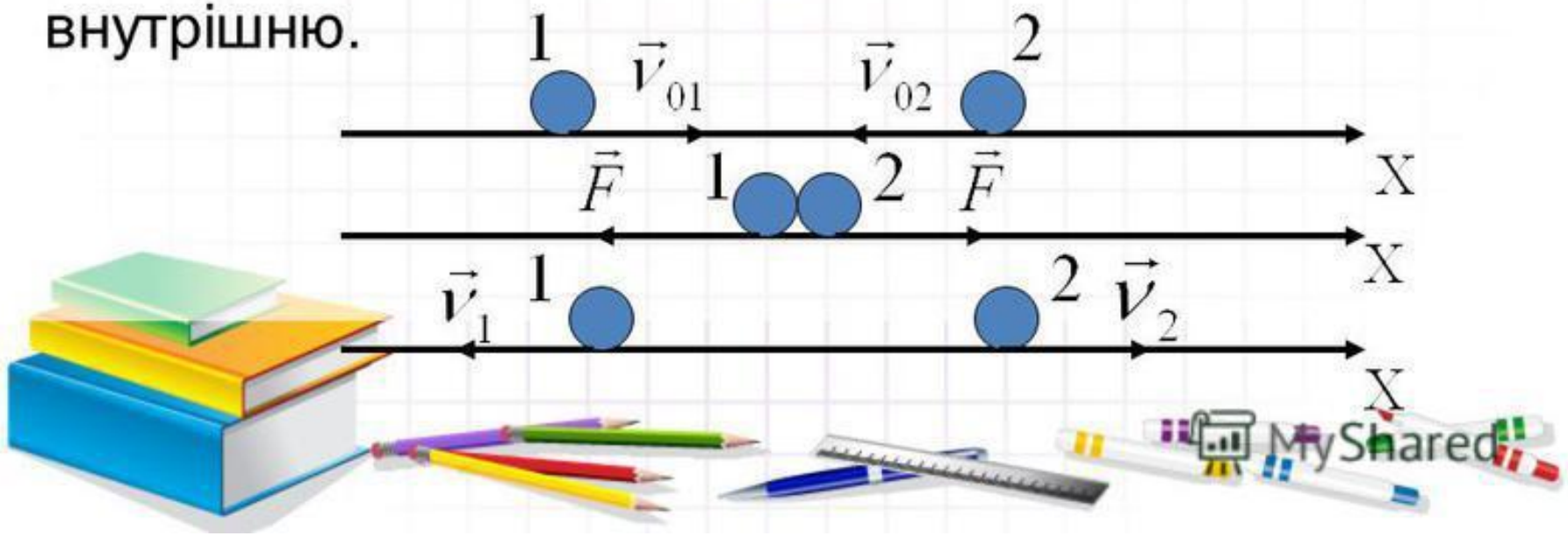
$$m_1\vec{\nu}_{01} + m_2\vec{\nu}_{02} = m_1\vec{\nu}_1 + m_2\vec{\nu}_2$$

- Для n тіл:

$$m_1\vec{\nu}_1 + m_2\vec{\nu}_2 + \ldots + m_n\vec{\nu}_n = const$$

Абсолютно пружний удар і абсолютно непружний удар.

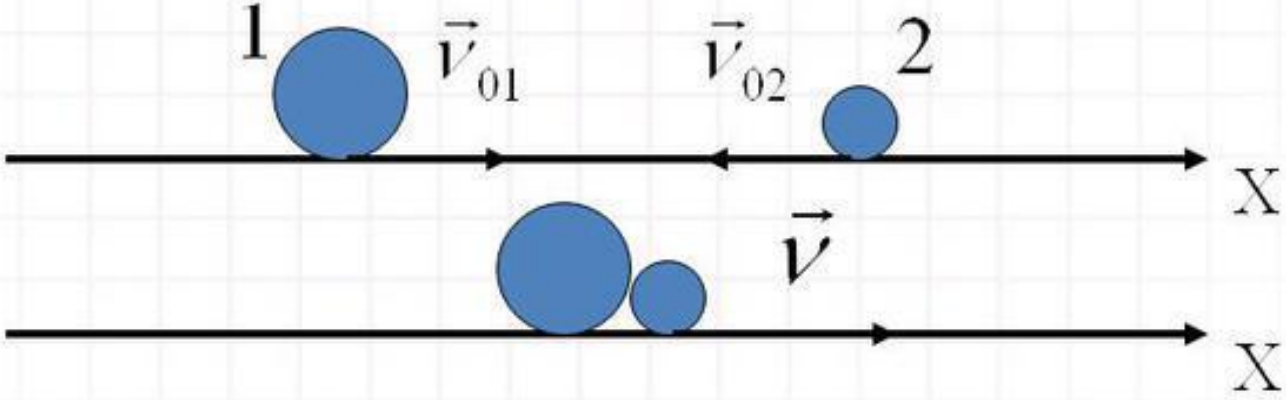
- Під ударом розуміють таку взаємодію, яка здійснюється миттєво (за дуже малий проміжок часу).
- Абсолютно пружним називають удар, після якого розміри і форма взаємодіючих тіл відновлюються і не відбувається перетворення механічної енергії у внутрішню.



MyShared

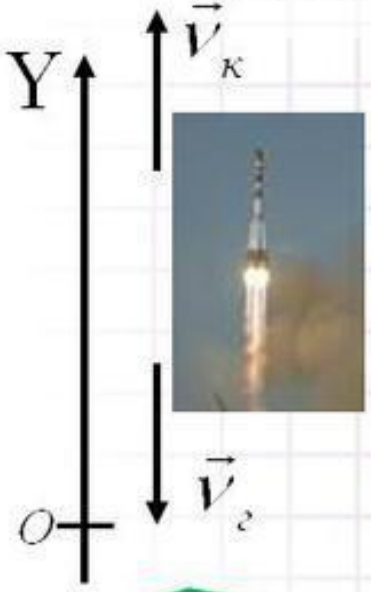
Абсолютно пружний удар і абсолютно непружний удар.

- 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 $m_г$ виходять із сопла зі швидкістю $\vec{v}_г$, а корпус ракети масою $m_к$ рухається в протилежний бік зі швидкістю $\vec{v}_к$

Реактивний рух

- За законом збереження імпульсу:

$$0 = m_г \vec{v}_г + m_к \vec{v}_к$$

У проекції на вісь Оу: $0 = m_к v_к - m_г v_г$

Швидкість ракети:

$$v_к = \frac{m_г v_г}{m_к}$$

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:

$m_1 = 20кг$

$v_{01} = 100м/с$

$m_2 = 8 \cdot 10^3 кг$

$v_{02} = 0{,}5м/с$

$v - ?$

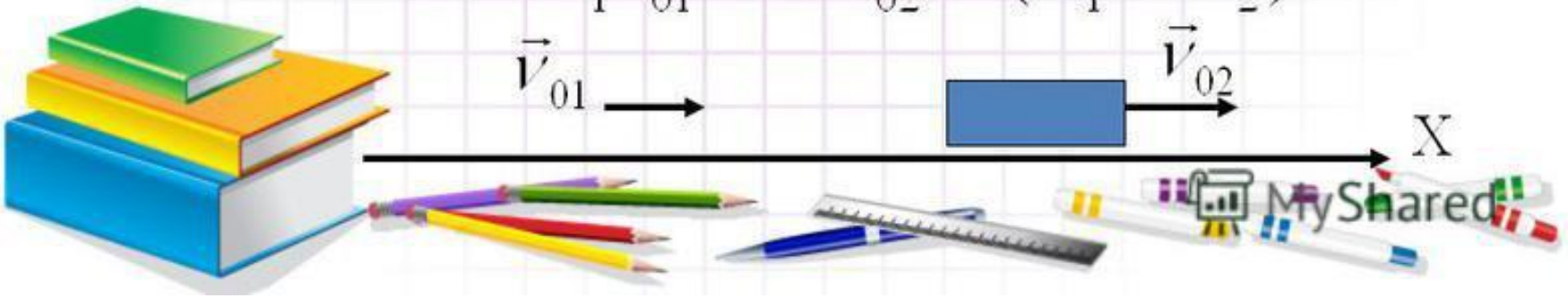
- Взаємодія снаряда і платформи є непружним ударом. За законом збереження імпульсу:

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

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

У проекціях на вісь рівняння має вигляд:

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



MyShared

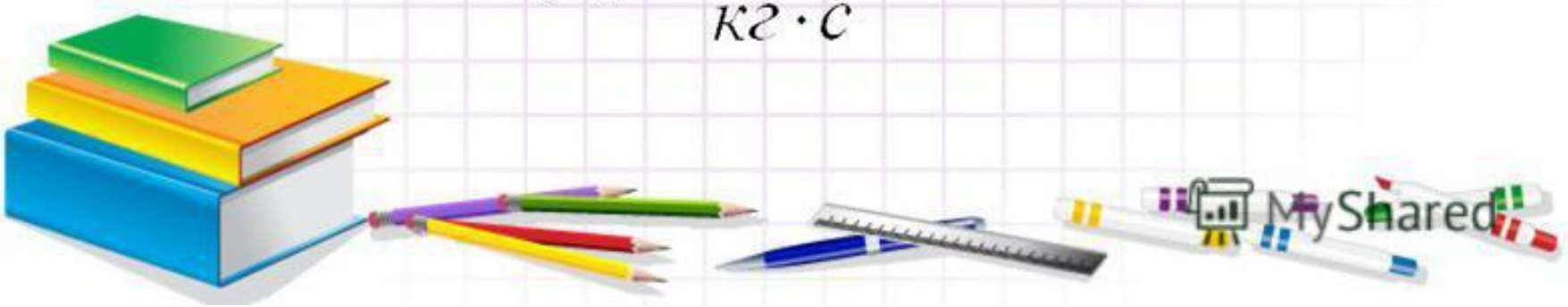
Задача 1.

- З рівняння визначимо швидкість:

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

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

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



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:

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

Задача 2.

Дано:

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

$t_1 = 2c$

$t_2 = 5c$

$m = 10кг$

$mv_1 - ?$

$mv_2 - ?$

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

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

Швидкість змінюється за законом:

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

Значення швидкості у моменти часу t_1, t_2

$$v_1 = 10 - 5t_1$$

$$v_2 = 10 - 5t_2$$

MyShared

Задача 2.

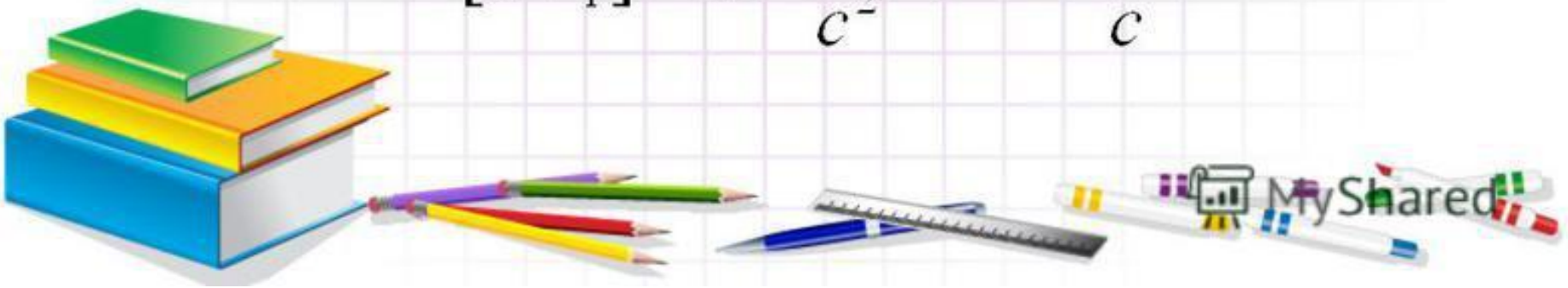
- Відповідно імпульси

$$m v_1 = m(10 - 5t_1),$$

$$m v_2 = m(10 - 5t_2)$$

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

$$m v_2 = 10 \cdot (10 - 5 \cdot 5) = -150 \frac{кг \cdot м}{с}$$

Тіло рухається у протилежному осі Ох напрямі.

$$[m v_1] = кг \cdot \frac{м}{с^2} \cdot с = \frac{кг \cdot м}{с}$$