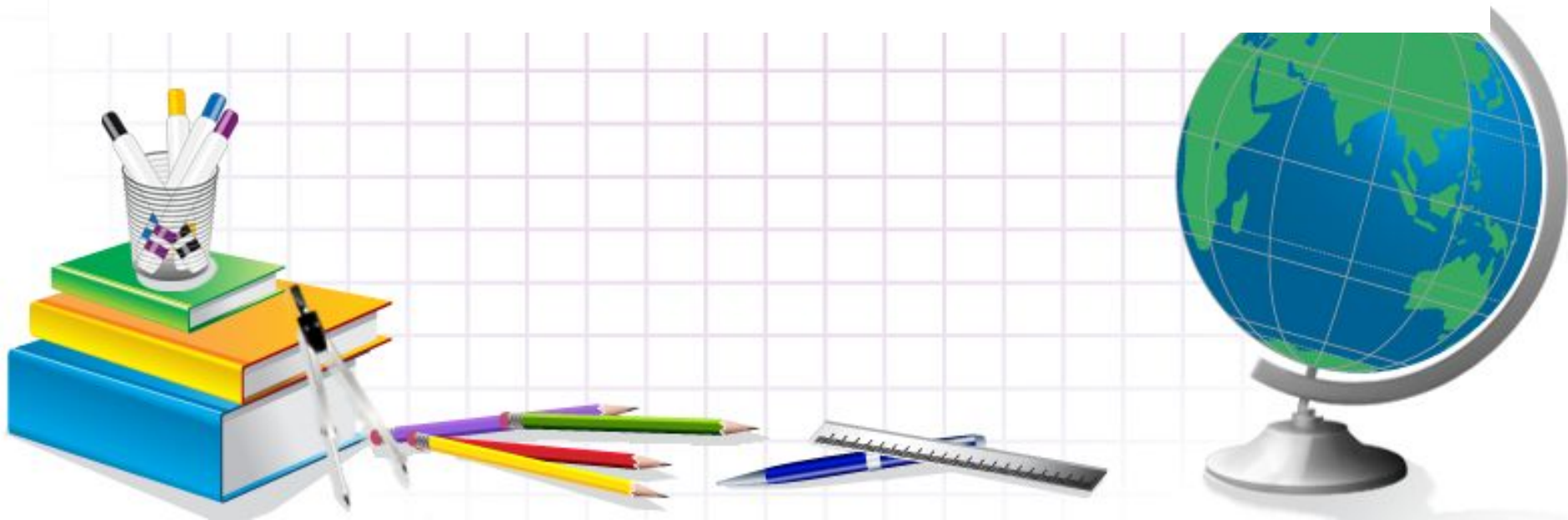


Закони збереження в механіці

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:

$$F = ma = m \frac{v - v_0}{t} = \frac{mv - mv_0}{t} \Rightarrow Ft = mv - mv_0$$

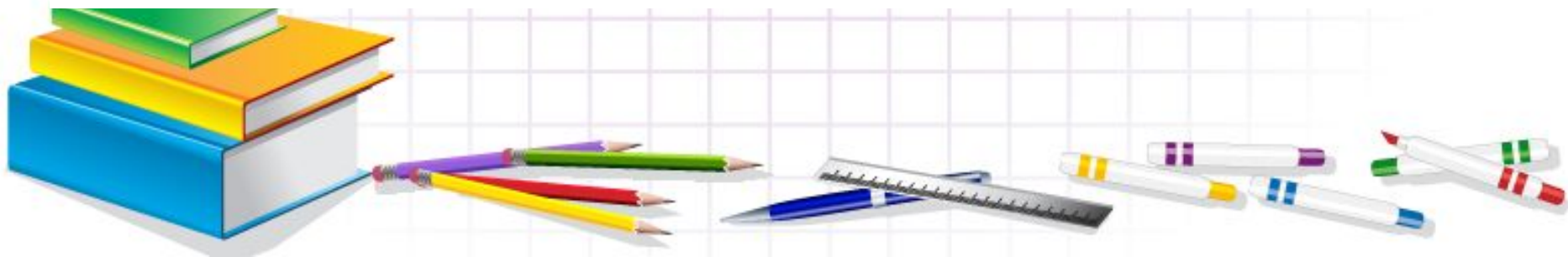
Імпульс сили – фізична величина, яка описує взаємодію тіл і дорівнює добутку сили на час її дії.

Імпульс сили напрямлений так, як і сила, що діє на тіло. Імпульс сили дорівнює зміні імпульсу тіла: $Ft = mv - mv_0$



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:

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

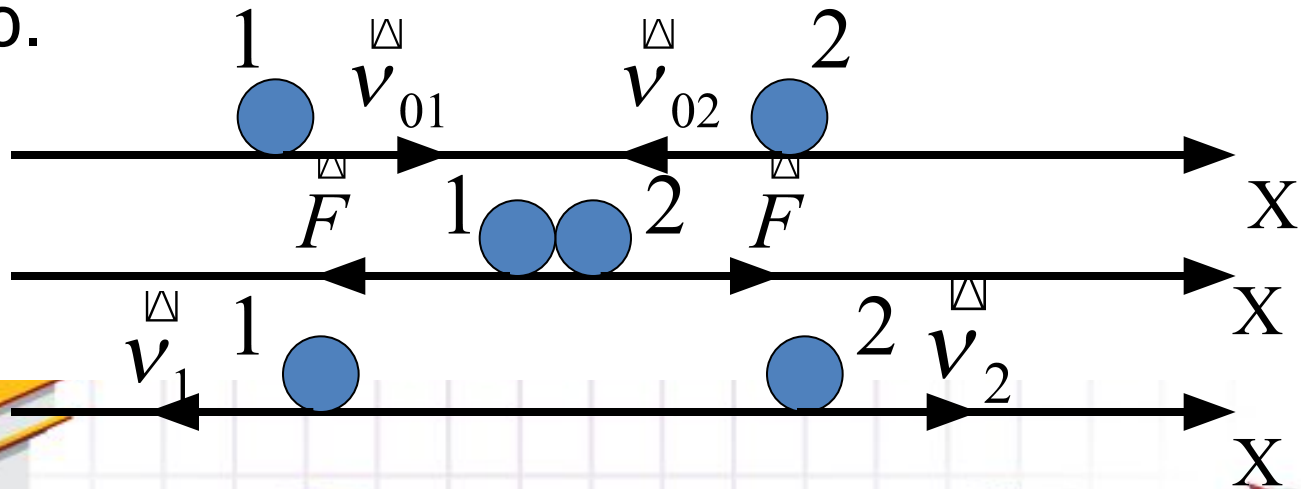
- Для n тіл:

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



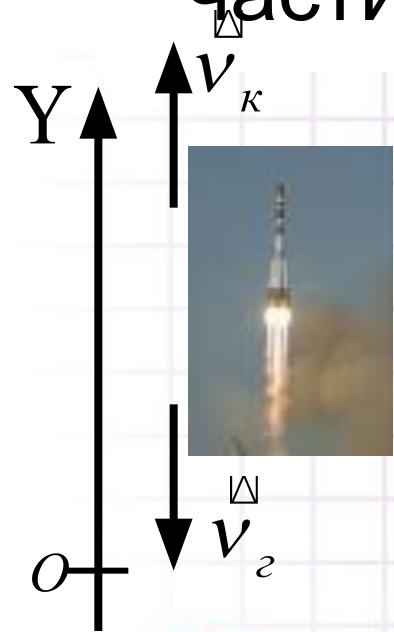
Абсолютно пружний удар і абсолютно непружний удар.

- 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.



Реактивний рух

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

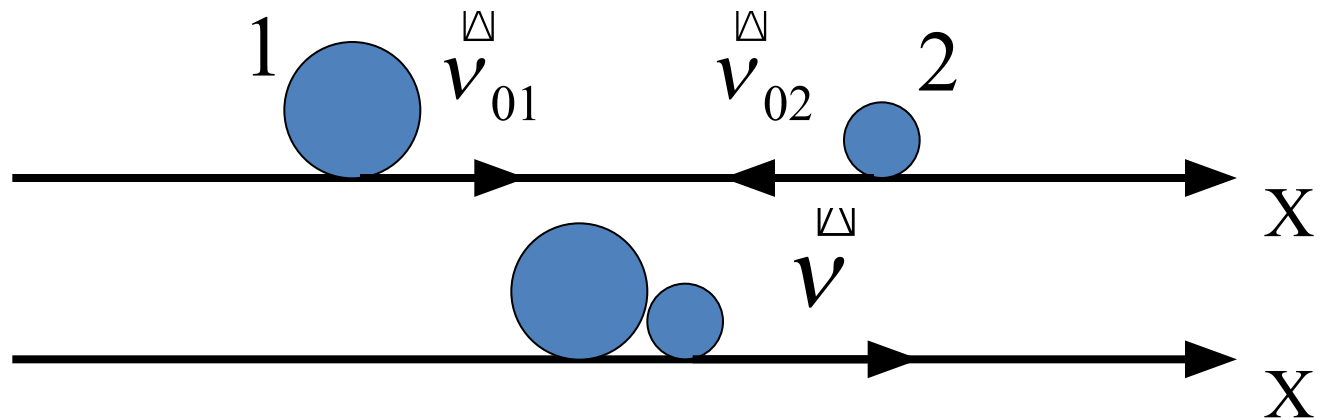


Візьмемо ракету з паливом за замкнену систему. Доки ракета не рухається, її імпульс дорівнює нулю. Під час руху ракети розжарені гази масою m_z виходять із сопла зі швидкістю v_z , а корпус ракети масою m_k рухається в протилежний бік зі швидкістю v_k .



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

- За законом збереження імпульсу:

$$0 = m_2 v_2 + m_K v_K$$

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 :

$$m_1 = 20 \text{ кг}$$

$$v_{01} = 100 \text{ м/с}$$

$$m_2 = 8 \cdot 10^3 \text{ кг}$$

$$v_{02} = 0,5 \text{ м/с}$$

$$v - ?$$

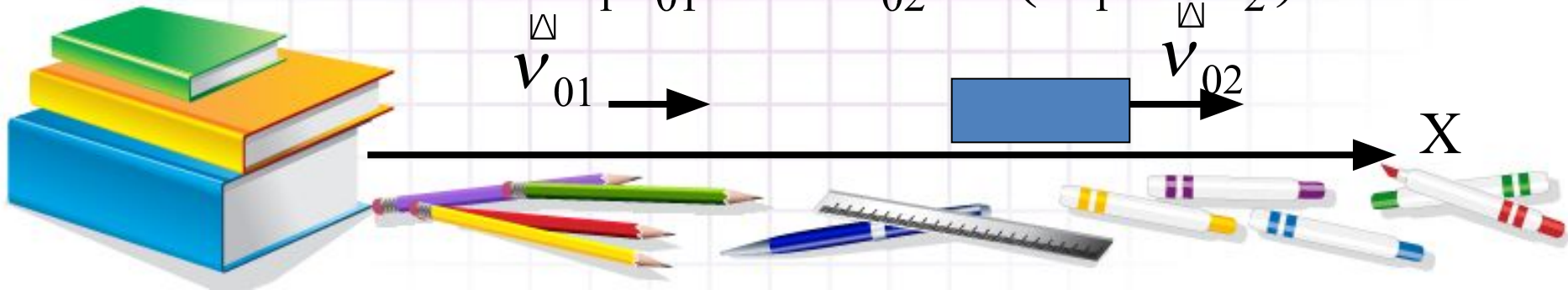
- Взаємодія снаряда і платформи є непружним ударом. За законом збереження імпульсу:

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

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

У проекціях на вісь рівняння має вигляд:

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



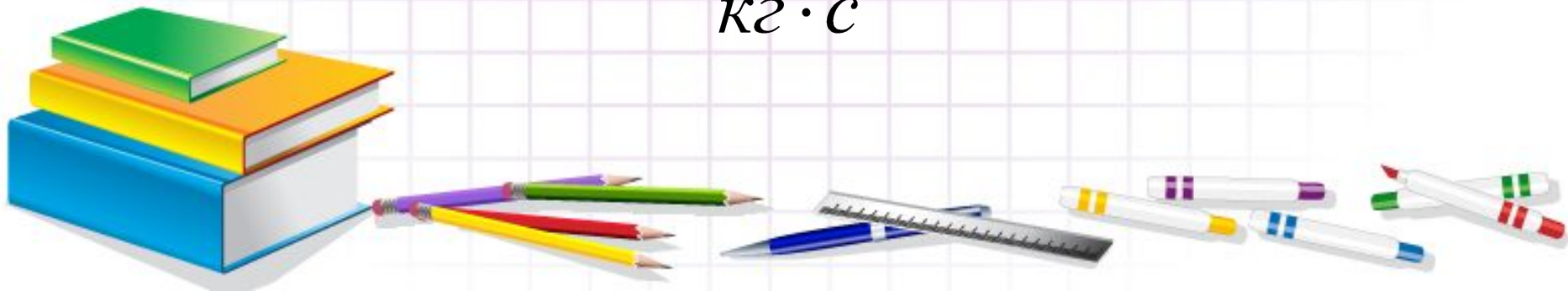
Задача 1.

- 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:

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



Дано :

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

$$t_1 = 2c$$

$$t_2 = 5c$$

$$m = 10кг$$

$$mv_1 - ?$$

$$mv_2 - ?$$

Задача 2.

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

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

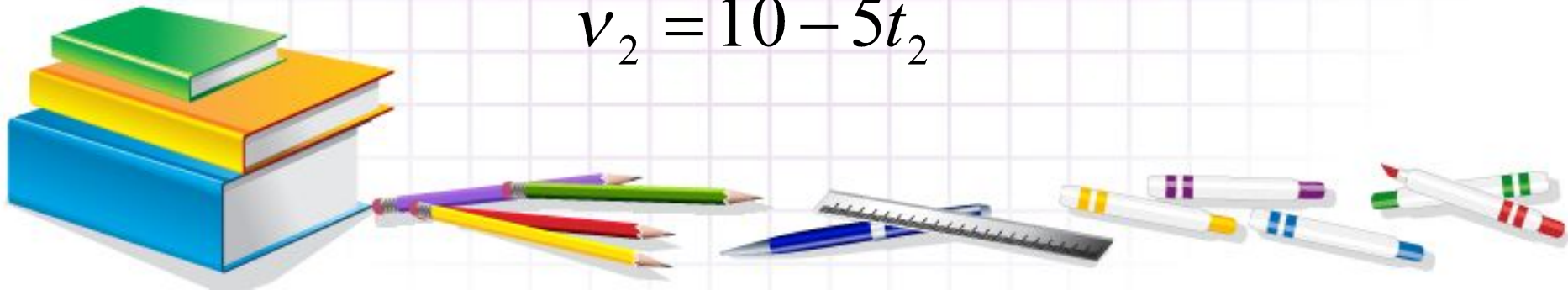
Швидкість змінюється за законом:

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

Значення швидкості у моменти часу t_1, t_2

$$v_1 = 10 - 5t_1$$

$$v_2 = 10 - 5t_2$$



Задача 2.

- Відповідно імпульси

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

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

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

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

Тіло рухається у протилежному осі Ох напрямі.

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

