

Урок №59-60

Тема уроку: Імпульс, закон збереження імпульсу

Мета уроку:

навчальна – ознайомити учнів з поняттями «імпульс тіла» та «імпульс сили»; ознайомити із законом збереження імпульсу;

розвивальна – розвивати уяву, творчі здібності учнів, вдосконалювати вміння застосовувати набуті знання на практиці;

виховна – виховувати почуття відповідальності, взаємодопомоги, вміння виступати перед аудиторією.

Матеріал до уроку

Імпульс тіла та імпульс сили.

Нехай дві кульки масою m_1 і m_2 рухаються зі швидкостями \vec{v}_0 і \vec{u}_0 . У певний момент часу вони вступають у взаємодію, що триває Δt . При цьому механічний рух передається від однієї кулі до іншої.

У результаті взаємодії швидкості куль стають однаковими \vec{v}_1 і \vec{u}_1 .

Відповідно до третього закону Ньютона, $\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$, але $\vec{F}_{12} = m_1 \vec{a}_1$ і $\vec{F}_{21} = m_2 \vec{a}_2$. Отже,

$$m_1 \vec{a}_1 = -m_2 \vec{a}_2.$$

Прискорення, отримані кулями в результаті взаємодії, будуть однаковими:

$$\vec{a}_1 = \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_0}{\Delta t}, \quad \vec{a}_2 = \frac{\vec{u}_1 - \vec{u}_0}{\Delta t}.$$

Підставляючи значення прискорення в попередню рівність, дістаємо:

$$m_1 \frac{\vec{v}_1 - \vec{v}_0}{\Delta t} = -m_2 \frac{\vec{u}_1 - \vec{u}_0}{\Delta t}, \text{ або } m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_0 = -(m_2 \vec{u}_1 - m_2 \vec{u}_0) = m_2 \vec{u}_0 - m_2 \vec{u}_1$$

Звідси отримуємо: $\Delta(m_1 \vec{v}) = \Delta(m_2 \vec{u})$

З останньої рівності бачимо, що зміна швидкості тіл, які взаємодіють, буде різною, але зміна величини добутку $m\vec{v}$ буде однаковою в обох тіл, що взаємодіють.

- Величина $m\vec{v}$ отримала назву імпульсу тіла. Вона є мірою механічного руху. Під час взаємодії відбувається передача імпульсу від одного тіла до іншого:

Імпульс тіла — це векторна величина, що дорівнює добутку маси тіла на його швидкість і збігається за напрямом з напрямом швидкості.

Одиницею вимірювання імпульсу в СІ є $\text{кг} \cdot \text{м/с}$.

Під дією сили тіло змінює свою швидкість, отже, змінюється й імпульс ті-

ла: $\Delta \vec{p} = \Delta(m\vec{v}) = m\Delta\vec{v}$. Оскільки $\Delta\vec{v} = \vec{a} \cdot \Delta t$, то $\Delta \vec{p} = m\vec{a} \cdot \Delta t$. З урахуванням того, що $m\vec{a} = \vec{F}$, дістаємо:

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t.$$

- Добуток сили на час її дії називають **імпульсом сили**

Одиниця вимірювання імпульсу сили в СІ — Н·с. Другий закон Ньютона можна записати у вигляді:

$$\Delta \vec{p} = \vec{F} \Delta t.$$

Зміна імпульсу тіла дорівнює імпульсу сили, що діє на тіло.

Якщо імпульс тіла змінюється за дуже короткий інтервал часу, то виникають великі сили (удар, поштовх, зіткнення). Щоб уникнути завеликих сил, необхідно збільшувати час дії сили.

Закон збереження імпульсу

Розглянемо систему тіл, які взаємодіють лише один з одним і не взаємодіють з іншими тілами. Таку систему тіл називають замкнутою.

Замкнутою або ізолюваною називають систему, в якій тіла, що їй належать, взаємодіють лише між собою і не взаємодіють з іншими тілами, які до цієї системи не належать, або такі взаємодії є незначними і їх не враховують.

Систему тіл, що взаємодіють, можна приблизно вважати замкнутою й тоді, коли дії інших тіл компенсують одна одну, або є настільки малі, що ними можна знехтувати.

Перепишемо раніше отриману рівність

$$m_1 \vec{v}_1 - m_1 \vec{v}_0 = m_2 \vec{u}_0 - m_2 \vec{u}_1$$
 у вигляді

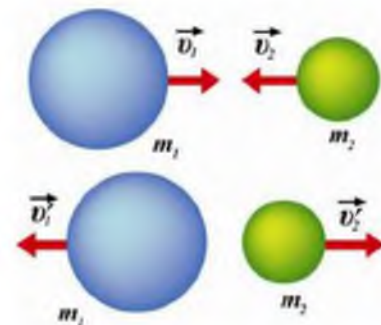
$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{u}_1 = m_1 \vec{v}_0 + m_2 \vec{u}_0$$

Цей висновок можна узагальнити й використовувати для досліджень випадку взаємодії кількох тіл, важливо лише, щоб система цих тіл була замкнутою.

Закон збереження імпульсу:

- сумарний імпульс замкнутої системи тіл залишається незмінним за будь-якої взаємодії тіл системи між собою:

$$m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 + m_3 \vec{v}_3 + \dots + m_n \vec{v}_n = const$$



У процесі пружної взаємодії кульки, що рухаються назустріч одна одній, змінюють напрямок власного руху



а)



б)

Мал. 17.3.

Реактивний рух у природі:
 а) кальмари та молюски переміщуються за законами реактивного руху;
 б) «шалений огірок»

Проявом закону збереження імпульсу в природі та техніці є реактивний рух. **Реактивним називають рух, який здійснюється внаслідок відокремлення із певною швидкістю частини маси тіла.**

Реактивний рух — досить поширений у природі. Переміщення в просторі окремих живих організмів тваринного та рослинного світу здійснюється на основі закону збереження імпульсу. Деякі мешканці морів та океанів у процесі руху створюють реактивні струмені. Так, кальмари й каракатиці заповнюють водою порожнисті частини тіла, а потім за допомогою спеціальних м'язів виштовхують її назовні. Так їм вдається переміщуватися з доволі великою швидкістю. Деякі рослини (наприклад, такі як «шалений огірок») після досягання випускають назовні власне насіння. Воно рухається в один бік, а сама рослина — в

інший, за законами реактивного руху.

Задача 1. Рух матеріальної точки описується рівнянням $x = 20 + 2t - t^2$. Знайти імпульс точки через 4 с, вважаючи, що її маса дорівнює 4 кг.

<p>Дано: $m = 4$ кг $t = 4$ с $x = 20 + 2t - t^2$</p> <hr/> <p>$p_x = ?$</p>	<p>Розв'язання $p_x = mv_x$ З рівняння $x = 20 + 2t - t^2$ маємо: $v_{0x} = 2$ м/с, $a_x = -2$ м/с². $v = v_{0x} + a_x \cdot t$, $p_x = mv_x = m(v_{0x} + a_x t)$, $[p_x] = \text{кг} \cdot \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} + \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot \text{с} \right) = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$. $p_x = 4 \cdot (2 - 2 \cdot 4) = -24 \left(\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right)$.</p>
--	---

Відповідь: $p_x = -24 \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}}$.

Задача 2. Снаряд масою 20 кг, що летить зі швидкістю 500 м/с, потрапляє у платформу з піском масою 10 т і застрягає в піску. З якою швидкістю розпочала рухатися платформа?

Дано:

$$m_1 = 20 \text{ кг}$$

$$v_1 = 500 \text{ м/с}$$

$$m = 10 \text{ т}$$

$v = ?$

Сі

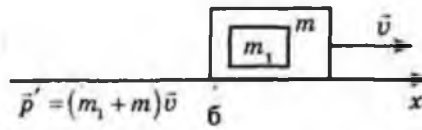
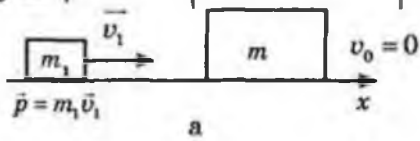
$$m_1 = 20 \text{ кг}$$

$$v_1 = 500 \text{ м/с}$$

$$m = 10\,000 \text{ кг}$$

Розв'язання

Розглянемо два випадка (див. рисунок): а — до взаємодії; б — після неї.



За законом збереження імпульсу $m_1 v_1 = (m_1 + m) v$;

Ох: $m_1 v_1 = (m_1 + m) v$.

$$v = \frac{m_1 v_1}{m_1 + m}, [v] = \frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с} \cdot \text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}, v = \frac{20 \cdot 500}{10\,000 + 20} = 1 \text{ (м/с)}.$$

Відповідь: $v = 1 \text{ м/с}$.

Задача 3. Граната, що летіла зі швидкістю 10 м/с, розірвалася на два уламки масами 12 кг і 8 кг, які розлетілися в протилежних напрямках. Швидкість руху більшого уламка 25 м/с у напрямі руху гранати. Яка швидкість руху меншого уламка?

Дано:

$$v = 10 \text{ м/с}$$

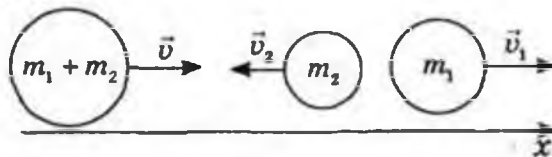
$$m_1 = 12 \text{ кг}$$

$$m_2 = 8 \text{ кг}$$

$$v_1 = 25 \text{ м/с}$$

$v_2 = ?$

Розв'язання



До розриву гранати імпульс гранати складав $\vec{p} = (m_1 + m_2) \vec{v}$. Після розриву утворились два уламки, імпульси яких $\vec{p}_1 = m_1 \vec{v}_1$ і $\vec{p}_2 = m_2 \vec{v}_2$.

За законом збереження імпульсу

$$(m_1 + m_2) \vec{v} = m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2.$$

Нехай вісь Ох напрямлена в бік руху гранати до розриву. Тоді $(m_1 + m_2) v = m_1 v_1 - m_2 v_2$.

$$(m_1 + m_2) v - m_1 v_1 = -m_2 v_2, v_2 = \frac{m_1 v_1 - (m_1 + m_2) v}{m_2},$$

$$[v_2] = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}} - \text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \frac{\text{кг} \cdot \frac{\text{м}}{\text{с}}}{\text{кг}} = \frac{\text{м}}{\text{с}}, v_2 = \frac{12 \cdot 25 - (12 + 8) \cdot 10}{8} = 12,5 \text{ (м/с)}.$$

Відповідь: $v_2 = 12,5 \text{ м/с}$.

1. Як направлений імпульс тіла?

- а) збігається з напрямком швидкості б) направлений протилежно до швидкості
- в) він не має напрямку



Яке тіло має найменший імпульс?

- а) тіло масою 1 кг б) тіло масою 2 кг
- в) тіло масою 3 кг г) тіло масою 4 кг
- д) тіло масою 5 кг



Яке тіло має найбільший імпульс?

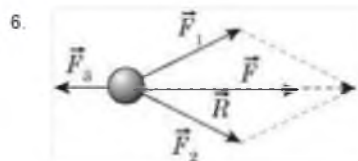
- а) тіло масою 1 кг б) тіло масою 2 кг
- в) тіло масою 3 кг г) тіло масою 4 кг
- д) тіло масою 5 кг

4. Закон збереження імпульсу виконується для:

- а) тіл, що складають замкнену систему й взаємодіють тільки із силами тертя б) тіл, що складають замкнену систему й взаємодіють тільки із силами тяжіння та пружності
- в) будь-яких тіл г) тіл, що складають замкнену систему й взаємодіють із будь-якими силами

5. Принцип реактивного руху ґрунтується на:

- а) законі збереження енергії б) законі збереження маси
- в) законі збереження імпульсу г) законі всесвітнього тяжіння



На тіло діють три сили. Вектор імпульсу має напрям:

- а) сили F_1 б) сили F_2
- в) сили F_3 г) рівнодійної сил

7. Кулька масою 500 г рівномірно котиться зі швидкістю 2 м/с. Чому дорівнює імпульс тіла?

- а) 1000 б) 100
- в) 10 г) 1

8. Назвіть одиницю вимірювання імпульсу

- а) кг·м/с б) м/с
- в) кг/м·с г) м/с·кг

Узагальнення та систематизація знань

9. Як записується закон збереження імпульсу?

- а) $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_1' + m_2 \vec{v}_2'$
- б) $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_2' + m_2 \vec{v}_1'$
- в) $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$
- г) $m_1 \vec{v}_1 + m_2 \vec{v}_2 = m_1 \vec{v}_2' + m_2 \vec{v}_1'$

10. Реактивний рух виникає під час...

- а) відштовхування
- б) руху різних частин тіла відносно центра маси тіла
- в) поділу тіла на частини
- г) відокремлення від тіла частини його маси з певною швидкістю руху відносно решти частини

11. Виберіть приклад, який демонструє реактивний рух.

- а) політ метелика
- б) коливання маятника
- в) рух кальмара
- г) падіння листя з дерев

II. Підведення підсумків уроку.

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку? «Імпульс тіла. Закон збереження імпульсу».

Домашнє завдання

Конспект. Опрацювати додатково параграф №17, виконати тести, виконати вправу 1,3,4 на с.115-116.

Зворотній зв'язок

Viber 0662728430

E-mail partitskiy.dmitro@kmrk.kiev.ua!!!! у повідомленні з д/з не забуваємо вказувати прізвище, групу і дату уроку.