

Урок № 54-55

Тема уроку: Застосування законів збереження в механіці

Мета уроку:

навчальна – розглянути застосування закону збереження енергії та 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

ЗАСТОСУВАННЯ ЗАКОНІВ ЗБЕРЕЖЕННЯ В МЕХАНІЦІ

Закони збереження імпульсу та повної механічної енергії є фундаментальними законами природи. Вони дають змогу розглядати та аналізувати загальні властивості руху без розв'язування кінематичних рівнянь і врахування інформації про особливості перебігу процесів у ізольованій системі.

Закони збереження встановлено дослідним шляхом як узагальнення величезної кількості експериментальних фактів. Під час вивчення механічних явищ важливу роль відіграють закони збереження енергії, імпульсу та моменту імпульсу (який вивчається в курсі фізики профільного рівня).

Використання законів збереження дає можливість суттєво спростити процес розв'язування широкого кола фізичних задач, які можна умовно поділити на три групи: задачі на закон збереження імпульсу, закон збереження енергії та комбіновані.

Розв'язуючи ці задачі, передусім з'ясовують, чи є певна система тіл ізольованою. До замкнутих систем належать гармата й снаряд, оболонка ракети й паливо в ній, Сонце і планети, Земля та її супутники тощо.

У законі збереження імпульсу поєднуються початкове й кінцеве значення імпульсів замкнутої системи і не враховується вплив внутрішніх сил. Цей закон застосовують до розв'язування задач на розрив тіла на частини або з'єднання кількох тіл в одне; задач на удар і на рух одних тіл поверхнею інших.

Іноді може з'ясуватися, що сума зовнішніх сил, що діють на тіло, не дорівнює нулю, але існує такий окремих напрямок, для якого сума проекцій усіх зовнішніх сил дорівнює нулю. Тоді проекція імпульсу системи буде величиною постійною.

Оскільки імпульс та енергія тіла залежать від вибору системи відліку, складаючи рівняння, що виражають закон збереження імпульсу й енергії, необхідно розглядати рух тіл в одній і тій же інерціальній системі відліку. За таку систему часто обирають систему відліку, пов'язану із Землею. Іноді зручно вибрати систему так, щоб одне з тіл було в певний момент часу нерухомим відносно цієї системи.

Задача 1. Дві кульки масами 300 і 200 г, які рухаються зі швидкостями 4 і 2 м/с відповідно, зазнають центрального абсолютно непружного зіткнення. Визначте, скільки кінетичної енергії кульок перетвориться на внутрішню, якщо: 1) кульки рухаються назустріч одна одній; 2) кульки рухаються одна за одною.

Дано:
 $m_1 = 0,3$ кг
 $m_2 = 0,2$ кг
 $v_{01} = 4$ м/с
 $v_{02} = 2$ м/с

Аналіз фізичної проблеми. Зіткнення абсолютно непружне, тому: 1) після зіткнення кульки рухаються як одне ціле; 2) сумарний імпульс системи зберігається; 3) кінетична енергія системи зменшується (частина енергії перетворюється на внутрішню).

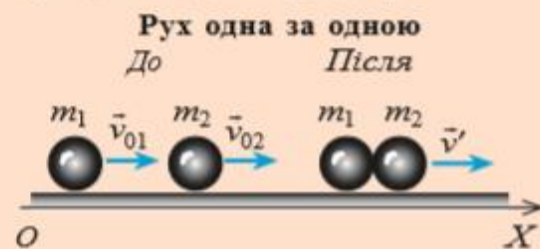
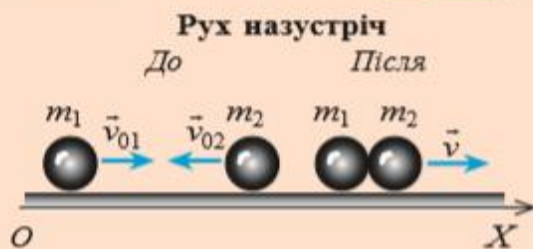
Розв'язання

Знайдемо сумарну кінетичну енергію системи кульок до зіткнення:

$E_{k0} - E_k = ?$
 $E_{k0} - E'_k = ?$

$$E_{k0} = E_{k01} + E_{k02} = \frac{m_1 v_{01}^2}{2} + \frac{m_2 v_{02}^2}{2}; \quad E_{k0} = \frac{0,3 \cdot 16}{2} + \frac{0,2 \cdot 4}{2} = 2,8 \text{ (Дж)}.$$

Виконаємо пояснювальні рисунки, вісь OX спрямуємо вздовж руху кульок:



Запишемо закон збереження імпульсу у векторному вигляді та в проєкціях на вісь OX :

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

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

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

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

Знайдемо швидкість руху кульок після зіткнення:

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

$$v = \frac{0,3 \cdot 4 - 0,2 \cdot 2}{0,3 + 0,2} = 1,6 \text{ м/с}.$$

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

$$v' = \frac{0,3 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2}{0,3 + 0,2} = 3,2 \text{ м/с}.$$

Знайдемо сумарну кінетичну енергію системи кульок після зіткнення:

$$E_k = \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2};$$

$$E_k = \frac{0,5 \cdot 1,6^2}{2} = 0,64 \text{ (Дж)}.$$

$$E'_k = \frac{(m_1 + m_2) v'^2}{2};$$

$$E'_k = \frac{0,5 \cdot 3,2^2}{2} = 2,56 \text{ (Дж)}.$$

Визначимо зменшення кінетичної енергії системи кульок:

$$E_{k0} - E_k = 2,8 \text{ Дж} - 0,64 \text{ Дж} = 2,16 \text{ Дж} \quad | \quad E_{k0} - E'_k = 2,8 \text{ Дж} - 2,56 \text{ Дж} = 0,24 \text{ Дж}.$$

Відповідь: 1) 2,16 Дж; 2) 0,24 Дж.

Задача 2. Дві кульки однакової маси, які рухаються зі швидкостями 4 і 2 м/с відповідно, зазнають центрального пружного зіткнення. Визначте швидкості руху кульок після зіткнення, якщо: 1) кульки рухаються назустріч одна одній; 2) кульки рухаються одна за одною.

Дано:

$$m_1 = m_2 = m$$

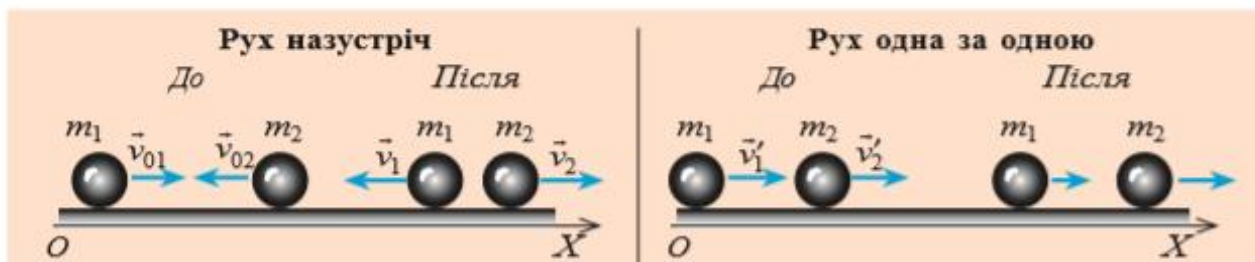
$$v_{01} = 4 \text{ м/с}$$

$$v_{02} = 2 \text{ м/с}$$

$$v_1 = ?$$

$$v_2 = ?$$

Аналіз фізичної проблеми. Зіткнення пружне, тому: 1) після зіткнення кульки рухаються із різними швидкостями; 2) сумарний імпульс системи зберігається, оскільки зовнішні сили, які діють на кульки, скомпенсовані; 3) кінетична енергія системи не змінюється. Для розв'язання задачі скористаємося законом збереження імпульсу та законом збереження механічної енергії. Виконаємо пояснювальні рисунки; вісь OX спрямуємо вздовж руху кульок.



Запишемо закон збереження імпульсу в проекціях на вісь OX і закон збереження кінетичної енергії:

$$m_1 v_{01} - m_2 v_{02} = -m_1 v_1 + m_2 v_2;$$

$$\frac{m_1 v_{01}^2}{2} + \frac{m_2 v_{02}^2}{2} = \frac{m_1 v_1^2}{2} + \frac{m_2 v_2^2}{2}.$$

$$m_1 v_{01} + m_2 v_{02} = m_1 v'_1 + m_2 v'_2;$$

$$\frac{m_1 v_{01}^2}{2} + \frac{m_2 v_{02}^2}{2} = \frac{m_1 v_1'^2}{2} + \frac{m_2 v_2'^2}{2}.$$

Урахуємо, що $m_1 = m_2 = m$, і після скорочення отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} v_{01} - v_{02} = -v_1 + v_2, \\ v_{01}^2 + v_{02}^2 = v_1^2 + v_2^2. \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{01} + v_{02} = v'_1 + v'_2, \\ v_{01}^2 + v_{02}^2 = v_1'^2 + v_2'^2. \end{cases}$$

Після простих перетворень маємо:

$$\begin{cases} v_{01} + v_1 = v_2 + v_{02}, \\ v_{01}^2 - v_1^2 = v_2^2 - v_{02}^2. \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{01} - v'_1 = v'_2 - v_{02}, \\ v_{01}^2 - v_1'^2 = v_2'^2 - v_{02}^2. \end{cases}$$

Після простих перетворень маємо:

$$\begin{cases} v_{01} + v_1 = v_2 + v_{02}, \\ v_{01}^2 - v_1^2 = v_2^2 - v_{02}^2. \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{01} - v'_1 = v'_2 - v_{02}, \\ v_{01}^2 - v_1'^2 = v_2'^2 - v_{02}^2. \end{cases}$$

Поділимо друге рівняння системи на перше й отримаємо ще простішу систему:

$$\begin{cases} v_{01} + v_1 = v_2 + v_{02}, \\ v_{01} - v_1 = v_2 - v_{02}. \end{cases}$$

$$\begin{cases} v_{01} - v'_1 = v'_2 - v_{02}, \\ v_{01} + v'_1 = v'_2 + v_{02}. \end{cases}$$

Розв'яжемо отриману систему рівнянь методом додавання та знайдемо швидкості руху кульок після зіткнення:

$$v_2 = v_{01}; \quad v_1 = v_{02}.$$

$$v'_2 = v_{01}; \quad v'_1 = v_{02}.$$

Відповідь: для обох випадків $v_1 = v_{02} = 2 \text{ м/с}$; $v_2 = v_{01} = 4 \text{ м/с}$.

I. Узагальнення та систематизація знань

1. Які зміни енергії відбудуться на першому етапі руху м'яча, що падає з третього поверху?

- а) а) Потенціальна енергія зменшується, кінетична зростає
- б) б) Кінетична енергія зменшується, потенціальна зростає
- в) в) Внутрішня енергія зменшується, потенціальна зростає
- г) г) Кінетична енергія зменшується, внутрішня зростає

2. Установіть відповідність між

- а) Енергія
б) Потенціальна енергія
в) Кінетична енергія
г) Закон збереження енергії
1. енергія, зумовлена взаємодією тіл або частин тіла
2. енергія нікуди не зникає і нізвідки не виникає, вона лише перетворюється з одного виду на інший, передається від одного тіла до іншого
3. фізична величина, яка характеризує здатність тіла виконувати роботу
4. величина, яка визначається відношенням використаної роботи до витраченого часу
5. енергія, яку має тіло внаслідок свого руху

- а) а-1,б-2,в-3,г-4
- б) а-3,б-1, в-2,г-5
- в) а-1,б-3,в-5,г-2
- г) а-3,б-1,в-5,г-2

3. Хлопчик масою 50 кг біжить мостом зі швидкістю 3 м/с. Знайдіть кінетичну енергію хлопчика.

- а) 125 Дж
- б) 225 Дж
- в) 450 Дж
- г) 2250 Дж

4. На якій висоті олівець масою 25 г має потенціальну енергію 0,5 Дж?

- а) 0,2 м
- б) 20 м
- в) 2 м
- г) 0,02 м

5. Тіло падає з певної висоти. Визначте, чому дорівнює висота з якої падало тіло, якщо швидкість в момент падіння на поверхню Землі 4 м/с.

- а) 0,2 м
- б) 8 м
- в) 0,8 м
- г) 1,6 м

II. Підведення підсумків уроку.

Отже, на сьогоднішньому уроці ми з вами розглянули тему, яку? *«Застосування законів збереження у механіці»*

III. Оголошення домашнього завдання.

Запишіть домашнє завдання: повторити параграфи №19, вправа 13 с.128.

1. *Визначити потенціальну енергію тіла масою 100 г, кинутого вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с, у найвищій точці.*
2. *Камінь кинули вертикально вгору зі швидкістю 10 м/с. На якій висоті кінетична енергія каменя дорівнює його потенціальній енергії?*

Зворотній зв'язок

Viber 0662728430

E-mail partitskiy.dmitro@kmrf.kiev.ua

!!!! у повідомленні з д/з не забуваєм вказувати прізвище, групу і дату уроку.