

Тема 3

Закони збереження

Оглавление

Закони збереження.....	1
Імпульсом	1
Другий закон Ньютона:.....	1
Закон збереження імпульсу	2
Кінетична і потенціальна енергія.	2
Повна механічна енергія	2
Кінетична енергія.....	3
Потенціальна енергія	3
Закон збереження механічної енергії.....	4

Масою

(m) тіла називається скалярна фізична величина, яка є мірою інерційних властивостей тіла при його поступальному русі.

Імпульсом

($\vec{p}$) тіла називається векторна фізична величина, яка дорівнює добутку маси тіла на його швидкість. Імпульс матеріальної точки масою m , яка рухається поступально зі швидкістю $\vec{V}$:

$$\vec{p} = m \vec{V} .$$

Другий закон Ньютона:

$$d\vec{p} = \vec{F} dt , \text{ або } \frac{d\vec{p}}{dt} = \vec{F} , \quad (3)$$

де $\vec{F}$ – сила, що діє на тіло. Ця сила може бути і результируючою кількох прикладених до тіла сил. Таким чином, **швидкість зміни імпульсу матеріальної точки дорівнює прикладеній до неї силі:**

Якщо масу тіла вважати постійною, то другий закон Ньютона можна записати так: **прискорення матеріальної точки прямо пропорційне діючій на неї силі і обернено пропорційне її масі:**

$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} . \quad (4)$$

Форма запису другого закону Ньютона (3) є більш загальною, ніж форма (4), тому що при швидкостях руху близьких до швидкості світла у вакуумі ($c \approx 3 \cdot 10^8$ м/с) маса тіла починає залежати від швидкості, і формула (4) втрачає силу, а формула (3) залишається справедливою. Відмітимо, що другий закон Ньютона виконується тільки в інерціальних системах відліку.

Закон збереження імпульсу.

Другий закон Ньютона можна записати та сформулювати так (закон зміни імпульсу): зміна імпульсу матеріальної точки $d\vec{p}$ за проміжок часу dt дорівнює імпульсу сили $\vec{F} dt$, що діє на точку протягом даного проміжку часу:

$$d\vec{p} = \vec{F} dt .$$

Сукупність матеріальних точок (тіл), що розглядається як єдине ціле, називається механічною системою. Механічна система тіл, на яку не діють зовнішні сили, називається **замкненою** (або ізолюваною).

Закон збереження імпульсу

замкнутої (ізолюваної) системи:

$$\sum_{i=1}^N \vec{P}_i = \text{const} .$$

Імпульс замкнутої системи є величина постійна:

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

де n – кількість тіл, що утворюють замкнену систему.

Для двох тіл ($n = 2$):

$$m_1 V_1 + m_2 V_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2 ,$$

де V_1, V_2 – швидкості тіл у момент часу, який прийнятий за початковий (наприклад, до удару); u_1, u_2 – швидкості тих же тіл у момент часу, прийнятий за кінцевий (після удару).

Кінетична і потенціальна енергія.

Повна механічна енергія

У механіці розглядають два види енергії: **кінетичну** енергію W_k (енергію руху) і **потенціальну** енергію W_p (енергію взаємодії).

Повна механічна енергія

тіла (системи тіл) W складається із суми кінетичної і потенціальної енергій:

$$W_k + W_p = W. \quad (9)$$

Кінетична енергія

тіла масою m , яке рухається поступально з швидкістю V , визначається за формулою:

$$W_k = \frac{mV^2}{2} = \frac{p^2}{2m}. \quad (10)$$

Кінетична енергія тіла, що обертається навколо нерухомої осі, визначається за формулою:

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2}, \quad (11)$$

де J – момент інерції тіла відносно осі обертання; ω – його кутова швидкість.

Якщо тіло масою m одночасно рухається поступально і обертально, то

$$W_k = \frac{mV^2}{2} + \frac{J\omega^2}{2}, \quad (12)$$

де V – швидкість центра мас.

Потенціальна енергія

– це енергія системи взаємодіючих тіл (тіло підняте над Землею в системі “Земля – тіло”), або системи взаємодіючих частинок окремого тіла (пружно–деформоване тіло).

Потенціальна енергія залежить від природи сил взаємодії і від конфігурації системи.

Різним видам взаємодії відповідають різні формули для потенціальної енергії. Приклади потенціальної енергії різних взаємодій у механіці:

а) потенціальна енергія гравітаційної взаємодії двох матеріальних точок, що знаходяться на відстані r :

$$W_n = -G \frac{m_1 m_2}{r}; \quad (13)$$

б) потенціальна енергія тіла масою m , яке знаходиться в однорідному полі сили тяжіння Землі, тобто піднятого над поверхнею Землі на висоту h (формула дійсна за умови $h \ll R_z$, де R_z – радіус Землі; поверхня Землі прийнята за нульовий рівень):

$$W_n = mgh;$$

в) потенціальна енергія пружно – деформованої пружини:

$$W_n = \frac{kx^2}{2},$$

де x – величина деформації, k – коефіцієнт пружності.

Закон збереження механічної енергії

Повна механічна енергія замкненої системи тіл, в якій діють тільки консервативні сили, є величина стала:

$$W = W_k + W_n = \textit{const.}$$