

РОЗДІЛ ДИНАМІКА

Тема 3.1. Вступ до динаміки

1. Предмет динаміки. Основні поняття і визначення: маса, матеріальна точка, сила, постійні та змінні сили, закони динаміки
2. Основне рівняння динаміки. Дві основні задачі динаміки

<https://www.youtube.com/watch?v=a6CVATbmxa0&list=PLsWyMT6uUTrdhtXaTouBiw44zbCrcVGtH&index=55>

Динаміка – це частина теоретичної механіки, яка вивчає механічний рух тіл залежно від сил, що впливають на цей рух.

Встановлення основних законів динаміки почалося з часів італійського вченого Галілея (1564–1642); далі його продовжив Ньютон, Галілей спростував погляд, який панував у науці з часів Арістотеля (IV ст. до н. е.), про те, що з двох тіл, що падають на Землю, важче те, яке падає швидше. Галілей виявив, що причиною зміни швидкості є сила, тобто причина виникнення прискорення (рис.1).

Динаміка ґрунтується на низці положень, що є аксіомами і називаються законами динаміки. Перед тим, як перейти до вивчення цих законів, введемо поняття ізолюваної матеріальної точки, тобто точки, на яку не діють *інші матеріальні точки*. Насправді ізолюваних тіл у природі не існує і поняття ізолюваної матеріальної точки цілком умовне.

Перший закон динаміки, який називають аксіомою інерції або першим законом Ньютона, стосовно матеріальної точки формулюється так: *ізолювана матеріальна точка перебуває або у стані спокою, або рухається прямолінійно і рівномірно*.

У кінематиці було встановлено, що прямолінійний рівномірний рух – це єдиний вид руху, в якому прискорення дорівнює нулю. Тому аксіому *інерції* можна сформулювати так: *прискорення ізолюваної матеріальної точки дорівнює нулю*.

Отже, ізолювана від впливу навколишніх тіл точка сама собі не може надати прискорення. Цю властивість тіл називають інерцією, або інертністю. Можна сказати, що інерція або *інертність* – це властивість тіла зберігати свою швидкість незмінною за модулем і напрямом (зокрема і швидкість, яка дорівнює нулю).

Змінити швидкість, тобто надати прискорення, може лише прикладена до тіла сила. Залежність між силою і наданим нею прискоренням виражається другим законом динаміки, або другим законом Ньютона, який формулюється так: *прискорення, якого надає матеріальній точці сила, має напрям сили і пропорційне її модулю*.

Якщо сила F_1 надає матеріальній точці прискорення α_1 а сила F_2 – прискорення α_2 , то за другим законом можна записати:

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\alpha_1}{\alpha_2}; \quad \text{або} \quad \frac{F_1}{\alpha_1} = \frac{F_2}{\alpha_2}.$$

Отже, для цієї матеріальної точки відношення сили до прискорення є величина стала. Це відношення позначимо m і назовемо масою цієї точки:

$$\frac{F}{\alpha} = m = \text{const}.$$

Ця рівність означає, що дві матеріальні точки мають однакові маси, якщо від однієї і тієї самої сили вони набувають однакового прискорення; *що більша маса точки, то більшу силу треба прикласти, щоб надати їй потрібного прискорення*. Маса – одна з основних характеристик будь-якого матеріального об'єкта, що визначає його інертні і гравітаційні властивості. Ньютон назвав масою кількість матерії в тілі і вважав масу сталою величиною.

Маса – це міра інертності тіла.

2. Основне рівняння динаміки. Дві основні задачі динаміки

Другий закон Ньютона має вигляд:

$$F = m \cdot \alpha.$$

Його називають *основним рівнянням динаміки і формулюють так*: сила – це вектор, що дорівнює добутку маси точки на її прискорення.

Основне рівняння динаміки – це рівняння руху матеріальної точки у векторній формі. З досліду відомо, що під дією притягання Землі тіла падають у пустоті в цьому місці з однаковим прискоренням, яке називають прискоренням вільного падіння.

Сила тяжіння тіла дорівнює його масі, помноженій на прискорення вільного падіння:

$$G = m \cdot g.$$

Прискорення вільного падіння g у різних місцях земної поверхні різне; воно зменшується від полюса до екватора, бо земна куля сплюснута в напрямі полюсів. Іншою причиною зменшення прискорення вільного падіння під час переміщення від полюсів до екватора є відцентрова сила. На полюсах $g = 9,83 \text{ м/с}^2$, на екваторі $g = 9,78 \text{ м/с}^2$. З цього випливає, що сила тяжіння тіла залежить від місця, в якому зважують тіла.

Із другого закону Ньютона виходить, що під впливом сталої сили вільна матеріальна точка, яка була у стані спокою, рухатиметься прямолінійно рівномірно. Рух під дією сталої сили може бути прямолінійним і криволінійним (в останньому випадку матеріальна точка має початкову швидкість, вектор якої не збігається з лінією дії сил). Прикладом руху під впливом сталої сили є вільне падіння тіл.

До основних законів динаміки відносять відому із статички аксіому взаємодії, або **третій закон Ньютона**. Стосовно матеріальної точки закон формулюють так: *сили взаємодії двох матеріальних точок за модулем рівні між собою і мають протилежні напрями*.

Принцип незалежності дії сил формулюється так: коли на матеріальну точку одночасно діє кілька сил, то її прискорення дорівнює векторній сумі прискорень, що їх набувала б ця точка від кожної сили окремо.

$$m \cdot \vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots + \vec{F}_n$$

На основі аксіом динаміки можна розв'язати дві задачі динаміки:

- 1) за заданим рухом точки визначати сили, які діють на неї;
- 2) знаючи сили, які діють на точку, визначити її рух.