

Практичне заняття №1

Кінематика поступального та обертального руху



Сумський
державний
університет



Рівномірний прямолінійний рух

- **Рівномірний рух** – це рух, під час якого тіло (матеріальна точка) за будь-які рівні проміжки часу проходить однакові шляхи і здійснює однакові переміщення.

- **Швидкість рівномірного прямолінійного руху** - це векторна фізична величина, яка дорівнює відношенню переміщення тіла до проміжку часу цього переміщення.

векторно:
$$\vec{v} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$$

скалярно:
$$v = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

- Координату рухомого тіла в будь-який момент часу можна встановити з **кінематичного рівняння руху**

$$x = x_0 + S = x_0 + vt$$

► Нерівномірний прямолінійний рух

Рух, при якому тіло за рівні проміжки часу здійснює різні переміщення, називається нерівномірним, або змінним.

При нерівномірному русі швидкість тіла з часом змінюється, тому для характеристики такого руху вводять поняття середньої і миттєвої швидкості.

Середньою швидкістю $v_{сер}$ нерівномірного прямолінійного руху називається швидкість, яка дорівнює відношенню усього пройденого шляху S до усього часу t .

$$v_{сер} = \frac{S}{t} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}.$$

Миттєва швидкість v - це швидкість тіла в даний момент часу в даній точці траєкторії.

Миттєва швидкість визначається межею, до якої наближається відношення вектора переміщення $\Delta \vec{r}$ до проміжку часу Δt , за який це переміщення відбулося, за умови, що Δt наближається до нуля. У математиці цю величину називають похідною і позначають так:

$$\vec{v} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}.$$

Рівнозмінний прямолінійний рух

Зміну швидкості характеризує величина, яка називається прискоренням.

Прискорення \vec{a} - це векторна фізична величина, що дорівнює відношенню зміни швидкості $\Delta\vec{v}$ до проміжку часу Δt , за який відбулася ця зміна.

$$\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{\Delta t},$$

де v_0 - початкова швидкість, v - кінцева швидкість тіла в даний момент часу

Прискорення є похідною за часом від швидкості \vec{v} , або другою похідною за часом від радіуса-вектора точки \vec{r} :

$$\vec{a} = \lim \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2\vec{r}}{dt^2}.$$

Рівнозмінний прямолінійний рух

Рівнозмінний прямолінійний рух – це рух, при якому величина та напрям прискорення не змінюються.

$$\vec{a} = \text{const}.$$

Рівнозмінний рух може бути:

- ✓ рівноприскореним, коли величина швидкості збільшується ($v > v_0$), при цьому $a > 0$;
- ✓ рівносповільненим, коли величина швидкості зменшується ($v < v_0$), при цьому $a < 0$.

Якщо розглянути **проекції векторів**, можна визначити швидкість при рівноприскореному прямолінійному русі:

$$v = v_0 + at.$$

При рівносповільненому прямолінійному русі швидкість

$$v = v_0 - at.$$

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$S = \frac{v^2 - v_0^2}{2a}$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

Вільне падіння

Вільне падіння – це рух тіл тільки під дією сили тяжіння Землі без сил опору повітря (ними можна знехтувати).

Оскільки вільне падіння є рівноприскореним рухом без початкової швидкості, то для нього можна застосувати формули, отримані для рівнозмінного руху, за умови, що $a = g$; $S = H$ - висота падіння:

1) швидкість тіла при вільному падінні в будь-який момент часу t :

$$v = v_0 + gt, \text{ при } v_0 = 0 \quad \boxed{v = gt};$$

2) шлях, пройдений тілом у вільному падінні

$$H = v_0 t + \frac{gt^2}{2}, \text{ при } v_0 = 0 \quad \boxed{H = \frac{gt^2}{2}};$$

3) значення швидкості тіла при вільному падінні після проходження шляху h :

$$\boxed{v = \sqrt{v_0^2 + 2gh}}, \text{ при } v_0 = 0 \quad \boxed{v = \sqrt{2gh}};$$

4) вільне падіння описується рівнянням

$$\boxed{y = y_0 + v_0 t + \frac{gt^2}{2}}.$$

Рівномірний рух по колу

Рівномірним рухом по колу називається рух по колу, при якому модуль швидкості точки не змінюється.

$$|\vec{v}| = \text{const}$$

Відношення кутового переміщення $\Delta\phi$ до проміжку часу Δt цього переміщення називається **кутовою швидкістю** ω .

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t}$$

При рівномірному русі тіла по колу **кутова швидкість є величиною сталою.**

$$\omega = \text{const}$$

Час, протягом якого тіло здійснює один повний оберт, називається **періодом** T .

$$T = \frac{t}{N}$$

де t - час обертання,

N - кількість повних обертів.

$$[T] = c.$$

Кількість повних обертів за одиницю часу називається **частотою обертання** ν .

$$\nu = \frac{N}{t}$$

$$[\nu] = \frac{1}{c} = c^{-1}.$$

Рівномірний рух по колу

Якщо $t = T$, то кут повороту радіуса-вектора точки дорівнює, то

$$\phi = 2\pi.$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu.$$

Для точки, що рівномірно рухається по колу радіусом R , лінійна швидкість

$$v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi R}{T} = 2\pi R\nu.$$

Формула зв'язку між лінійною і кутовою швидкістю

$$v = \omega R.$$

Модуль доцентрового прискорення визначається за виразом

$$a_D = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

Задача 1. Поїзд почав гальмувати із прискоренням $0,5 \text{ м/с}^2$ і пройшов до зупинки шлях 225 м . З якою швидкістю рухався поїзд до початку гальмування?

$$v_0 - ?$$

$$a = 0,5 \text{ м/с}^2$$

$$S = 225 \text{ м}$$

$$v = 0$$

Задача 2

Задача 1.

Тіло почало падати з висоти 50 м. Одночасно з поверхні Землі кинули вгору друге тіло зі швидкістю 20 м/с. На якій відстані від поверхні Землі вони зустрінуться?