



**Завдання на самостійну роботу до практичного заняття  
„Кінематика матеріальної точки і абсолютно твердого тіла”**

*Питання, що виносяться на практичне заняття*

1. Кінематика матеріальної точки.
2. Кінематика абсолютно твердого тіла.

*Література*

1. Конспект лекції 1.
2. Кучерук І.М., Горбачук І.Т. Загальний курс фізики: Т.1.: Механіка. Молекулярна фізика і термодинаміка. – К.: Техніка, 1999. – 269с., §§ 1.1-1.5.

*Контрольні питання та вправи*

1. Дайте визначення кінематичного рівняння руху матеріальної точки та вкажіть способи його виразу.
2. Дайте визначення траєкторії, шляху, переміщення.
3. Дайте визначення швидкості точки (середньої і миттєвої). Як визначити величину та напрямок швидкості?
4. Дайте визначення прискорення точки (дотичного, нормального і повного). Як визначити їх величину та напрямок?
6. Дайте визначення числа ступенів вільності. Яке число ступенів вільності має АТТ?
7. Дайте визначення поступального та обертового руху?
8. Дайте визначення кінематичних характеристик обертового руху: елементарного кута повороту, кутової швидкості та кутового прискорення.
9. Вкажіть зв'язок між лінійними та кутовими характеристиками руху.

*Приклади розв'язання типових задач*

**Задача 1.** Тіло кинуте під кутом  $\alpha$  до горизонту з швидкістю  $v_0$  з точки з координатами  $x_0 = y_0 = 0$ . Знайти залежність  $y = y(x)$ , тобто одержати рівняння траєкторії якщо кінематичний закон руху має вигляд

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2}.$$

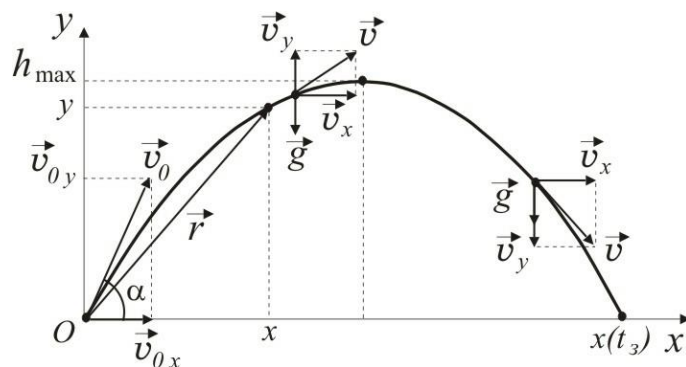
**Розв'язання:**

Рис. 1

Запишемо кінематичне рівняння руху у проекціях на осі  $x$  та  $y$  (рис.1)

$$x = v_0 t \cos \alpha,$$

$$y = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}.$$

Виключимо з цих рівнянь час  $t$ , знайшовши з першого рівняння, що  $t = x/v_0 \cos \alpha$ . Підставивши це в друге рівняння одержимо

$$y = v_0 \frac{x}{v_0 \cos \alpha} \sin \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}.$$

Звідси маємо рівняння траєкторії у вигляді

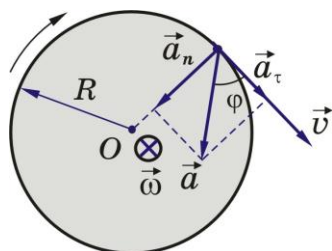
$$y = xt \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \cos^2 \alpha}.$$

Отже, траєкторія є параболою.

**Задача 2. ([2], 1.58).** Знайти кутове прискорення колеса, якщо відомо, що за час  $t = 2,00$  с після початку руху вектор повного прискорення точки, яка лежить на ободі, складає кут  $\varphi = 60^\circ$  з вектором її швидкості. Вважати рух колеса рівноприскореним.

**Розв'язання:**

З рисунка випливає, що



$$\frac{a_n}{a_\tau} = \operatorname{tg} \varphi.$$

З другого боку

$$a_n = \omega^2 R,$$

$$a_\tau = \epsilon R.$$

Рис. 2

За умовою задачі рух рівноприскорений. Тому

$$\omega = \omega_0 + \varepsilon t$$

де  $\omega_0$  - початкова кутова швидкість. На початку руху  $\omega_0 = 0$ . Отже кут між вектором повного прискорення і вектором швидкості дорівнює

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{a_n}{a_\tau} = \frac{\varepsilon^2 t^2 R}{\varepsilon R} = \varepsilon t^2.$$

Звідси кутове прискорення визначається за виразом

$$\varepsilon = \frac{\operatorname{tg} \varphi}{t^2} = \frac{\operatorname{tg} 60^\circ}{t^2} = \frac{\sqrt{3}}{4} \approx 0,433 \text{ рад/с}^2.$$

*Розв'язати задачі (на наступне практичне заняття)*

**1.** З башти висотою  $h = 25$  м горизонтально кинута камінь з швидкістю  $v_x = 15$  м/с. Який час  $t$  камінь буде знаходитись в русі? На якій відстані  $l$  від основи башти він впаде на землю? З якою швидкістю  $v$  він упаде на землю? Який кут  $\varphi$  складе траєкторія каменю з горизонтом в точці його падіння?

Відповідь:  $t = 2,66$  с;  $l = 33,9$  м;  $v = 40,51$  м/с;  $\varphi = 56^\circ$ .

**2.** Колесо радіусом  $R = 10$  см обертається з кутовим прискоренням  $\varepsilon = 3,14$  рад/с<sup>2</sup>. Визначити для точок на ободі колеса в кінці першої секунди після початку руху: а) величину кутової швидкості  $\omega$ ; б) величину лінійної швидкості  $v$ ; в) тангенціальне прискорення  $a_\tau$ ; г) нормальне прискорення  $a_n$ ; д) повне прискорення  $a$ ; е) кут  $\alpha$ , який складає вектор  $\vec{a}$  з вектором нормального прискорення  $\vec{a}_n$ .

Відповідь:  $\omega = 3,14$  рад/с;  $v = 0,314$  м/с;  $a_\tau = 0,314$  м/с<sup>2</sup>;  $a_n = 0,986$  м/с<sup>2</sup>;  $a = 1,03$  м/с<sup>2</sup>;  $\alpha = 17^\circ 46'$ .