

Тема: Рівномірний рух матеріальної точки по колу. Доцентрове прискорення.

План теми

1. Поняття рівномірного руху по колу. Лінійна і кутова швидкість.
2. Період обертання та обертова частота.
3. Доцентрове прискорення.

До цього часу ми розглядали прямолінійний рух. Хоча в природі і техніці часто зустрічається більш складний рух — криволінійний (рух по кривих лініях). Рух кривих ліній завжди можна подати як сукупність дуг кіл різних радіусів (рис. 2).

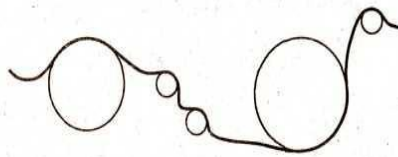


Рис. 2

Тому, вивчивши рух матеріальної точки по колу, ми можемо в подальшому за необхідності вивчати і будь-які інші криволінійні рухи. Крім того, з різних криволінійних рухів у техніці значно розповсюджений обертальний рух машин і механізмів. Наприклад, обертаються шестерінки машин і верстатів, деталей, що обробляють на токарних верстатах, фрезери, свердла тощо. Будь-яка точка цих деталей рухається по колу. Ці дві особливості і зумовлюють обов'язковість вивчення руху по колу.

1. Поняття рівномірного руху по колу. Лінійна й кутова швидкість

Під час прямолінійного руху траєкторія руху — пряма лінія, а напрям вектора швидкості завжди збігається з напрямом переміщення. Що можна сказати про напрям переміщення та швидкості при криволінійному русі? Які ще характеристики його описують?

Найпростіший вид криволінійного руху — рівномірний рух по колу.

Рівномірний рух матеріальної точки по колу — це рух, за якого тіло за будь-які рівні проміжки часу здійснює однакові переміщення, тобто проходить дуги рівної довжини.

Наприклад, тіло рухається з точки А в точку В по криволінійній траєкторії (рис. 3). При цьому пройдений шлях — це довжина дуги АВ, а модуль переміщення — це довжина хорди АВ (власне переміщення спрямовано вздовж цієї хорди).



Рис. 3

Вектор швидкості руху тіла напрямлений уздовж хорди, тобто вздовж вектора переміщення. Якщо зробити лінійні ділянки (більш короткими, то вектор швидкості на кожній із них все одно напрямлений уздовж хорди. Продовжуючи зменшувати довжину прямолінійних ділянок, ми наближаємо ламану лінію до плавної кривої.

Вектор швидкості на кожній із них, як і раніше, напрямлений уздовж хорди і **виявляється напрямленим по дотичній до кривої в даній точці** (рис. 4). Цю швидкість називають *лінійною* (або *миттєвою*) швидкістю.

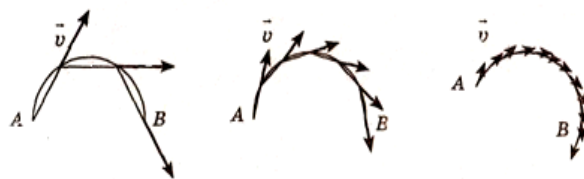


Рис. 4

Лінійна, або миттєва, швидкість — це швидкість, з якою тіло рухається по колу.

Модуль лінійної швидкості можна визначити відношенням довжини дуги до часу, за який ця дуга пройдена.

Лінійна швидкість у кожній точці криволінійної траєкторії і спрямована по дотичній до траєкторії. У цьому нескладно переконатися.

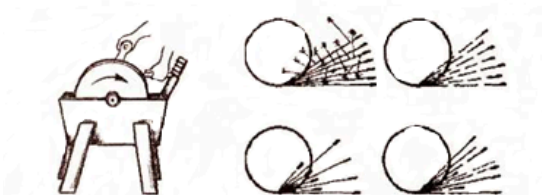


Рис. 5

Робота на точилі (рис. 5): розжарені частинки, відриваючись, летять по дотичній до кола, по якій деталь торкається до точильного круга. Буксування колеса автомобіля (рис. 6): дрібні частинки землі, камінці, бризки води рухаються по дотичній.

Феєрверк-шоу (рис. 7): розжарені частинки відриваються і рухаються по дотичній до кола. Ця демонстрація може бути показана і наживо за допомогою бенгальського вогню.

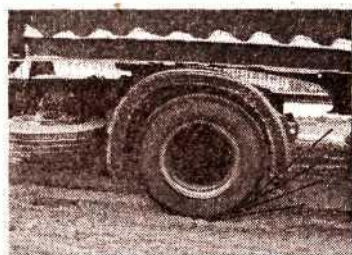


Рис. 6

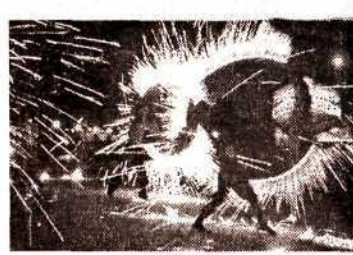


Рис. 7

Запитання: (записуємо в робочий зошит)

□ Що спільного і чим відрізняються лінійна швидкість під час руху по прямій і по колу?

(Модуль лінійної швидкості обчислюється як відношення модуля переміщення до часу для обох видів руху, але, на відміну від прямолінійного руху, де вектор швидкості залишається незмінним протягом всього руху, під час руху по колу вектор лінійної швидкості весь час змінює свій напрям, при цьому залишаючись перпендикулярним до радіуса кола.)

Але рух по колу характеризується ще й за допомогою кутової швидкості.

Кутова швидкість рівномірного руху по колу — це швидкість, модуль якої дорівнює куту повороту радіуса, який сполучає матеріальну

точку з центром кола, до часу цього повороту (рис. 8).

Кутова швидкість позначається символом ω ; вимірюється в СІ в радіанах на секунду (рад/с).

1 рад/с — це кутова швидкість, за якої за кожну секунду радіус, який сполучає матеріальну точку з центром кола, повертається на кут 1 радіан:

$$\omega = \frac{\varphi}{t},$$

де φ — кут повороту радіуса.

2. Період обертання та обертова частота

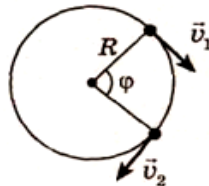


Рис. 8

Рівномірний рух по колу є рухом періодичним, тобто таким, за якого всі положення тіла через рівні інтервали часу повторюються. Як періодичний рух він характеризується періодом і частотою обертання.

Період обертання — це відношення часу руху до числа обертань, і роблених за цей час:

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

Фізичний зміст періоду обертання: період — це час, за який тіло здійснює один повний оберт. Під час рівномірного руху по колу період — стала величина.

Період — величина скалярна, в СІ вимірюється в секундах (с).

Обертова частота — це відношення числа обертань до часу, за який вони здійснені:

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

Фізичний зміст обертової частоти: частота обертань дорівнює числу обертань за одиницю часу.

Частота — скалярна величина, в СІ вимірюється в 1/с (с^{-1}).

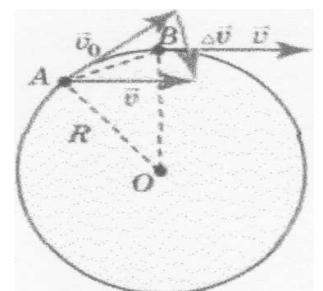
3. Доцентрове прискорення

Ще одна з важливих характеристик рівномірного руху по колу — **доцентрове прискорення**.

При рівномірному русі тіла по колу його прискорення в усіх точках кола напрямлене до центра. Його так і називають доцентровим прискоренням. Воно позначається літерою a .

Прискорення тіла, яке рівномірно рухається по колу, у будь-якій його точці доцентрове, тобто напрямлене по радіусу кола до його центра.

У будь-якій точці доцентрове прискорення перпендикулярне до лінійної швидкості. Ця особливість прискорення при рівномірному русі по колу показана на мал.



1. Доцентрове прискорення характеризує швидкість зміни лінійної швидкості тільки за напрямком.

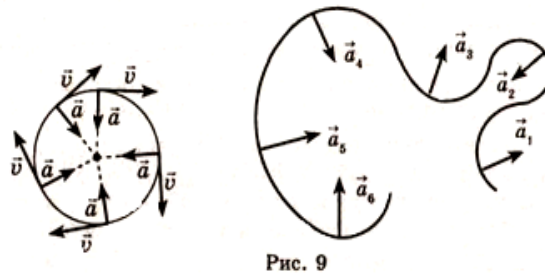


Рис. 9

2. Доцентрове прискорення — це векторна фізична величина, яка в кожній точці кола напрямлена вздовж радіуса до центра кола і чисельно дорівнює відношенню квадрата лінійної швидкості та радіуса кола (рис. 9).

Для рівномірного руху по колу модуль доцентрового прискорення — стала величина.

$$3. \quad \vec{a}_d = \frac{\vec{v}^2}{R}, \quad a_d = \omega^2 R.$$

$$4. \quad [a_d] = \frac{\text{м}}{\text{с}^2}.$$

5. Визначається шляхом непрямих вимірювань.

Додаток № 1

Величини, які пов'язує формула	Формули
Період і частота	$T = \frac{1}{\nu}; \quad \nu = \frac{1}{T}$
Кутова швидкість і період	$\omega = \frac{2\pi}{T}$
Кутова швидкість і частота	$\omega = 2\pi\nu$
Лінійна швидкість, період і радіус кола	$\nu = \frac{2\pi R}{T}$
Лінійна швидкість, частота і радіус кола	$\nu = 2\pi R\nu$
Лінійна швидкість, кутова швидкість і радіус кола	$\nu = \omega R$