

§1. ЗАКОН ДВИЖЕНИЯ. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

Движение — неотъемлемая форма существования вещества во Вселенной. В движении участвует каждый атом любого тела. Движение тела как целого относительно других тел называют *механическим движением*. Кинематика изучает механическое движение тел, не рассматривая причины, которыми это движение вызывается. Для описания механического движения тела необходимо знать его положение в пространстве в любой момент времени. Указать положение тела одной точкой при его движении возможно лишь в случае, когда размеры и форма тела несущественны, т.е. для материальной точки.

Материальная точка — обладающее массой тело, размерами которого в данной задаче можно пренебречь.

Положение материальной точки в пространстве в произвольный момент времени t можно задать либо с помощью координат $x(t)$, $y(t)$ ①, либо с помощью радиуса-вектора \vec{r} ②, соединяющего начало отсчета с положением точки. Зависимости $x(t)$, $y(t)$ определяют закон движения тела в координатной форме, а $\vec{r}(t)$ — в векторной форме. Координатное и векторное описания движения тела эквивалентны ③. Закон движения в координатной форме можно получить, проецируя закон движения в векторной форме на координатные оси X и Y ($r_x = x$; $r_y = y$).

Изменение положения материальной точки в пространстве можно характеризовать либо изменением его координат Δx , Δy ④, либо изменением $\Delta \vec{r}$ радиуса-вектора ⑤, т.е. перемещением.

Перемещение — вектор, проведенный из начального положения материальной точки в конечное: $\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$.

Проекции вектора перемещения точки на оси X и Y совпадают с изменением ее координат ($\Delta r_x = \Delta x$; $\Delta r_y = \Delta y$ ⑥).

Расстояние, которое проходит тело, двигаясь из начального положения в конечное, определяет положительная скалярная величина — путь.

Путь — длина участка траектории, пройденного материальной точкой за данный промежуток времени ⑦.

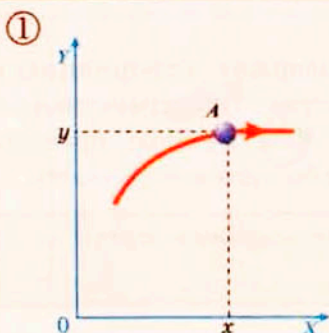
Например, за один оборот по окружности частица проходит путь $l = 2\pi R$. При этом ее перемещение $\Delta \vec{r} = 0$.

При криволинейном движении путь всегда больше модуля перемещения, так как длина дуги всегда больше длины стягивающей ее хорды.

При двух последовательных перемещениях результирующее перемещение равно их векторной сумме. В случае, если движение происходит по взаимно перпендикулярным направлениям, сложение перемещений можно выполнить по правилу треугольника. При движении автомобиля по пути ABC ⑧ перемещение из точки A в точку C $\vec{d} = \vec{a} + \vec{b}$. Путь ADC соответствует перемещению $\vec{d} = \vec{b} + \vec{a}$.

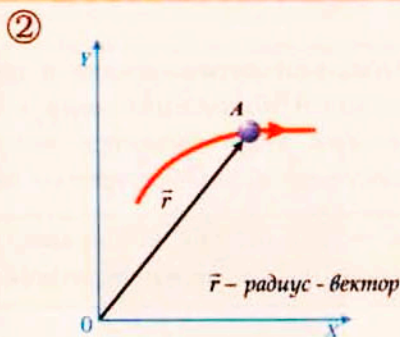
В евклидовом пространстве, например, на плоскости, результат сложения перемещений не зависит от последовательности, в которой происходят эти перемещения. В искривленном пространстве (например, на сфере) ⑨ результирующее перемещение зависит от последовательности перемещений. Перемещаясь сначала вдоль экватора на Восток, затем на Север на такое же расстояние ($BC = AB$), можно попасть в точку C . Если же из точки A продвинуться на Север в точку D , а потом на Восток ($DE = AD$), то можно оказаться в другой точке E .

КООРДИНАТНЫЙ СПОСОБ ЗАДАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ



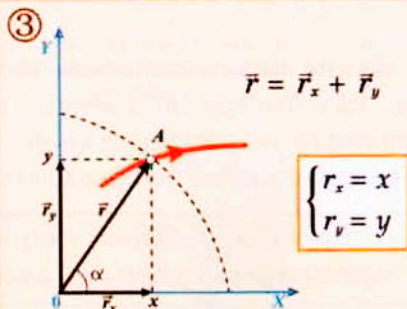
$\begin{cases} x(t) \\ y(t) \end{cases}$ — закон движения в координатной форме

ВЕКТОРНЫЙ СПОСОБ ЗАДАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ



$\vec{r}(t)$ — закон движения в векторной форме

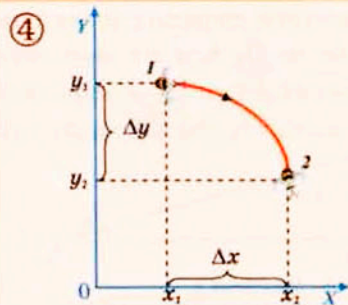
СВЯЗЬ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ В КООРДИНАТНОЙ И ВЕКТОРНОЙ ФОРМАХ



\vec{r}_x, \vec{r}_y — компоненты вектора \vec{r} на оси X и Y (векторные величины)

r_x, r_y — проекции вектора \vec{r} на оси X и Y (скалярные величины)

ИЗМЕНЕНИЕ КООРДИНАТ

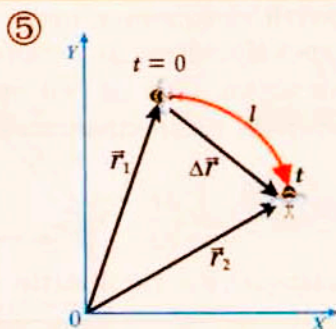


Изменение любой величины — разность ее конечного и начального значений

$$\Delta x = x_2 - x_1 > 0$$

$$\Delta y = y_2 - y_1 < 0$$

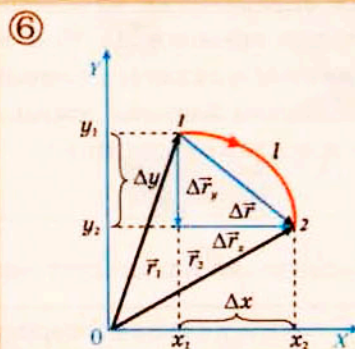
ИЗМЕНЕНИЕ РАДИУСА - ВЕКТОРА. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ



Перемещение $\Delta \vec{r}$ — вектор, проведенный из начального положения материальной точки в конечное

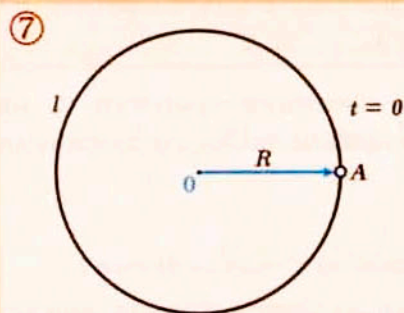
$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

ВЗАИМОСВЯЗЬ КООРДИНАТНОГО И ВЕКТОРНОГО ОПИСАНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЧАСТИЦЫ



$$\begin{cases} \Delta x = \Delta r_x \\ \Delta y = \Delta r_y \end{cases}$$

ПУТЬ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ



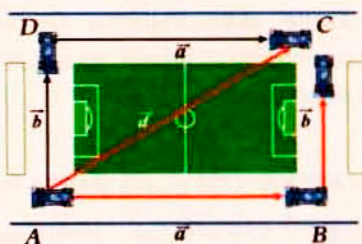
Путь l — длина участка траектории, пройденного за данный промежуток времени

за 1 оборот $l = 2\pi R$

$$\Delta \vec{r} = 0$$

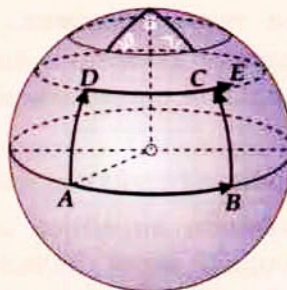
ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ГЕОМЕТРИИ ПРОСТРАНСТВА РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

⑧ ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО



Результирующее перемещение не зависит от последовательности перемещений

⑨ НЕЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО



Результирующее перемещение зависит от последовательности перемещений