

§2. СКОРОСТЬ. РАВНОМЕРНОЕ ПРЯМОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Такие кинематические величины, как перемещение и путь, не содержат информацию о том, как быстро по времени изменяется положение тела в пространстве. Пространственно-временной характеристикой движения тела является скорость ①. Чем меньше времени затрачивает бегун на преодоление дистанции, тем быстрее он бежит, тем больше его скорость.

Средняя путевая скорость — скалярная величина, равная отношению пути к промежутку времени, затраченному на его прохождение:

$$v_{cp} = \frac{l}{t}.$$

Единица скорости — метр в секунду (м/с).

Чем меньше интервал времени, тем меньше за это время успевает измениться скорость, тем точнее ее можно определить.

Мгновенная скорость — средняя скорость за бесконечно малый интервал времени ②.

Для определения мгновенной скорости самолета в точке O рассмотрим переход к малым интервалам времени ③. Чем меньше время полета Δt , отсчитываемое от 0 , тем на меньшее расстояние Δl удаляется самолет от этой точки. При $\Delta t \rightarrow 0$ вектор перемещения $\Delta \vec{r}$ соединяет две бесконечно близкие точки на траектории, т.е. направлен по касательной к траектории, так же как и вектор скорости \vec{v} :

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

Обозначение \lim следует читать как предел (от лат. limitis — граница, предел).

Относительная скорость первого тела относительно второго равна разности скоростей тел:

$$\vec{v}_{12} = \vec{v}_1 - \vec{v}_2.$$

При движении тел в одном направлении (например, при обгоне) модуль относительной скорости равен разности скоростей ④. При встречном движении ⑤ тела сближаются с относительной скоростью, равной сумме их скоростей, поэтому встречное столкновение автомобилей, поездов столь опасно.

Если скорость движения тела остается постоянной по модулю и направлению ($\vec{v} = \text{const}$), возникает равномерное прямолинейное движение ⑥.

При таком движении ⑦ графиком зависимости от времени проекции скорости v_x на направление движения является константа. Закон равномерного прямолинейного движения материальной точки по оси X имеет вид:

$$x = v_x \cdot t.$$

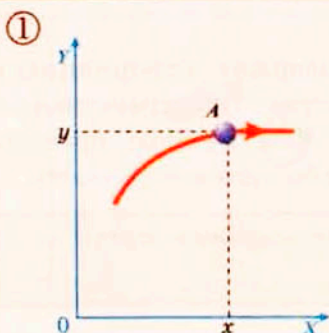
Площадь ($v_x \cdot t$) под графиком зависимости $v_x(t)$ равна перемещению x тела за время t .

Графиком линейной зависимости координаты тела от времени является прямая линия, проходящая через начало координат. Для сравнения ⑧ приведены графики движения автомобиля, болида и сверхзвукового самолета, движущихся со скоростями 50, 100 и 350 м/с соответственно.

Чем круче график движения, тем больше скорость движения тела:

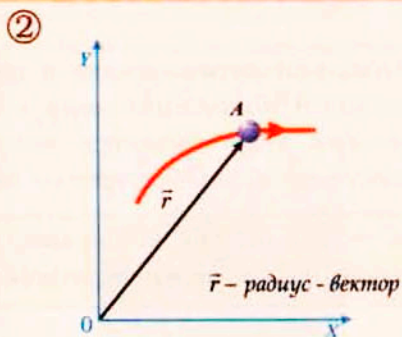
$$\alpha_3 > \alpha_2 > \alpha_1 \text{ при } v_{x_3} > v_{x_2} > v_{x_1}.$$

КООРДИНАТНЫЙ СПОСОБ ЗАДАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ



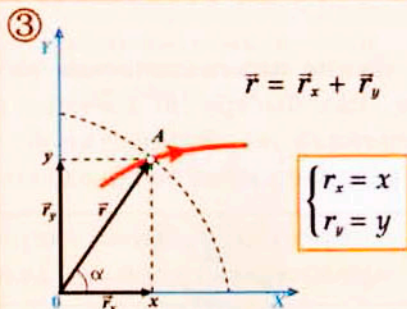
$\begin{cases} x(t) \\ y(t) \end{cases}$ — закон движения в координатной форме

ВЕКТОРНЫЙ СПОСОБ ЗАДАНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ



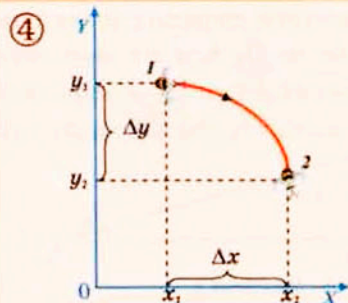
$\vec{r}(t)$ — закон движения в векторной форме

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)

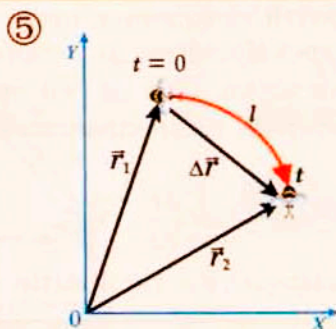
ИЗМЕНЕНИЕ КООРДИНАТ



Изменение любой величины — разность ее конечного и начального значений

$$\begin{aligned} \Delta x &= x_2 - x_1 > 0 \\ \Delta y &= y_2 - y_1 < 0 \end{aligned}$$

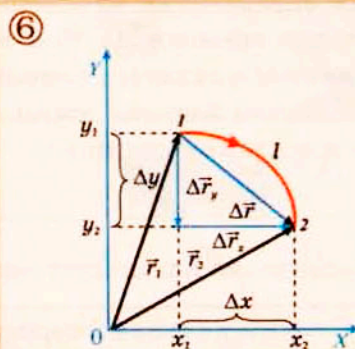
ИЗМЕНЕНИЕ РАДИУСА - ВЕКТОРА. ПЕРЕМЕЩЕНИЕ



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

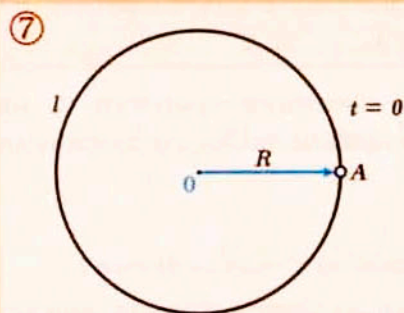
$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

ВЗАИМОСВЯЗЬ КООРДИНАТНОГО И ВЕКТОРНОГО ОПИСАНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ЧАСТИЦЫ



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

ПУТЬ И ПЕРЕМЕЩЕНИЕ

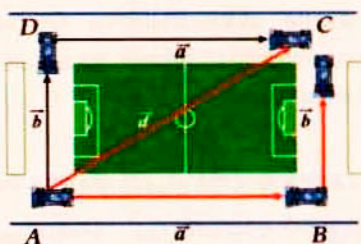


Путь l — длина участка траектории, пройденного за данный промежуток времени

$$\begin{aligned} \text{за 1 оборот } l &= 2\pi R \\ \Delta \vec{r} &= 0 \end{aligned}$$

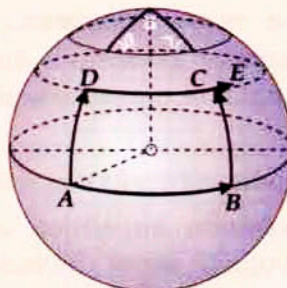
ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ГЕОМЕТРИИ ПРОСТРАНСТВА РЕЗУЛЬТИРУЮЩЕГО ПЕРЕМЕЩЕНИЯ

8) ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО



Результирующее перемещение не зависит от последовательности перемещений

9) НЕЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО



Результирующее перемещение зависит от последовательности перемещений