

# ЛЕКЦИЯ № 1

**Физика** – (греч . ta physika, от physis - природа), наука о природе, изучающая простейшие и вместе с тем наиболее общие свойства материального мира.

**Физическая величина** – характеристика физических объектов и процессов, допускающая количественное выражение.

Каждая физическая величина имеет численное значение и единицу измерения.

Дать **определение физической величины** – это значит ответить на следующие вопросы:

- 1) тип величины (скалярная, векторная , тензорная и т.д.);
- 2) что характеризует величина;
- 3) способ получения величины;
- 4) единица измерения.

## ОСНОВНЫЕ ЕДИНИЦЫ СИ:

**метр** (м) – единица длины;

**секунда** (с) – единица времени;

**килограмм** (кг) – единица массы;

**кельвин** (К) – единица температуры;

**ампер** (А) – единица силы тока;

**кандела** (кд) – единица силы света;

**моль** (моль) – единица количества вещества

# Физика – основа технического прогресса

## Примеры:

1. Открытие явления электромагнитной индукции Майклом Фарадеем (1831 г.) привело к практическому использованию электричества, это и электрическое освещение и различного рода электрические приборы, без которых уже несколько поколений людей не могут представить себе нормальную жизнь.

2. Благодаря ряду открытий в области радиофизики и оптики были созданы лазеры (1960 г.) - источники излучения, которые сейчас широко используются в медицине, метрологии, астрономии и т.д.

3. Успехи в области физики твердого тела и оптики привели к созданию персональных компьютеров (70-е годы XX века), без которых сейчас невозможно представить практически ни одно рабочее место.

4. В наше время успехи в квантовой физике, химии, физике и механике конденсированного состояния привели к возникновению нанотехнологии - междисциплинарной области фундаментальной и прикладной науки и техники, имеющей дело с совокупностью практических методов исследования, анализа и синтеза, а также методов производства и применения продуктов с заданной атомной структурой путём контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами.

# Моделирование в физике

**Физическая модель** – это некий несуществующий в природе образ, который получают:

- 1) путем отбрасывания множества несущественных деталей, присущих реальным объектам;
- 2) сохранением наиболее существенных свойств, присущих сразу многим объектам одной и той же природы.

## Примеры физических моделей:

- 1) материальная точка (частица);
- 2) абсолютно твердое тело;
- 3) сплошная среда;
- 4) идеальная жидкость;
- 5) математический маятник;
- 6) идеальный газ;
- 7) точечный электрический заряд;
- 8) планетарная модель атома;
- 9) капельная модель ядра и т.д.

**Математическая модель** - приближенное описание объекта или явления, выраженное с помощью математической символики. Математические модели в современной физике играют основную роль, поскольку позволяют получать количественные соотношения между значениями физических величин. **Модель объекта** задается характеризующими его физическими величинами. **Модель явления** задается системой уравнений, связывающих значения параметров моделей объектов, участвующих в явлении.

# ЛИТЕРАТУРА

## Основная:

1. Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2000.
2. Курс общей физики. Учебное пособие: В 3-х кн. / Б. В. Бондарев, Н. П. Калашников, Г. Г. Спирин. – М.: Высшая школа, 2003.
3. Трофимова Т.И., Павлова З.Г. Сборник задач по курсу физики с решениями: Учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2005.

## Дополнительная:

1. Черноуцан А.И. Краткий курс физики. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002.
2. Пул Ч. Справочное руководство по физике. Фундаментальные концепции, основные уравнения и формулы. – М.: Мир, 2001.
3. Тipler П.А., Ллуэллин Р.А. Современная физика: В 2-х т. – М.; Мир, 2007.
4. Джанколи Д. Физика: В 2-х т. М.: Мир, 1989.
5. Нанотехнологии. Азбука для всех / Под ред. Ю.Д.Третьякова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.

# МЕХАНИКА И ЕЁ РАЗДЕЛЫ:

**Классическая механика** – механика, в основе которой лежат законы Ньютона и предметом которой является изучение движения макроскопических тел, совершаемого со скоростями, малыми по сравнению со скоростью света.

Макроскопические тела – это тела, содержащие огромное число атомов и молекул:  $N \sim N_A$  ( $N_A = 6 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup> – число Авогадро).

Скорость света в вакууме – это предельная (т.е. максимально возможная) скорость движения материальных тел ( $c = 3 \cdot 10^8$  м/с).

**Релятивистская механика** – механика, в основе которой лежит специальная теория относительности Эйнштейна и предметом которой является изучение движения макротел, совершаемого со скоростями, сравнимыми со скоростью света.

**Квантовая механика** – теория движения микрочастиц (атомов, молекул, элементарных частиц) и их систем.

Разделы классической механики: кинематика точки, динамика частиц, статика, механика сплошных сред, ... .

# ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КЛАССИЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ

## ЭЛЕМЕНТЫ КИНЕМАТИКИ ТОЧКИ

**Элементы содержания:** Предмет механики. Система отсчета. Кинематические характеристики движения материальной точки: перемещение, путь, скорость и ускорение. Простейшие виды движения материальной точки: 1) движение по прямой; 2) движение по окружности. Угловые кинематические характеристики. Угловая скорость как вектор.

Литература: Трофимова Т.И. Курс физики: Учеб. пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2000. С. 3-14.

**Кинематика** – раздел механики, изучающий геометрические свойства движения тел без учета их масс и действующих на них сил.

Основная задача кинематики: описание движений, совершаемых точками или телами по отношению к данной системе отсчета и определение всех кинематических характеристик этих движений.

**Механическое движение** – изменение положения тела в пространстве относительно других тел с течением времени.

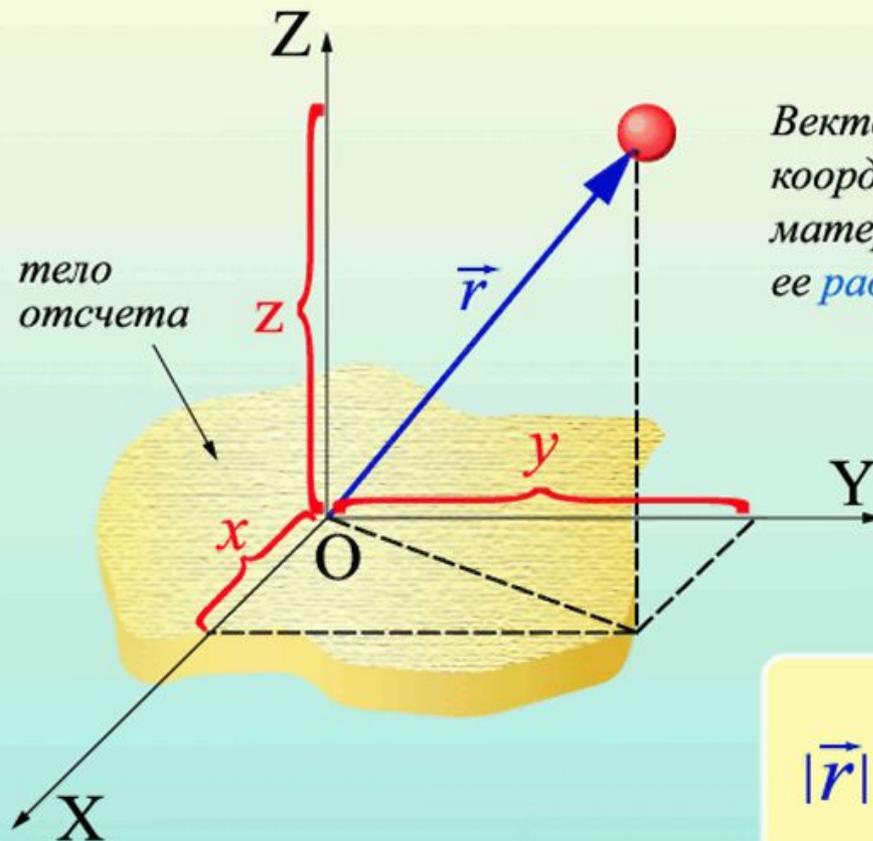
Основное свойство механического движения - **относительность**: движение одного и того же тела относительно разных тел оказывается различным. Поэтому для описания движения тела нужно указать, по отношению к какому телу рассматривается движение.

Первая физическая модель: **материальная точка** - тело, размерами которого в данных условиях движения можно пренебречь.

**Тело отсчета** – тело, по отношению к которому определяется положение других тел.

**Система отсчета** – система, состоящая из тела отсчета, жестко связанной с телом отсчета системы координат и часов, служащих для отсчета времени .

## Радиус-вектор материальной точки



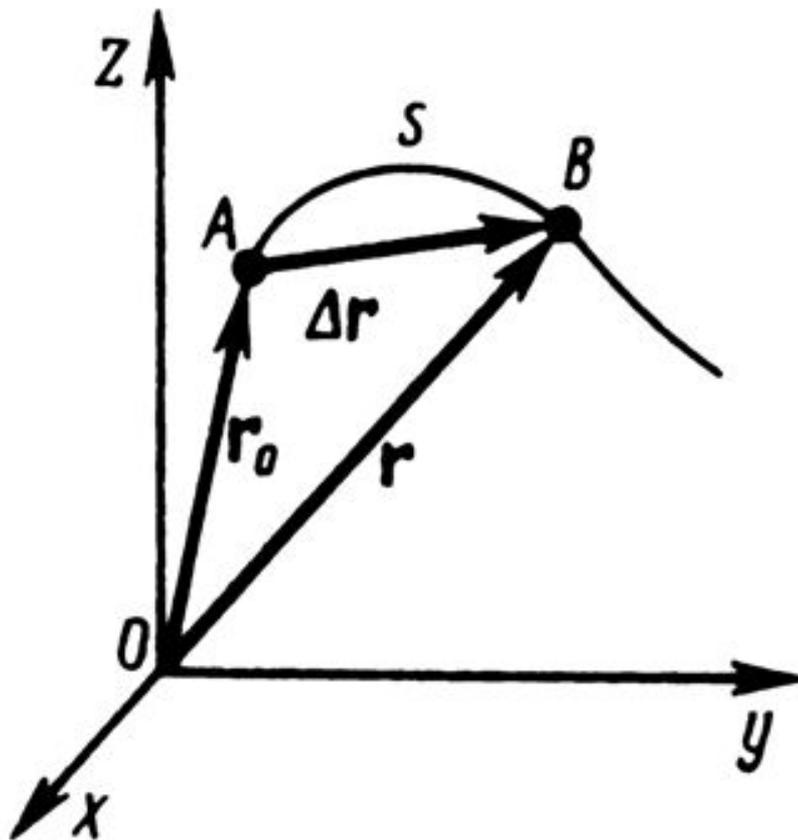
Вектор  $\vec{r}$ , проведенный из начала координат в место расположения материальной точки, называется ее радиус-вектором

$$|\vec{r}| = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

**Перемещение**  $\Delta \vec{r}$  – вектор, соединяющий начальное и конечное положения точки в пространстве и характеризующий изменение положения точки в пространстве с течением времени.

**Траектория** – непрерывная линия в пространстве, описываемая движущейся точкой.

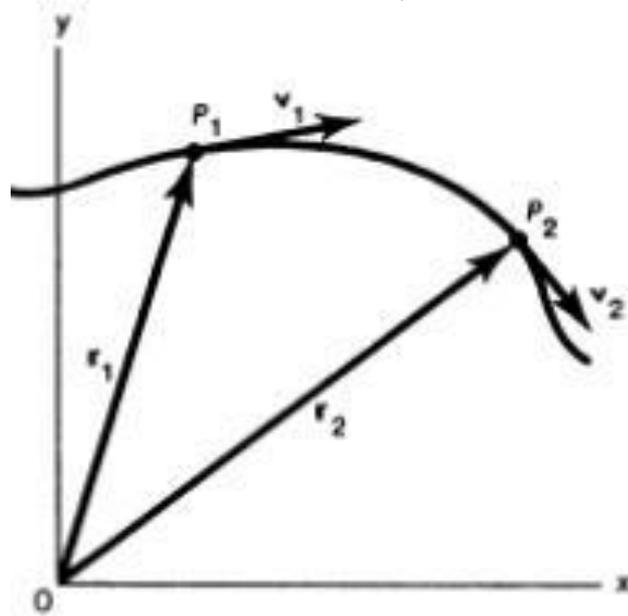
**Путь**  $s$  – скалярная величина, равная расстоянию, пройденному точкой вдоль траектории её движения;  $[s] = \text{м}$ .



**Скорость** – векторная величина, характеризующая быстроту и направление движения точки;  $[v]=\text{м/с}$ .

**Мгновенная скорость** – это скорость в данный момент; равна производной по времени от радиус-вектора и направлена по касательной к траектории в ее каждой точке:

$$\vec{v} = \dot{\vec{r}} = d\vec{r}/dt \quad . \quad (1.1)$$



**Средняя скорость** – величина, характеризующая быстроту движения на всем участке пути:

$$\langle v \rangle = s/t \quad . \quad (1.2)$$

**Ускорение** - векторная величина, характеризующая быстроту изменения вектора скорости как по величине, так и по направлению;  $[a]=\text{м}/\text{с}^2$ :

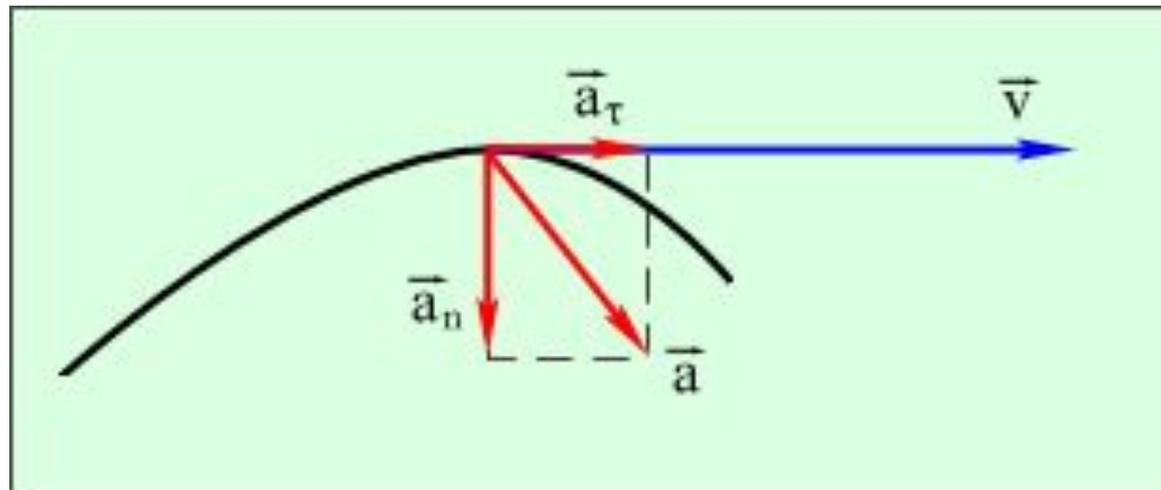
$$\vec{a} = d\vec{v}/dt \quad . \quad (1.3)$$

**Тангенциальное ускорение** – составляющая ускорения, направленная по касательной к траектории и характеризующая быстроту изменения вектора скорости по его численному значению:

$$a_\tau = d|\vec{v}|/dt = dv/dt \quad . \quad (1.4)$$

**Нормальное ускорение** – составляющая ускорения, направленная по нормали к траектории и характеризующая быстроту изменения вектора скорости по его направлению:

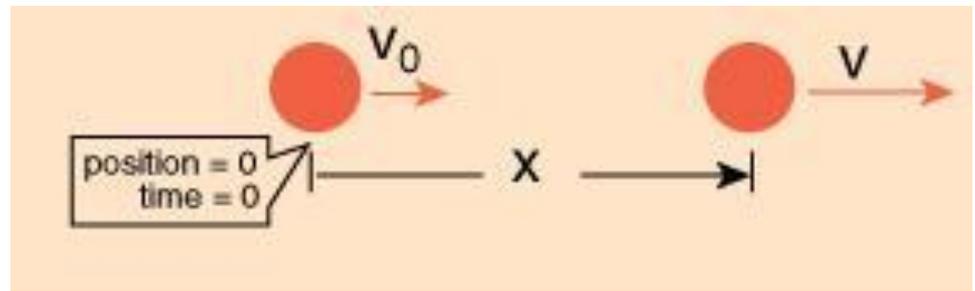
$$a_n = v^2/R \quad . \quad (1.5)$$



# КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ ДВИЖЕНИЯ ТОЧКИ

№ п/п	Составляющие ускорения	Вид движения
1	$a_{\tau} = a_n = 0$	Прямолинейное равномерное движение
2	$a_{\tau} = \text{const}; a_n = 0$	Прямолинейное равнопеременное движение
3	$a_{\tau} = f(t); a_n = 0$	Прямолинейное движение с переменным ускорением
4	$a_{\tau} = 0; a_n = \text{const}$	Равномерное движение по окружности
5	$a_{\tau} = 0; a_n = f(t)$	Равномерное криволинейное движение
6	$a_{\tau} = \text{const}; a_n \neq 0$	Криволинейное равнопеременное движение
7	$a_{\tau} = f(t); a_n \neq 0$	Криволинейное движение с переменным ускорением

# ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ ПО ПРЯМОЙ



При движении точки вдоль оси  $Ox$  кинематические характеристики точки связаны соотношениями

координата: 
$$x(t) = x_0 + \int_0^t v dt \quad , \quad (1.6)$$

путь: 
$$s(t) = \int_0^t v dt \quad , \quad (1.7)$$

скорость: 
$$v(t) = \frac{dx}{dt} = v_0 + \int_0^t a dt \quad , \quad (1.8)$$

ускорение: 
$$a(t) = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} \quad , \quad (1.9)$$

где  $x_0$  и  $v_0$  - координата и скорость точки при  $t=0$  .

# ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ

При движении точки по окружности двумерное движение точки сводится к одномерному путем введения угловых величин.

**Угловая координата**,  $\varphi$  – угол между радиус-вектором точки и одной из осей координат (например, осью  $Ox$ ).

**Угловой путь**,  $\Delta\varphi$  – угол поворота радиус-вектора точки при ее движении по окружности.

**Угловая скорость**,  $\omega$  – величина, характеризующая быстроту изменения угловой координаты,  $[\omega]=c^{-1}$ :

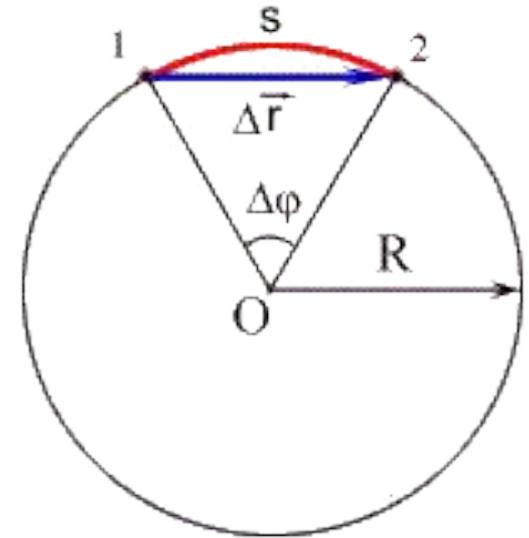
$$\omega = d\varphi/dt \quad . \quad (1.10)$$

**Угловое ускорение**,  $\alpha$  – величина, характеризующая быстроту изменения угловой скорости,  $[\alpha]=c^{-2}$ :

$$\alpha = d\omega/dt \quad . \quad (1.11)$$

**Связь линейных и угловых величин:**

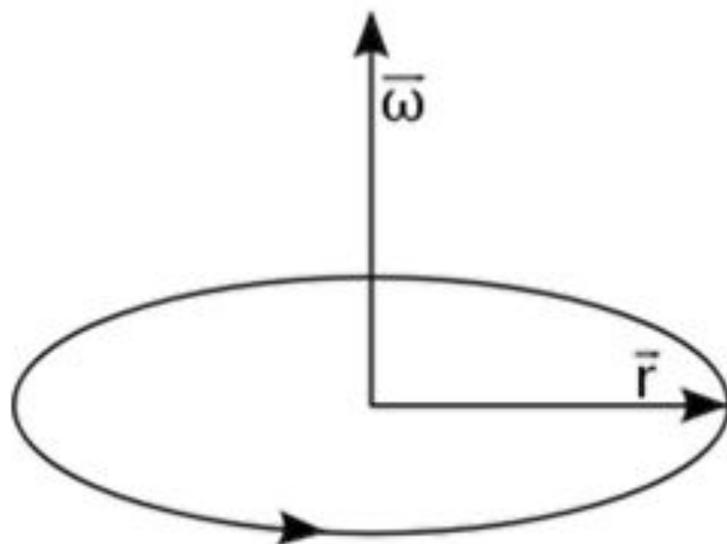
$$s = R\Delta\varphi \quad , \quad v = R\omega \quad , \quad a_n = R\omega^2 \quad , \quad a_\tau = R\alpha \quad . \quad (1.12)$$



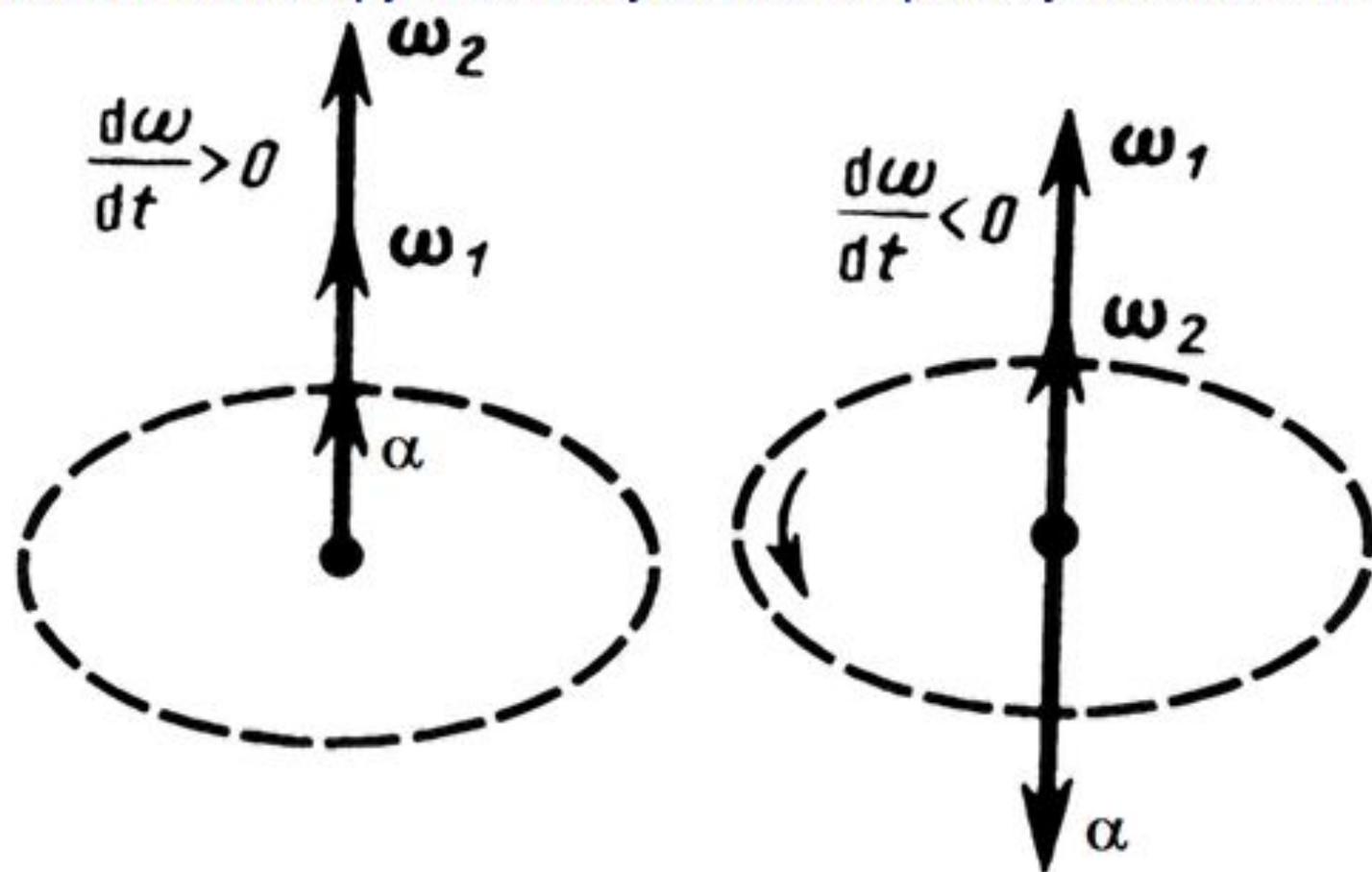
## УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ КАК ВЕКТОР

Для того, чтобы однозначно характеризовать движение точки по окружности и ориентацию плоскости окружности в пространстве, угловой скорости и угловому ускорению придают векторный характер.

Направление вектора угловой скорости определяется **правилом буравчика**: направление вектора  $\vec{\omega}$  совпадает с направлением поступательного движения буравчика, рукоятка которого вращается вместе с точкой:



Направление вектора углового ускорения  $\vec{\alpha}$  совпадает с направлением вектора  $\vec{\omega}$ , если угловая скорость возрастает и, наоборот, вектор  $\vec{\alpha}$  противоположен вектору  $\vec{\omega}$ , если угловая скорость уменьшается.



В отличие от обычных векторов векторы  $\vec{\omega}$  и  $\vec{\alpha}$  не имеют определенных точек приложения ; они могут откладываться из любой точки оси вращения.