

**Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева»**

**Кафедра ФИЗИКИ**

**А. 1309**

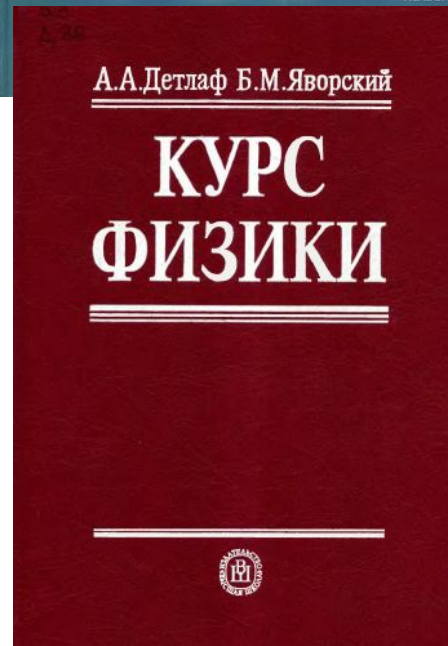
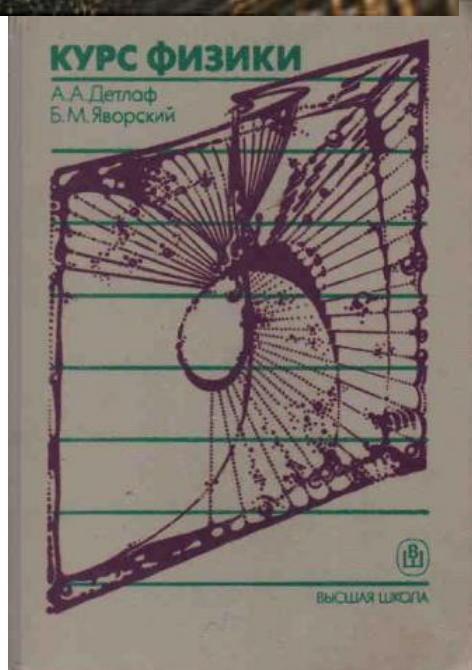
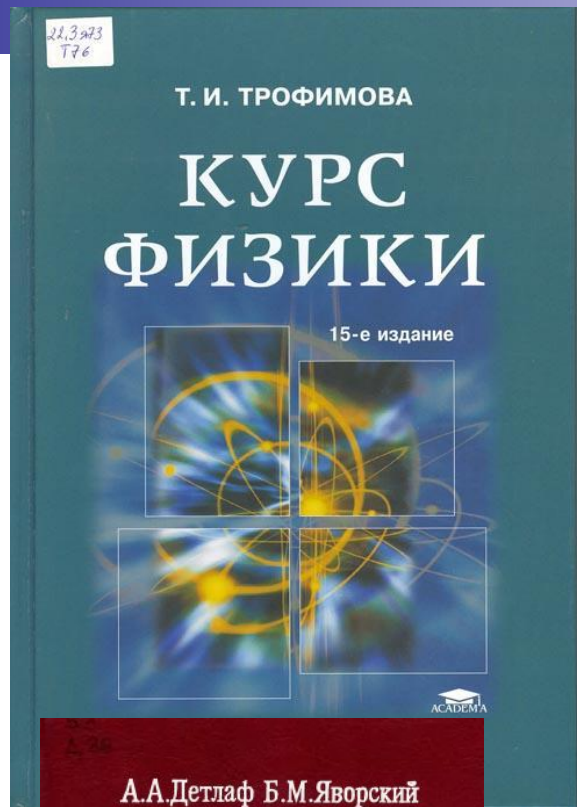
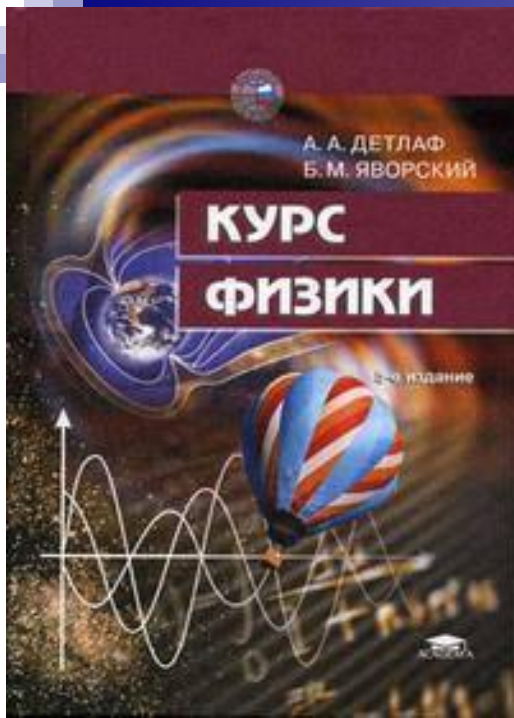
# ЛИТЕРАТУРА

А. А. Детлаф, Б.М. Яворский Курс физики. –  
М.: Высш.шк., 2003; 2005; и т. д.

Трофимова Т.И. Курс физики. –  
М.: Высш.шк., 2004; 2006; и т.д.

Чертов А.Г., Воробьев А.А. Задачник по  
физике. – М.: Физматлит, 1997.,

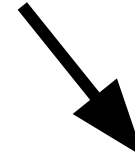
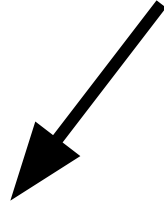
Калашников Н. П. Физика. Интернет  
тестирование базовых знаний. – М., 2008



# М Е Х А Н И К А

- **Классическая** –  $v \ll c$ ;
- **Релятивистская** –  $v \sim c$ ;
- **Квантовая** - для микрообъектов.
- $c = 300000000$  м / с – скорость света  
в вакууме

# Механика



***кинематика***

***динамика***

***статика***

***Квантовая  
механика***

***Релятивистская  
механика***

# Глава 1. Кинематика

## §1 Определения

*Совокупность тела отсчета, системы координат и синхронизированных между собой часов образуют систему отсчета*

## *Основные понятия:*

**система отсчета ( С О ),  
система координат ( СК ),  
материальная точка ( МТ ),  
радиус-вектор, координаты,  
вектор перемещения,  
пройденный путь,  
скорость, ускорение,  
кинематическое уравнение движения.**

# ***Физические модели***

***Абсолютно твердым телом*** называется такое тело, расстояние между любыми двумя точками которого не изменяется при любых взаимодействиях этого тела с другими телами.

**Материальной точкой** называется тело, размерами и формой которого можно пренебречь в рамках данной задачи

Совокупность материальных точек образуют **систему материальных точек**



# Различают движения

- Прямолинейное, криволинейное – по типу траектории.
- Равномерное, неравномерное – по виду кинематических уравнений.

## *Поступательным движением твердого тела*

называется такое движение при котором прямая проведенная через любые две точки этого тела остается параллельной начальному ее положению при его движении

## *Вращательным движением твердого тела*

называется такое при котором любая точка этого тела двигалась бы по окружности центр которой лежал бы на этой оси



# внимание !

---

Использованы обозначения:

Учебник

Лекции

Радиус-вектор

**r**

$\vec{r}$

Вектор скорости

**v**

$\vec{v}$

Вектор ускорения

**a**

$\vec{a}$

$$CO = CK + TO + \text{часы}$$

# Радиус-вектор

 $\vec{r}$ 

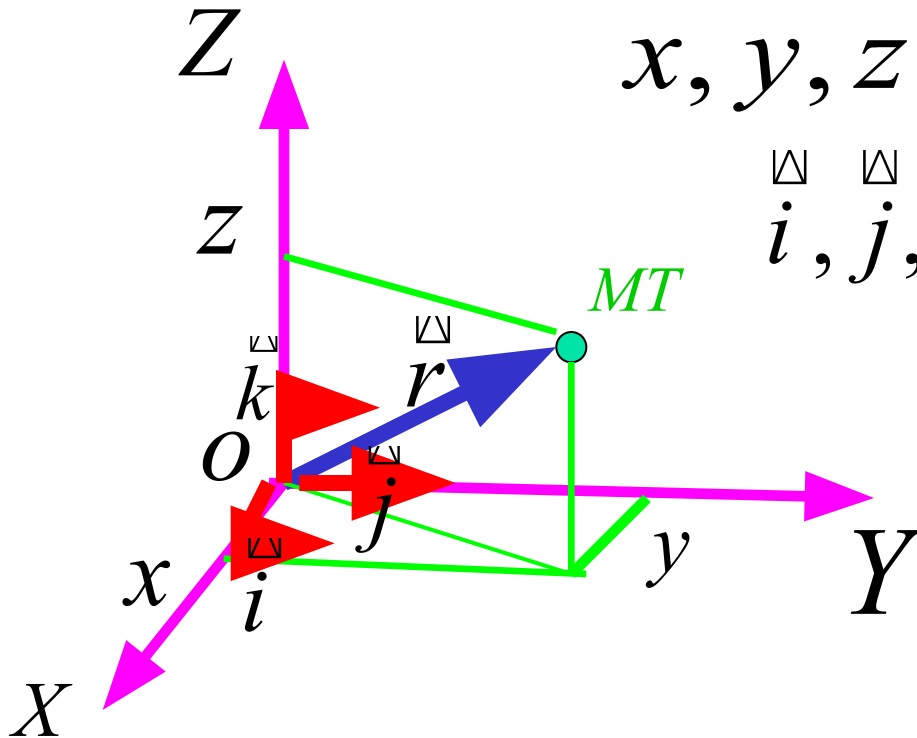
- задает положение  $MT$  в пространстве

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

$x, y, z$  — координаты  $MT$

$\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$

— орты системы координат

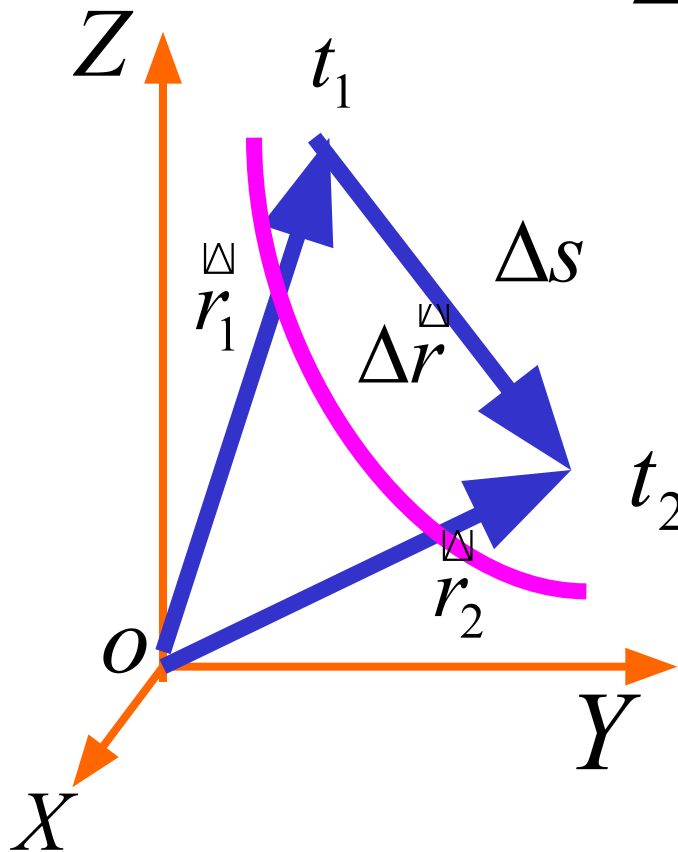


$$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

# Вектор перемещения и пройденный путь


$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 \quad \text{- вектор перемещения;}$$

$\Delta s$  — путь, пройденный за время  
;  $\Delta t = t_2 - t_1$



за бесконечно малый  
промежуток времени  $dt$  вектор  
перемещения  $d\vec{r}$  и пройденный  
путь  $ds$

# Скорость

характеризует быстроту изменения положения МТ в пространстве



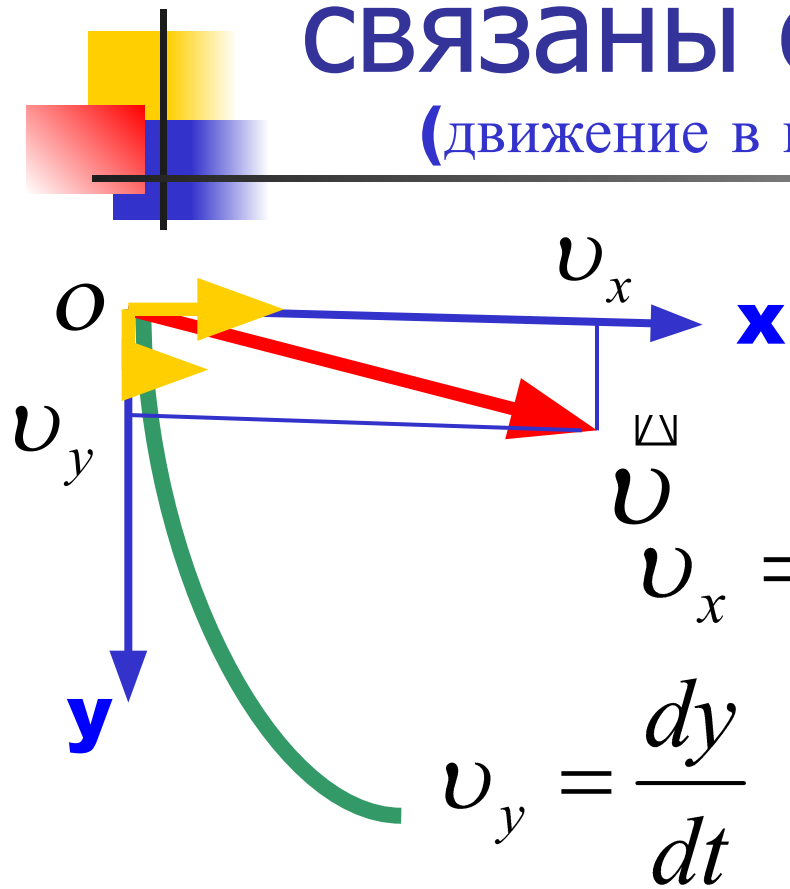
$$\vec{u} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} \quad \text{- скорость в данный момент времени (мгновенная),}$$

$$u = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} \quad \text{- модуль мгновенной скорости.}$$

# Скорость и ее проекции

## СВЯЗАНЫ СООТНОШЕНИЯМИ:

(движение в плоскости XOY)



$$\vec{U} = U_x \vec{i} + U_y \vec{j}$$

$$U_x = \frac{dx}{dt}$$

- проекция вектора скорости на ось OX - производная координаты  $x$  по времени  $t$  ;

$$U_y = \frac{dy}{dt}$$

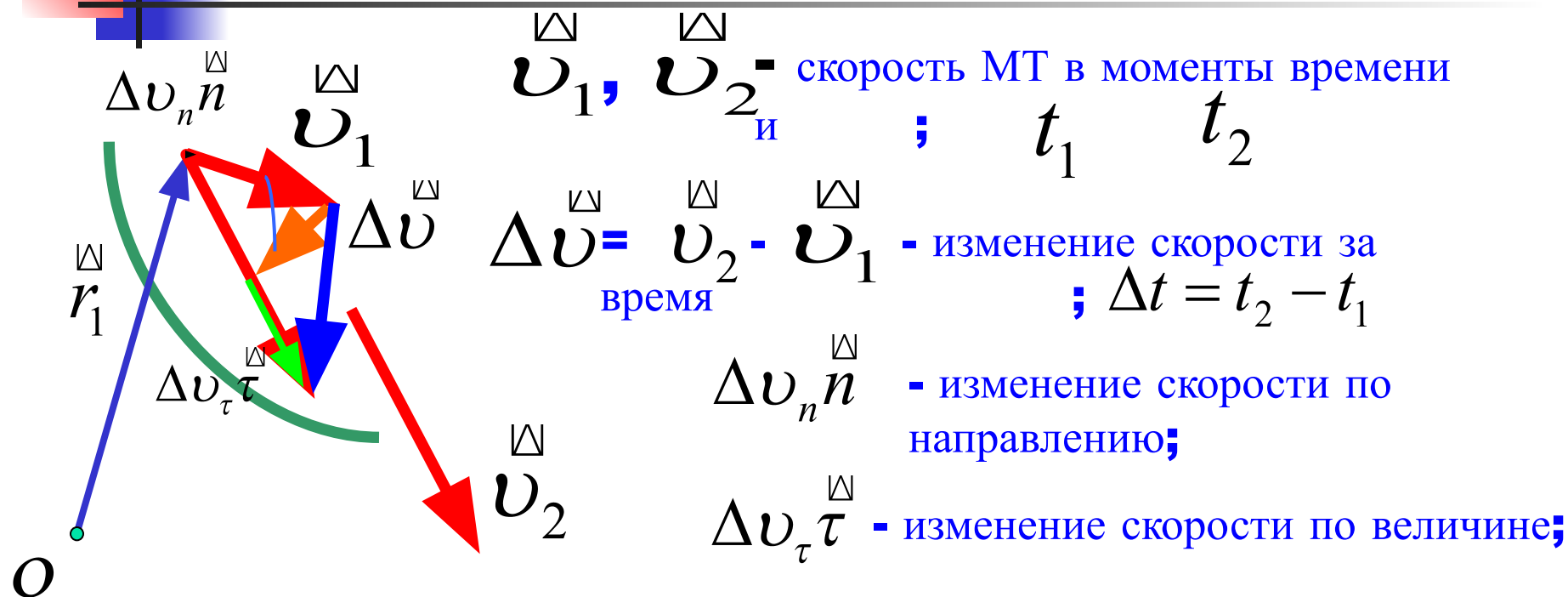
- проекция вектора скорости на ось OY - производная координаты  $y$  по времени  $t$  ;

$$U = \sqrt{U_x^2 + U_y^2}$$

- модуль вектора скорости.

# Ускорение

характеризует быстроту изменения скорости по модулю и направлению



$$\langle \vec{\alpha} \rangle = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \quad \text{- среднее ускорение ;}$$

$$\vec{\alpha} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} \quad \text{- ускорение в данный момент времени (мгновенное).}$$



# Ускорение и его проекции

связаны соотношениями:

$$\vec{\alpha} = \alpha_x \vec{i} + \alpha_y \vec{j} + \alpha_z \vec{k}$$

$$\alpha = \sqrt{\alpha_x^2 + \alpha_y^2 + \alpha_z^2}$$

$$\vec{\alpha} = \alpha_\tau \vec{\tau} + \alpha_n \vec{n}$$

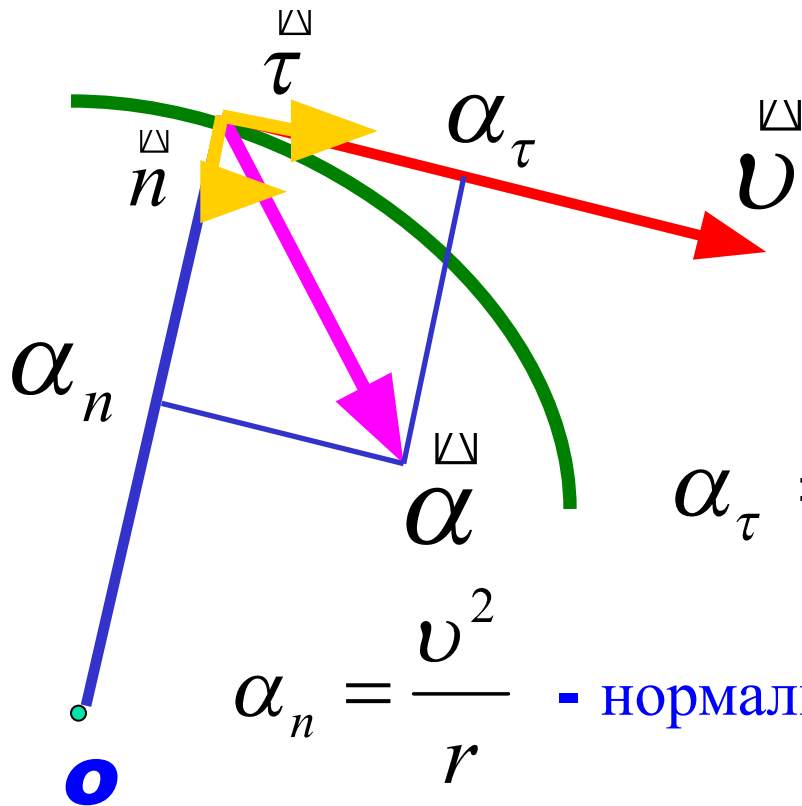
$$\alpha = \sqrt{\alpha_\tau^2 + \alpha_n^2}$$

$$\alpha_\tau = \frac{dv}{dt}$$

■ тангенциальное  
ускорение,

$$\alpha_n = \frac{v^2}{r}$$

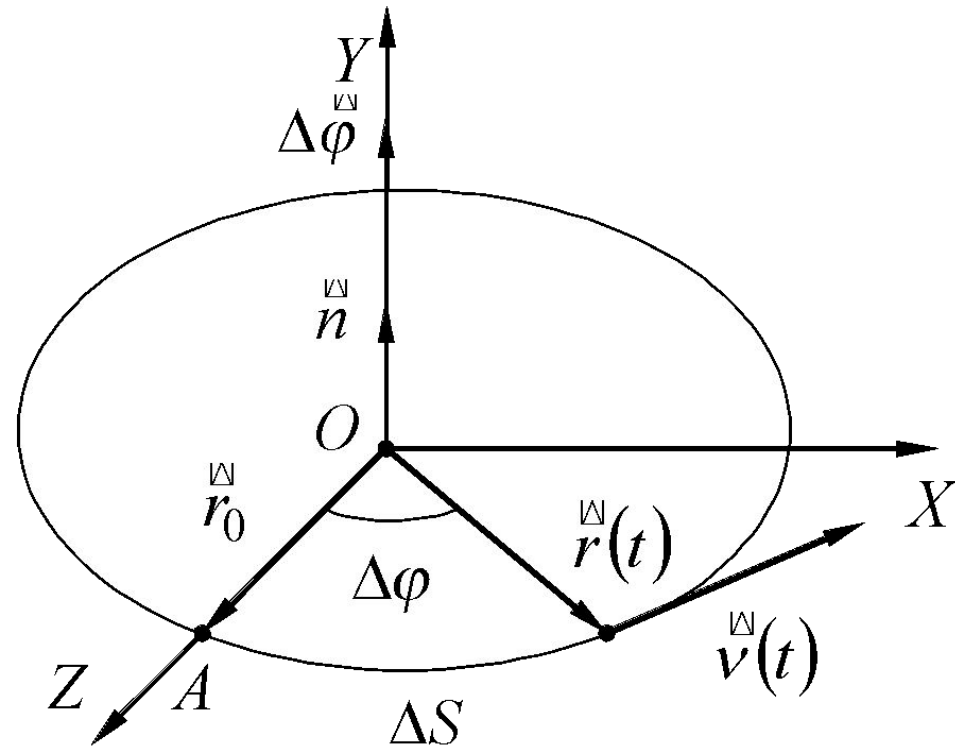
■ нормальное ускорение.



# Кинематические характеристики вращательного движения

$$\Delta\varphi = \frac{\Delta S}{r}$$

$$d\varphi = \frac{dS}{dr}$$



### 3. Угловая скорость

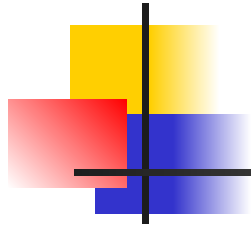
Вектор угловой скорости характеризует быстроту вращения точки и тела  $\vec{\omega}$

$$\vec{\omega} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \varphi}{\Delta t} = \frac{d\varphi}{dt}$$

*Мгновенная угловая скорость равна первой производной от угла поворота радиуса-вектора точки по времени*

$$\langle \vec{\omega} \rangle = \frac{\Delta \varphi}{\Delta t}$$

## 4. Угловое ускорение



*Мгновенное угловое ускорение равно первой производной от угловой скорости или второй производной от угла поворота радиуса-вектора точки по времени*

$$\vec{\varepsilon} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\omega}}{dt} = \frac{d^2 \varphi}{dt^2}$$

*Среднее угловое ускорение равно изменению угловой скорости в единицу времени:*

$$\langle \vec{\varepsilon} \rangle = \frac{\Delta \vec{\omega}}{\Delta t}$$



# Связь между линейными и угловыми характеристиками

---

$$\overset{\Delta}{v} = [\overset{\Delta}{\omega} \overset{\Delta}{r}]$$

$$\overset{\Delta}{a}_\tau = [\overset{\Delta}{\varepsilon} \overset{\Delta}{r}]$$

$$\overset{\Delta}{a}_n = [\overset{\Delta}{\omega} \overset{\Delta}{v}]$$

$$a_n = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$

# КИНЕМАТИЧЕСКИЕ

## УРАВНЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ

- Выражают зависимость от времени радиус-вектора  $\vec{r}$  или координат  $x, y, z$  :

$$\vec{r} = \vec{r}(t), x = x(t), y = y(t), z = z(t).$$

$$\vec{r} = 3t^3 \vec{i} + 5t^2 \vec{j} + t \vec{k}$$

$$\vec{v} = 9t^2 \vec{i} + 10t \vec{j} + \vec{k} \quad \vec{\alpha} = 18t \vec{i} + 10 \vec{j}$$



## Материальная точка:

- 1) тело, очень малых размеров;
- 2) тело, массой которого можно пренебречь в условиях данной задачи;
- 3) тело пренебрежительно малой массы;
- 4) тело, размерами которого можно пренебречь в условиях данной задачи;
- 5) точка, определяющая положение точки в пространстве.

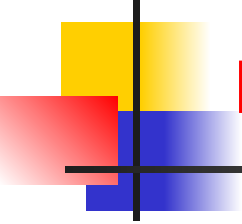


## Вектор перемещения МТ:

---

- 1) вектор, соединяющий начальную и конечную точки траектории;
- 2) вектор, соединяющий начало координат и конечную точку траектории;
- 3) вектор, соединяющий конечную и начальную точки траектории;
- 4) вектор, направленный из конечной точки траектории началу координат;
- 5) вектор, определяющий направление вектора скорости.



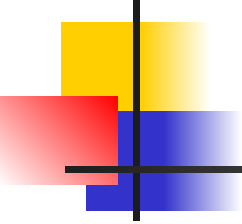


# Модуль вектора перемещения и пройденный путь совпадают:

---

- *1) при свободном падении;*
- *2) при криволинейном движении;*
- *3) при прямолинейном движении;*
- *4) при прямолинейном движении без поворота;*
- *5) при вращательном движении.*

Средняя скорость перемещения  
определяется по формуле:



---

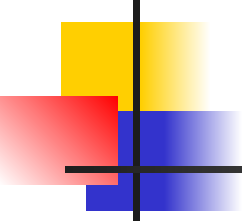
$$1) v = s / t;$$

$$2) \langle \mathbf{v} \rangle = \Delta \mathbf{r} / \Delta t;$$

$$3) \langle v \rangle = \Delta s / \Delta t;$$

$$4) v = \Delta r / \Delta t ;$$

$$5) \mathbf{v} = d \mathbf{r} / d t .$$



Движение называют равномерным и  
прямолинейным, если

---

1)  $v = \text{const}$ ;

2)  $v = \text{const}$ ;

3)  $a = \text{const}$ ;

4)  $a = \text{const}$ ;

5)  $s = \text{const}$



МТ движется вдоль ОХ согласно уравнению

---

$$x = A + Bt^2 + Ct^3,$$

где  $A > 0, B > 0, C > 0$ . Какое это движение?

- 1) Равномерное.
- 2) Равноускоренное.
- 3) Равнозамедленное.
- 4) Ускоренное.
- 5) Замедленное.