Карбань Оксана Владиславовна,

заведущая кафедры “Физика”, д.ф.-м.н

1 семестр – Механика и молекулярная физика

2 семестр – Электричество и магнетизм

3 семестр - Оптика и квантовая физика

Литература: **Трофимова Т. И.**
Курс физики: учеб. пособие для вузов /— 11-е изд., стер. — М.: Издательский центр Академия, 2006. — 560 с.

Виды занятий:

- Лекции – 1 раз в неделю
- Практика – 1 раз в неделю **с 5 октября!!!!**
- Лабораторные работы – 1 раз в две недели по подгруппам

Каждая лекция – отдельная тема!

Каждая практика – задачи на отдельную тему. Не повторяются!

Форма оценки в I семестре - зачет

Условие получение автомата

1. Пропуск не более 2 лекций
2. Закрыть лабораторные работы к моменту зачета
3. Отсутствие неудовлетворительных оценок за контрольные
4. Сдача РГР до 20 декабря

Контрольные:

2 промежуточные контрольные

Отработки долгов – консультации

Лекция № 1

Введение. Кинематика поступательного и вращательного движения

вопросы

Физика – это наука, изучающая наиболее общие законы, которым подчиняется окружающий нас внешний мир.

- Механика, рассматривающая
объектов, превышающих раз
атомов, перемещающихся со
много меньшими скорости св

Молекулярная физика и термодинамика, занимающиес
изучением теплоты, температу
и поведения систем, состоящи
большого числа частиц

- Электромагнетизм, изучающий взаимодействие электрических зарядов и электромагнитных полей

- Оптика, анализирующая поведение света, и его взаимодействие с различными материалами

Квантовая физика, содержащая теории поведения объектов микроскопических размеров.

Международная система единиц (СИ)
фр. *SystèmeInternational*

Метр Килограмм Секунда
Ампер Кельвин Моль
Кандела Радиан Стерадиан

Гауссова система единиц (СГС)
«сантиметр –грамм –секунда

Механика — раздел физики, который изучает закономерности механического движения и причины, вызывающие или изменяющие это движение.

Механика Галилея-Ньютона наз-ся классической механикой.

Законы движения макроскопических тел, скорости к-рых малы по сравнению со скоростью света.

Механика Эйнштейна и квантовая

Релятивистская механика, основана на специальной теории относительности, сформулированной А. Эйнштейном

Законы движения макроскопических тел со скоростями, сравнимыми со скоростью света

Кинематика изучает движение тел, не расм-ая причины, к-рые это движение обусловливают

Мех-кое движение — это изм-ние с течением времени взаимного расположения тел или их частей в пространстве.

При поступательном дв-нии все точки тела движутся одинаково, имеют одинаковые скорости и ускорения.

При вращательном движении все точки тела движутся по окружностям, центры, к-ых лежат на одной прямой, наз-ой осью вращения.

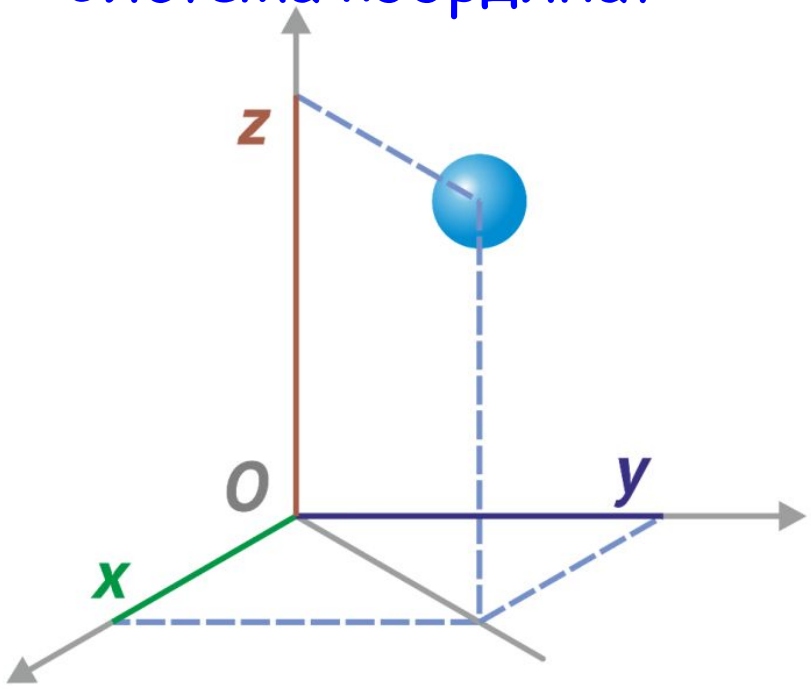
Материальной точкой наз-ся тело, формой и размерами к-го можно пренебречь по сравнению с расстоянием, на к-ом оно рассматривается

Система отсчета, система координат

Система отсчета

1) тело отсчета, относительно к-го будет расм-ся движение
2) жестко связанную с телом отсчета систему координат;
3) часы

Система координат

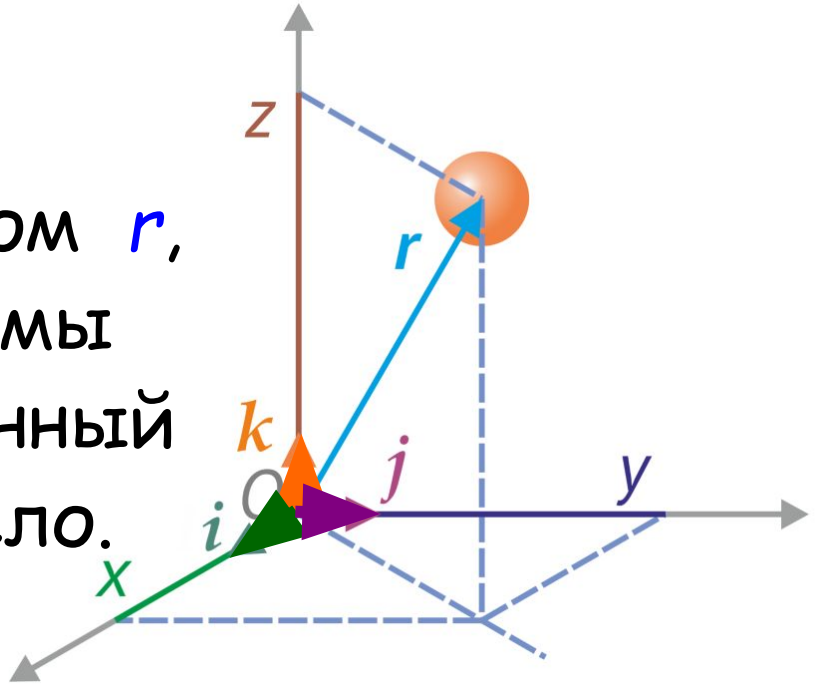


Прямоугольная (декартова) система координат

x- абсцисса
y — ордината
z — аппликата

1) Координатный - тремя координатами (X,Y,Z)

2) Векторный - радиус вектором r, проведенным из начала системы координат в ту точку, где в данный момент времени находится тело.



Кинематические уравнения движения

$$\begin{cases} x = x(t) \\ y = y(t) \\ z = z(t) \end{cases}$$

$$\vec{r} = \vec{r}(t)$$

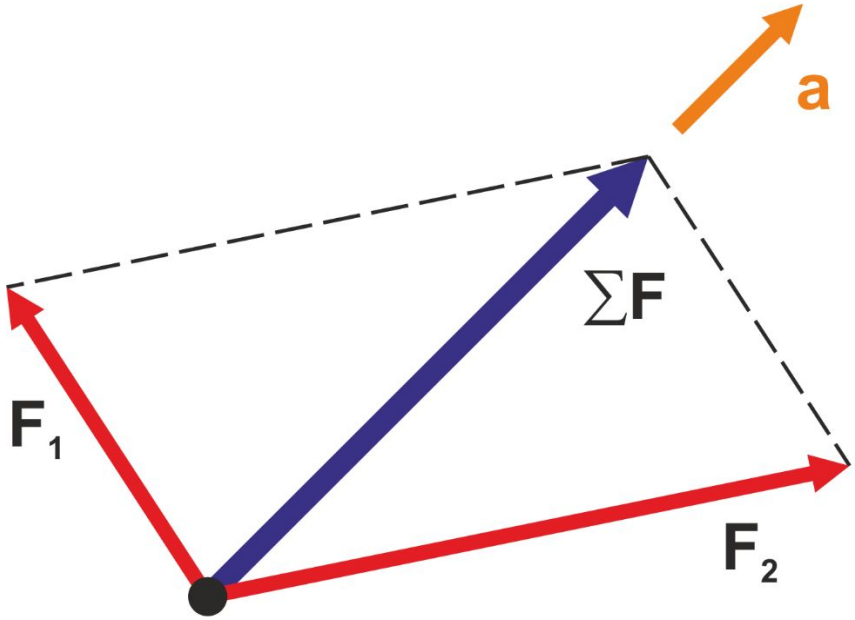
$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

Связь координатного и векторного способа

Одномерное - вдоль прямой, двумерное - на плоскости, многомерное – в пространстве

Траектория, путь

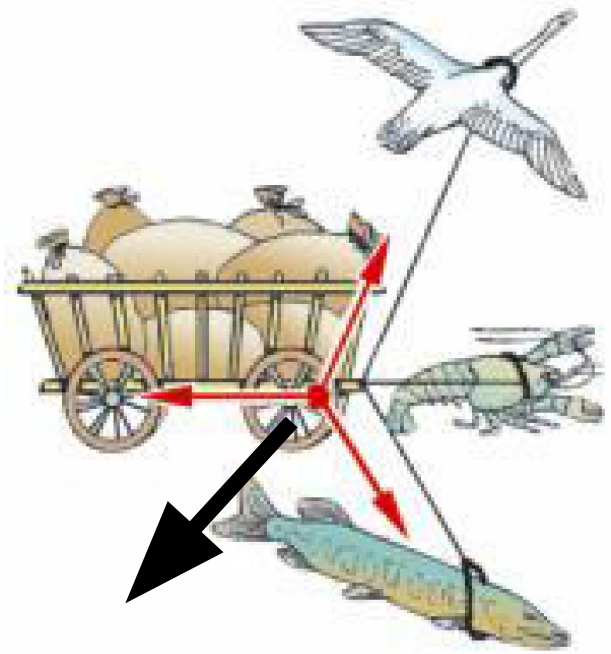
Векторное сложение сил

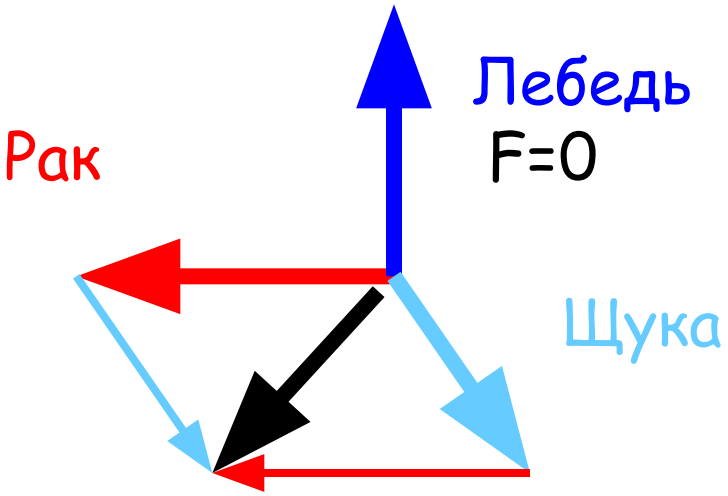


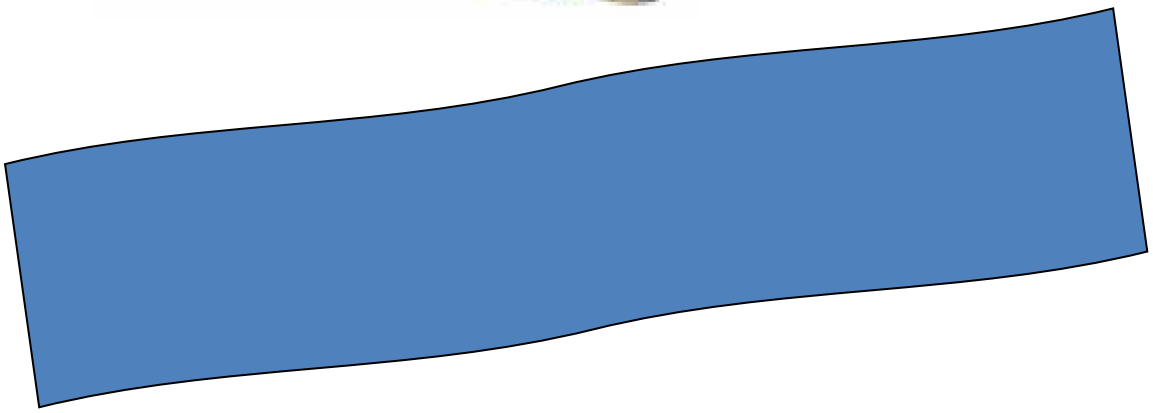
$$\vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

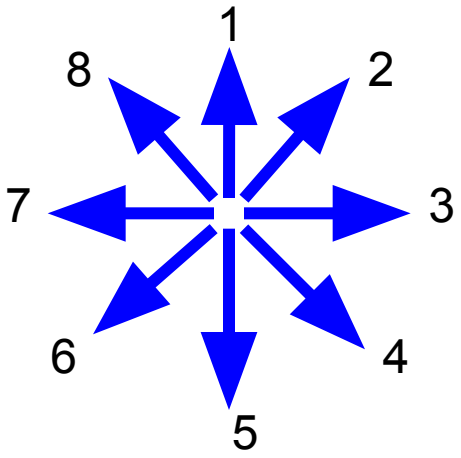
Пример про лебедя

Тест 1

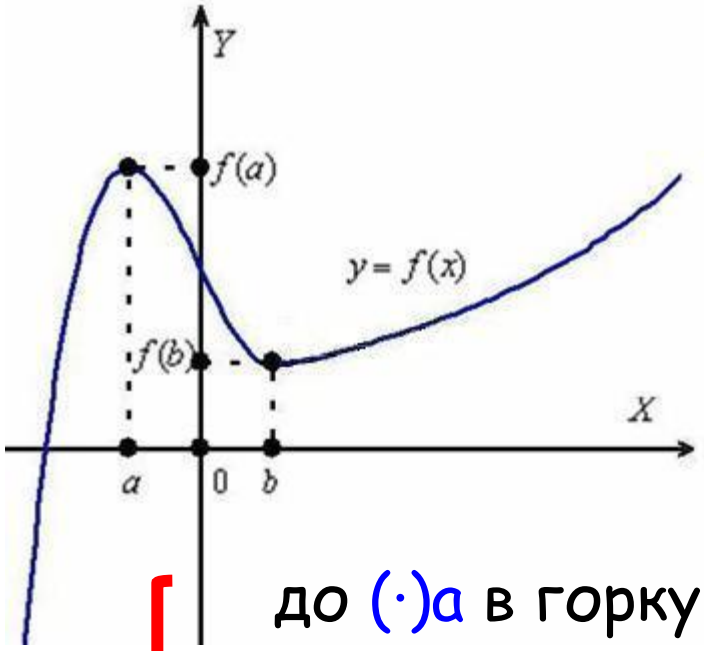








Что такое производная функции?



Профиль дороги в виде графика

Крутизна разная

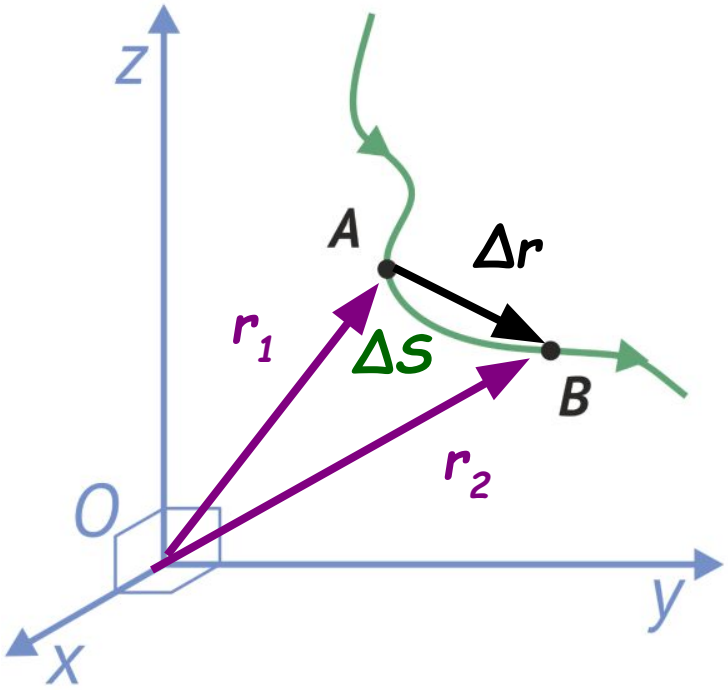
до (·)a в горку

от (·)a до (·)b с горки

от (·)b в горку

Изменение наклона дороги (графика) происходит с разной скоростью

Производная функции хар-ет скорость изменения функции в данной точке



Из точки A → B за время Δt

Прямолинейное
криволинейное

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

Траектория движения мат. точки — линия, по которой движется тело в пространстве.

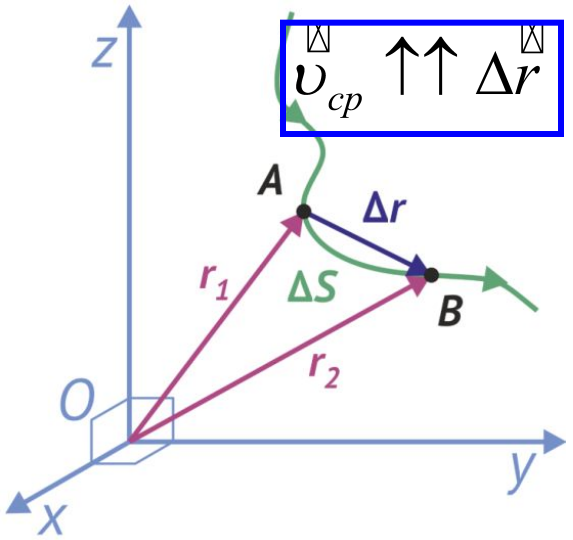
Перемещение -вектор направленный из начального положения тела в конечное

Путь ΔS-это длина траектории.

перемещение ≠ путь

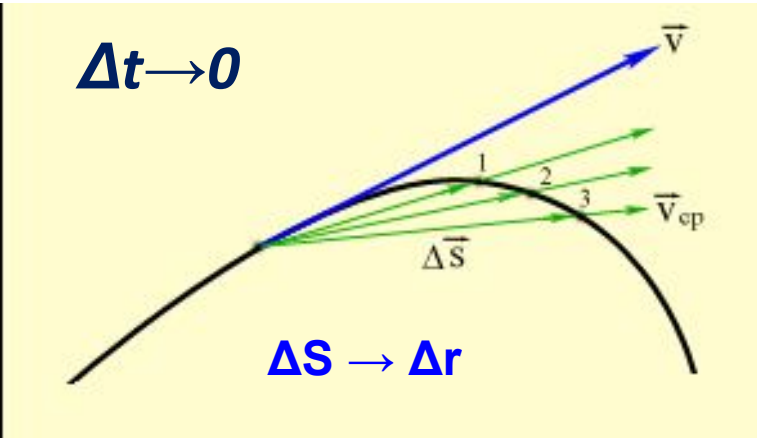
При прямолинейном движении **ΔS=Δr**

Скорость - это физическая величин которая определяет как быстроту движения, так и его направление в данный момент времени



$$\vec{\upsilon}_{cp} = \frac{|\Delta\vec{r}|}{\Delta t}$$

– средняя скорость за время Δ t



$$\vec{\upsilon} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt}$$

$$|\vec{\upsilon}| = \left| \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t} \right| = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \frac{dS}{dt}$$

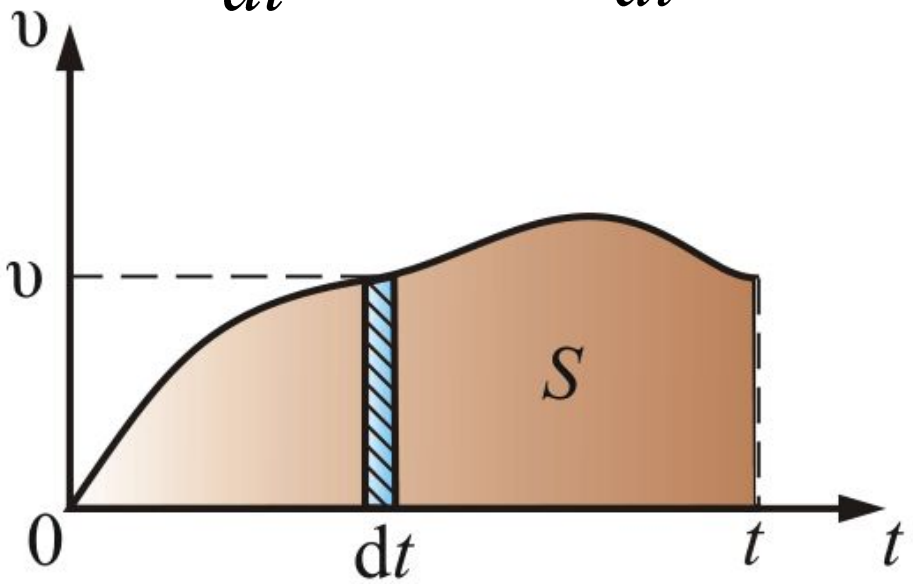
Модуль мгновенной скорости равен первой производной пути по времени

[υ] — метр в секунду (м/с).

Равномерн.дв-ние, ускорение

$$\vec{\upsilon} = \vec{\upsilon}_x + \vec{\upsilon}_y + \vec{\upsilon}_z$$

$$\upsilon_x = \frac{dx}{dt} \qquad \upsilon_y = \frac{dy}{dt} \qquad \upsilon_z = \frac{dz}{dt}$$



Как найти путь?

Геометрический смысл -площадь под кривой υ(t) есть путь тела за время t

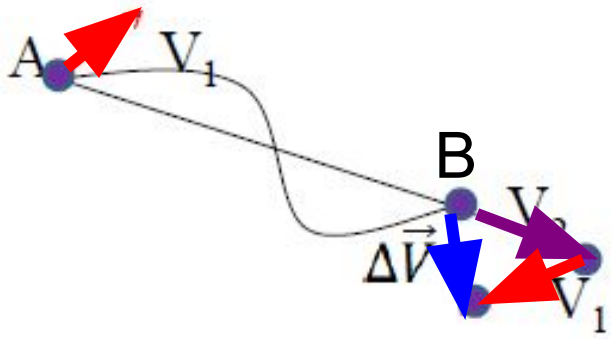
Равномерное движение – движение с постоянной скоростью

$$S = \int_{t1}^{t2} \upsilon dt$$

$$S = \upsilon \Delta t$$

ускорение

Ускорение – физическая величина, характеризующая быстроту изменения скорости по величине и направлению.



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

$$\vec{a}_{cp} = \frac{\Delta\vec{\upsilon}}{\Delta t}$$

Среднее ускорение – это отношение изменения скорости к промежутку времени, за который это изменение произошло.

при $\Delta t \to 0$

$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta\vec{\upsilon}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\upsilon}}{dt}$$

[а] — метр на секунду в квадрате ($м/с^2$).

1-я производная скорости по времени называется мгновенным ускорением

Равноускоренное движение

Равноускоренное движение – движение с постоянным ускорением.

$$\vec{a} = const \qquad \vec{\upsilon} = \vec{\upsilon}_0 + \vec{a}t$$

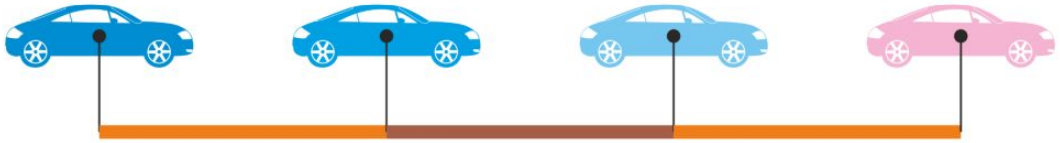
$$|\vec{a}| = \left|\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{\upsilon}}{\Delta t}\right| = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \upsilon}{\Delta t} =$$

Ускорение -2-я производная пути по времени

$$S = \int_0^t \upsilon dt :$$

Путь при равноускоренном движении

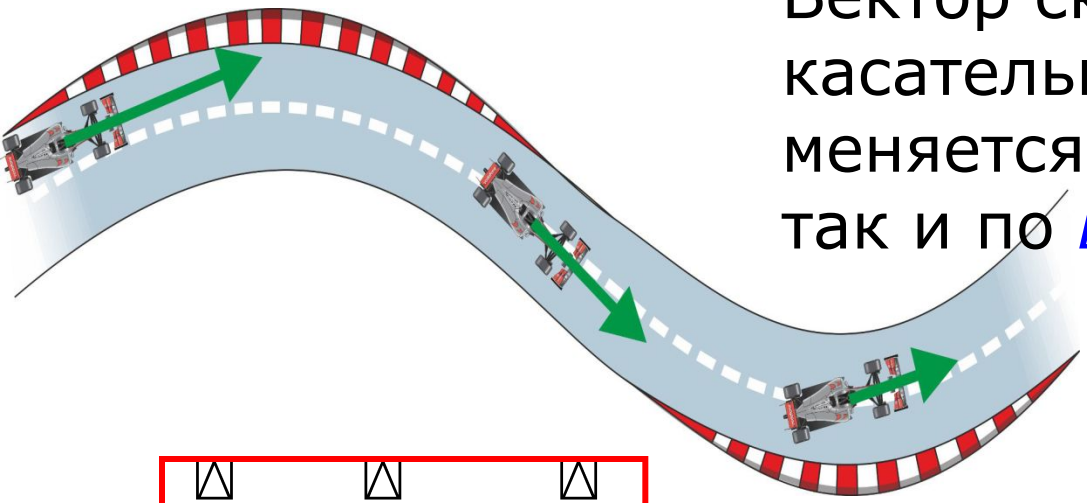
пример



Равномерное a=0

$$\vec{a} = \vec{a}_x + \vec{a}_y + \vec{a}_z$$ Общий случай

Куда направлены вектора скорости и ускорения?



Вектор скорости направлен по касательной к траектории и меняется как по *направлению*, так и по *величине*

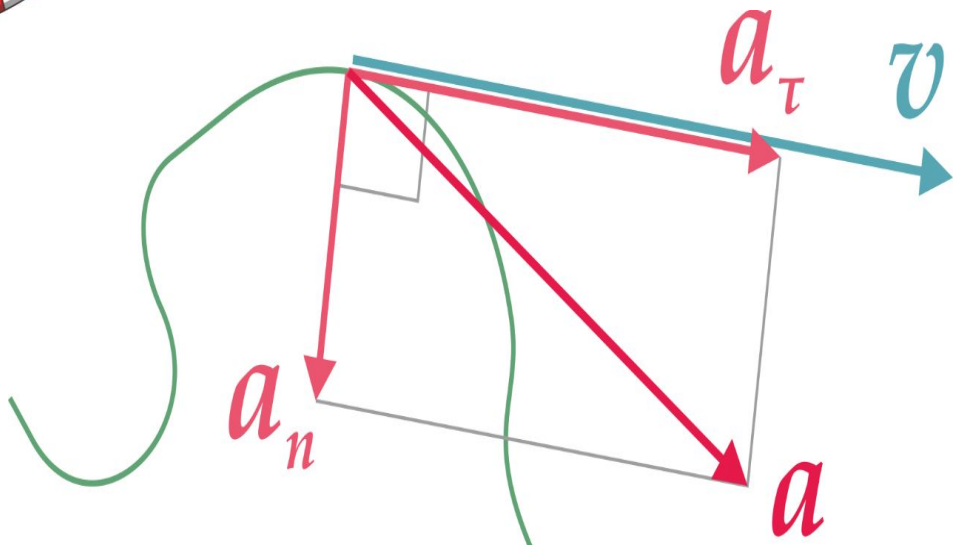
⇩

2 составляющие

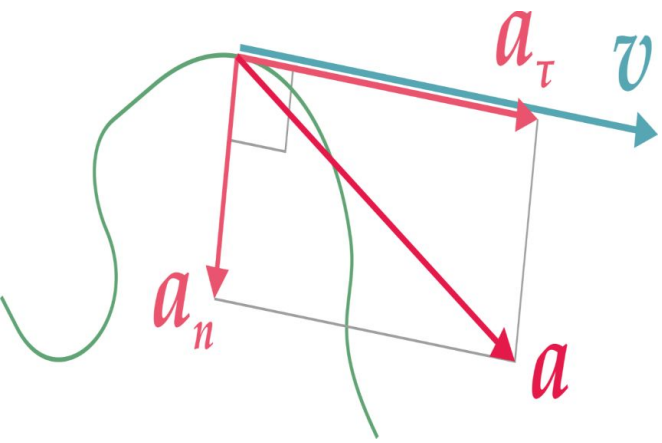
$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau$$

$\vec{a}_n$ - Нормальное ускорение

$\vec{a}_\tau$ - Тангенциальное ускорение



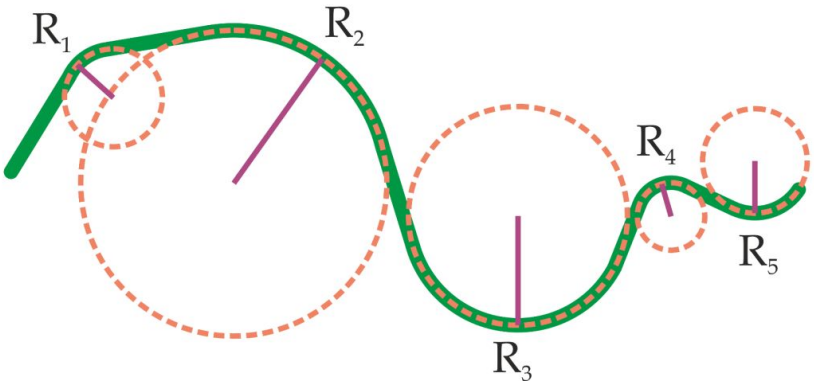
Нормальное и тангенциальное



Тангенциальное ускорение направлено вдоль вектора скорост
и определяет изменение скорости
по модулю

$$a_\tau = \frac{d\upsilon}{dt} \qquad \frac{d\vec{\upsilon}}{dt} \neq \frac{d\upsilon}{dt}$$

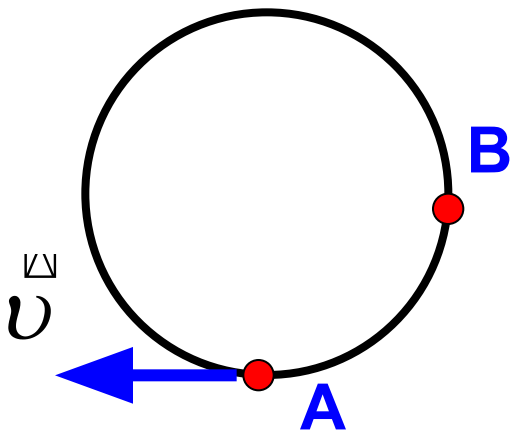
Нормальное ускорение направлено **по нормали** к касательной траектории и определяет изменение скорости **по направлению**



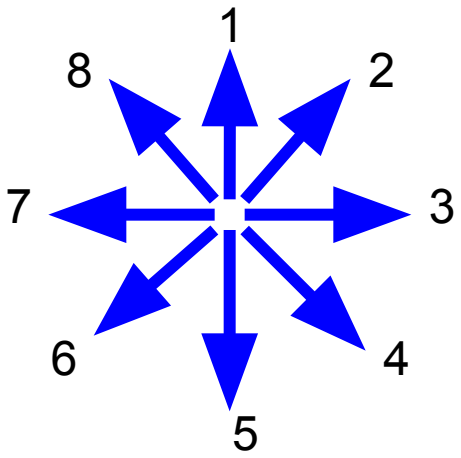
$$a_n = \frac{\upsilon^2}{R}$$

Нормальное уск-е ≈ центростремительному уск-ию, но радиус окружности меняется в каждый момент времени пример

Тест 1.



Мат. точка вращается по окружности со скоростью v(t). Начальный момент наблюдения соответствует времени A. В каком направлении в момент времени B будут направлены векторы ?



1. Скорости? 5

2. Тангенциального ускорения? 5

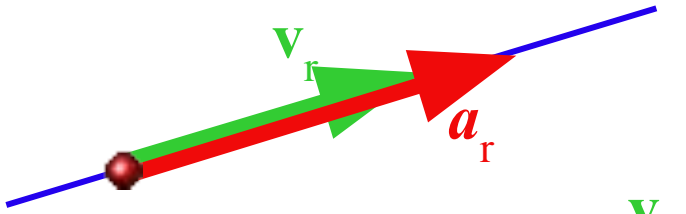
3. Нормального ускорения? 7

4. Перемещения? 2

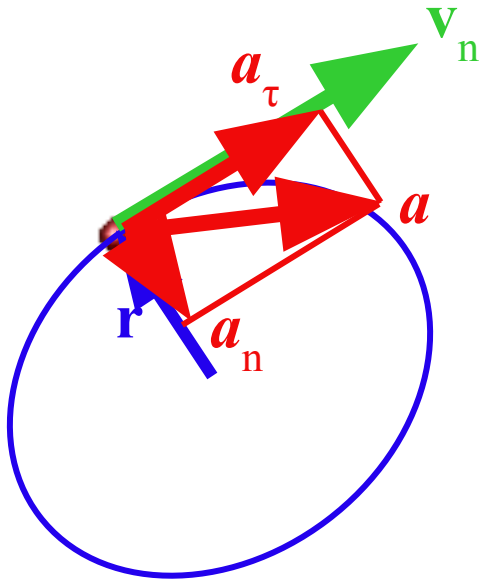
Полное ускорение есть геометрическая сумма тангенциальной и нормальной составляющей

$$\vec{a} = \vec{a}_n + \vec{a}_\tau \qquad a = \sqrt{a_n^2 + a_\tau^2}$$

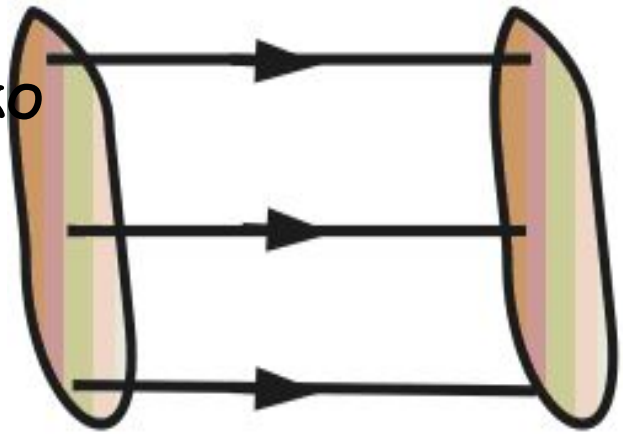
Точка движется прямолинейно



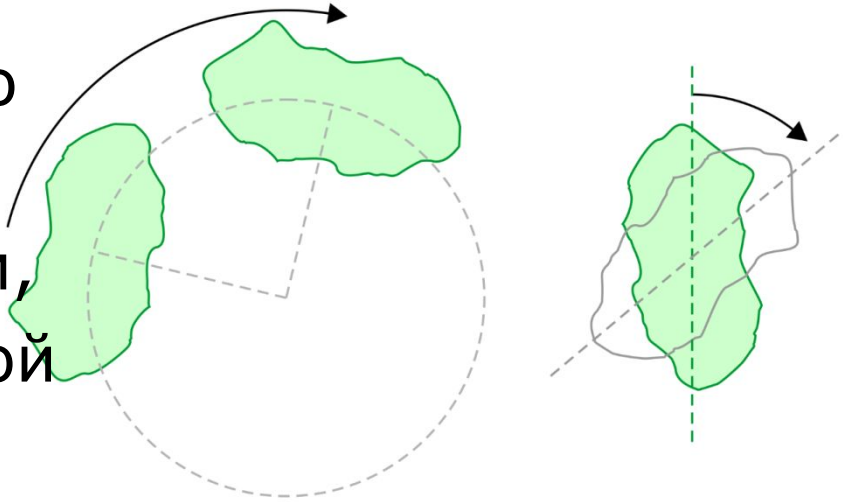
Точка движется по дуге окружности



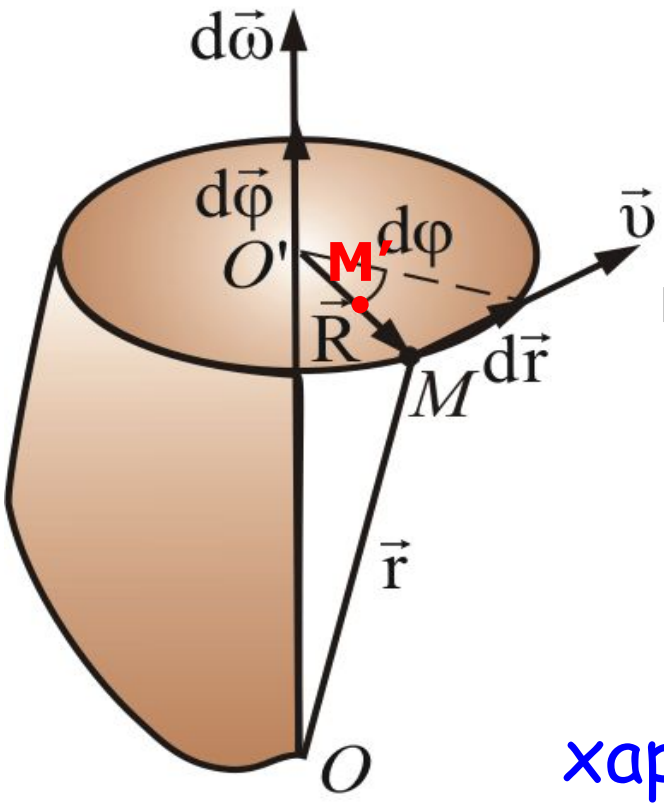
Поступательное движение — это дв-ние, при котором любая прямая, жестко связанная с движущимся телом, остается параллельной своему первоначальному положению и все точки тела совершают одинаковые перемещения.



Вращательное движение — это дв-ние, при котором все точки тела движутся по окружностям, центры которых лежат на одной и той же прямой, называемой осью вращения.



Угловая скорость



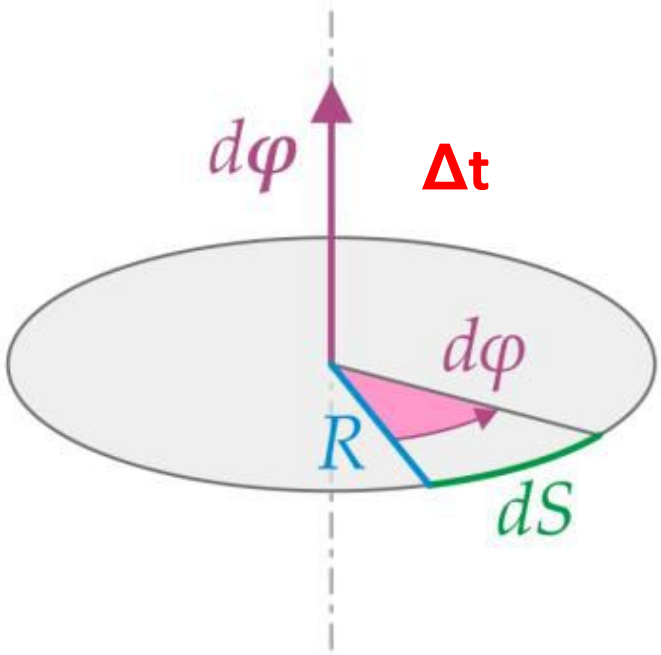
перемещение некоторой точки M твердого тела

первая производная $\frac{dr}{dt}$

вторая производная $\frac{d^2r}{dt^2}$

не могут служить характеристикой движения всего твердого тела.

понятие вращательного движения для материальной точки неприемлемо



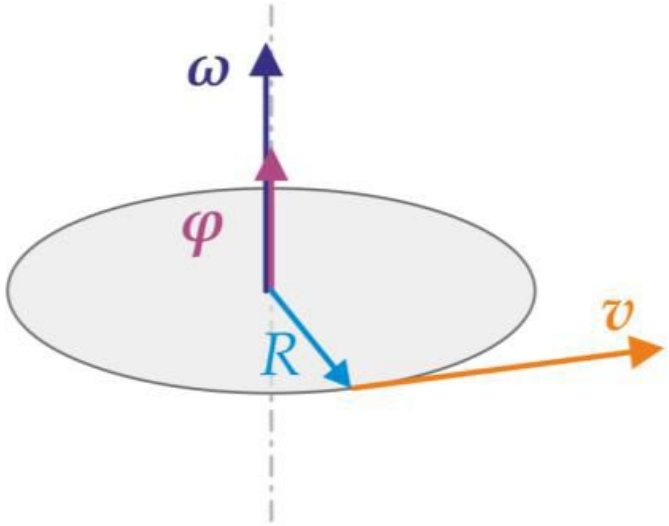
Угол поворота dϕ характеризует перемещения всего тела за время dt (координата тела)

$\boxed{d\vec{\varphi}}$ - вектор элементарного поворота

Модуль вектора равен углу поворота, а его направление подчиняется **правилу правого винта.**

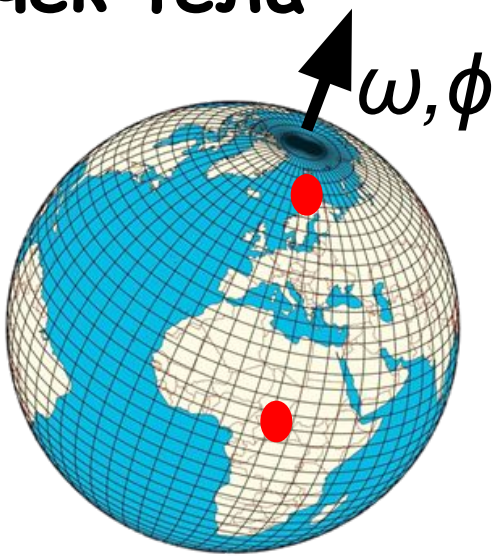
глядя вдоль вектора мы видим вращение по часовой стрелке

Единица измерения угла в СИ – радиан (рад)
п рад = 180°
1 рад = 57,296°



Угловой скоростью наз-ся вектор численно равный первой производной от угла поворота по времени и направленный вдоль оси вращения в направлении

ω =const для всех точек тела



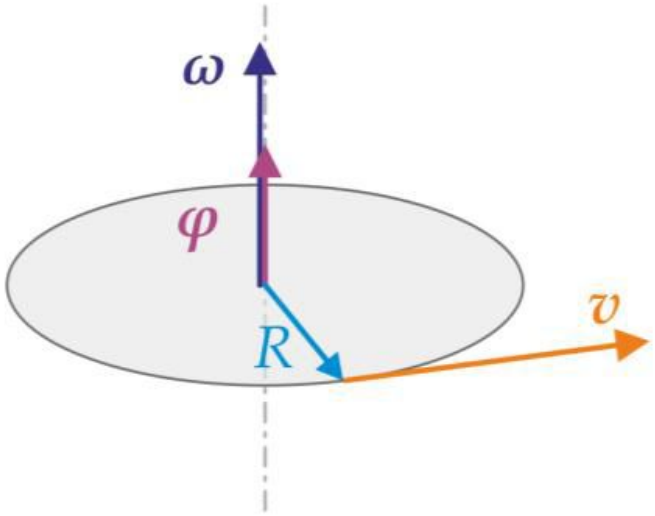
$$\vec{\omega} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{\varphi}}{\Delta t} = \frac{d\vec{\varphi}}{dt}$$

Направления всегда совпадают

$$\vec{\omega} \uparrow\uparrow d\vec{\varphi}$$

Единица угловой скорости — радиан в секунду (рад/с).

Линейная



$$dS = \upsilon dt \qquad dS = R d\varphi$$

$$\upsilon = \frac{dS}{dt} = \frac{R d\varphi}{dt} = \omega R$$

Линейная скорость точки

В векторной форме

$$\vec{\upsilon} = [\vec{\omega}, \vec{R}]$$

$$|\vec{\upsilon}| = |\vec{\omega}||\vec{R}| Sin(\vec{\omega} \wedge \vec{R})$$

Вектор ортогонален к векторам $\vec{\omega}$ и $\vec{R}$ и направлен в ту же сторону, что и векторное произведение $[\vec{\omega}, \vec{R}]$

совпадает с направлением поступательного движения правого винта при его вращении от ω к R.

Период вращения

if $\vec{\omega} = const$

Период T – промежуток времени, в течение которого тело совершает полный оборот (т.е. поворот на угол $\phi = 2\pi$)

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} \longrightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} \longrightarrow \boxed{T = \frac{2\pi}{\omega}}$$

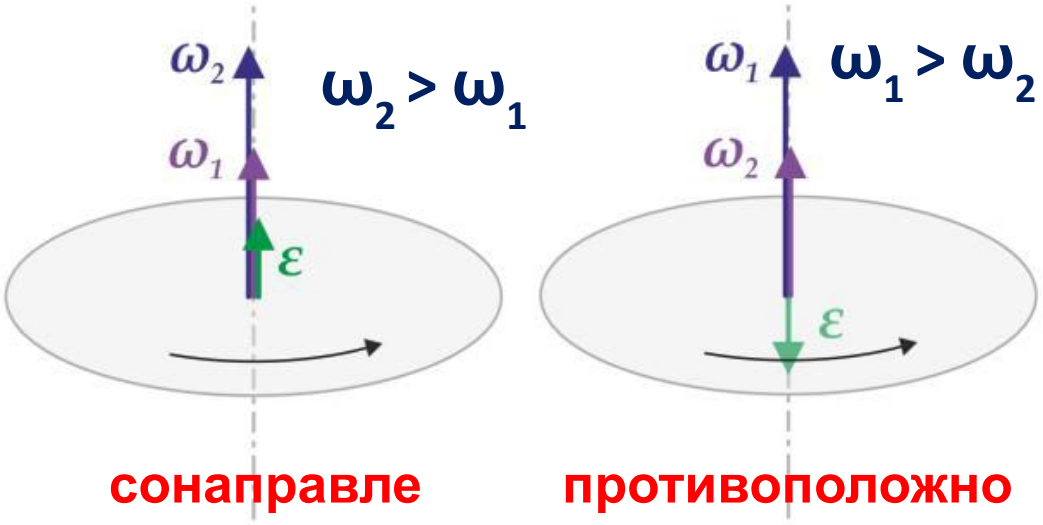
Частота вращения – число полных оборотов, совершаемых телом при равномерном его движении по окружности в единицу времени:

$$\nu = \frac{1}{T} = \frac{1}{2\pi/\omega} = \frac{\omega}{2\pi} \longrightarrow \boxed{\omega = 2\pi\nu}$$

Угловое ускорение

Угловым ускорением называется векторная величина, равная первой производной угловой скорости по времени

$$\vec{\varepsilon} = \frac{d\vec{\omega}}{dt}$$



сонаправлен

противоположно

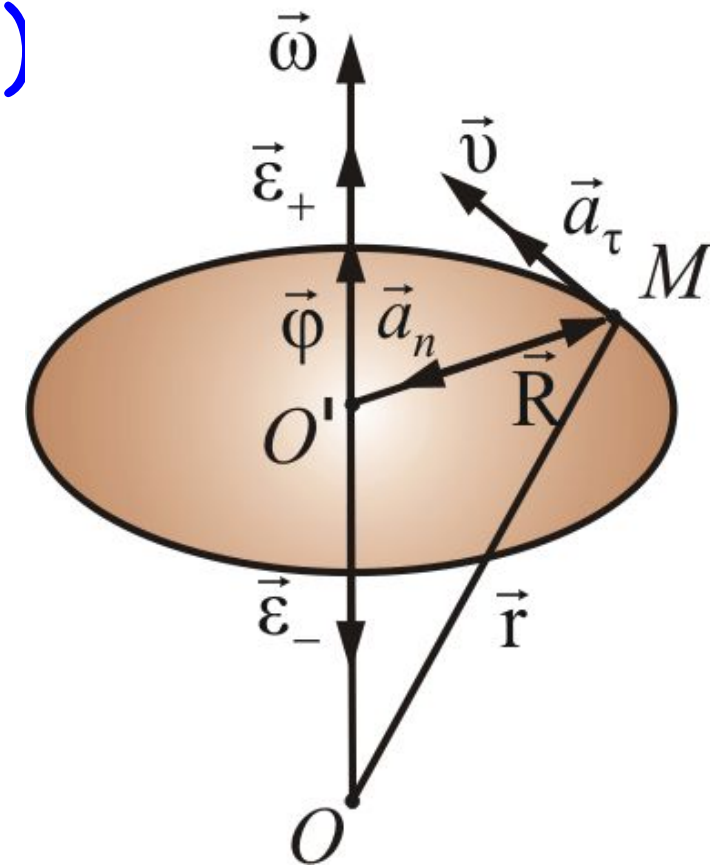
направлен вдоль оси вращения в сторону вектора элементарного **приращения** угловой скорости.

$$a_\tau = \frac{d\upsilon}{dt} = \square$$ Тангенциальное ускорение

$$a_n = \frac{\upsilon^2}{R} = \frac{(\omega R)^2}{R} = \boxed{\omega^2 R}$$ Нормальное ускорение

Простейшие формулы

Все кинематические параметры, *характеризующие вращательное движение (угловое ускорение, угловая скорость и угол поворота)* ***направлены вдоль оси вращения.***



Формулы простейших случаев вращения тела вокруг неподвижной оси:

- равномерное вращение $\varepsilon = 0;\ \omega = \text{const};$

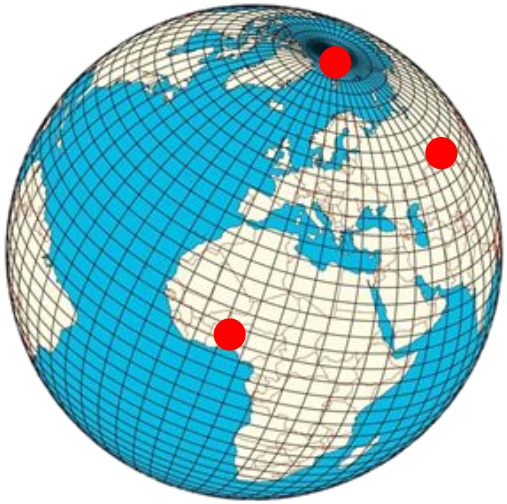
$$\varphi = \omega t;$$

- равнопеременное вращение $\varepsilon = \text{const};$

$$\omega = \omega_0 \pm \varepsilon t$$

$$\varphi = \omega_0 t \pm \frac{\varepsilon t^2}{2}$$

Тест 2.



Сравнить нормальное ускорение точек на поверхности земного шара?

$$a_n = \omega^2 R$$

А. на экваторе	R =max	1) наибольшее ☆
Б. на широте 60°	R =R cosϕ	2) наименьшее ☆
В. на полюсах	R =min	3) среднее ☆

Соответствие линейных и угловых величин

Линейные	Угловые
x, y, z - координаты	ϕ - угол поворота
$\vec{r}$ радиус-вектор	$\vec{\varphi}$ угол поворота
$\vec{v}$ скорость	$\vec{\omega}$ угловая скорость
$\vec{a}$ -ускорение	$\vec{\varepsilon}$ угловое ускорение

$S = \phi R \qquad v = R\omega \qquad a_\tau = R\varepsilon \qquad a_n = \omega^2 R$

Тангенциальн	Нормальное	Движение
$a_\tau = 0$	$a_n = 0$	Прямолинейное равномерное движение
$a_\tau = const$	$a_n = 0$	Прямолинейное равнопеременное движение
$a_\tau = f(t)$	$a_n = 0$	Прямолинейное движение с переменным ускорением
$a_\tau = 0$	$a_n = const$	Равномерное движение по окружности
$a_\tau = 0$	$a_n \neq 0$	Равномерное криволинейное движение
$a_\tau = const$	$a_n \neq 0$	Криволинейное равнопеременное движение
$a_\tau = f(t)$	$a_n \neq 0$	Криволинейное движение с переменным ускорением

1. $(a+b)^2 = a^2 + b^2$ ✗

2. $\frac{1}{a+b} = \frac{1}{a} + \frac{1}{b}$. ✗

3. Половина от 10^{-10} равна 10^{-5}. ✗

4. $4 : \frac{1}{2} = 2.$ ✗

5. $\sqrt{16ab} = 4ab.$ ✗

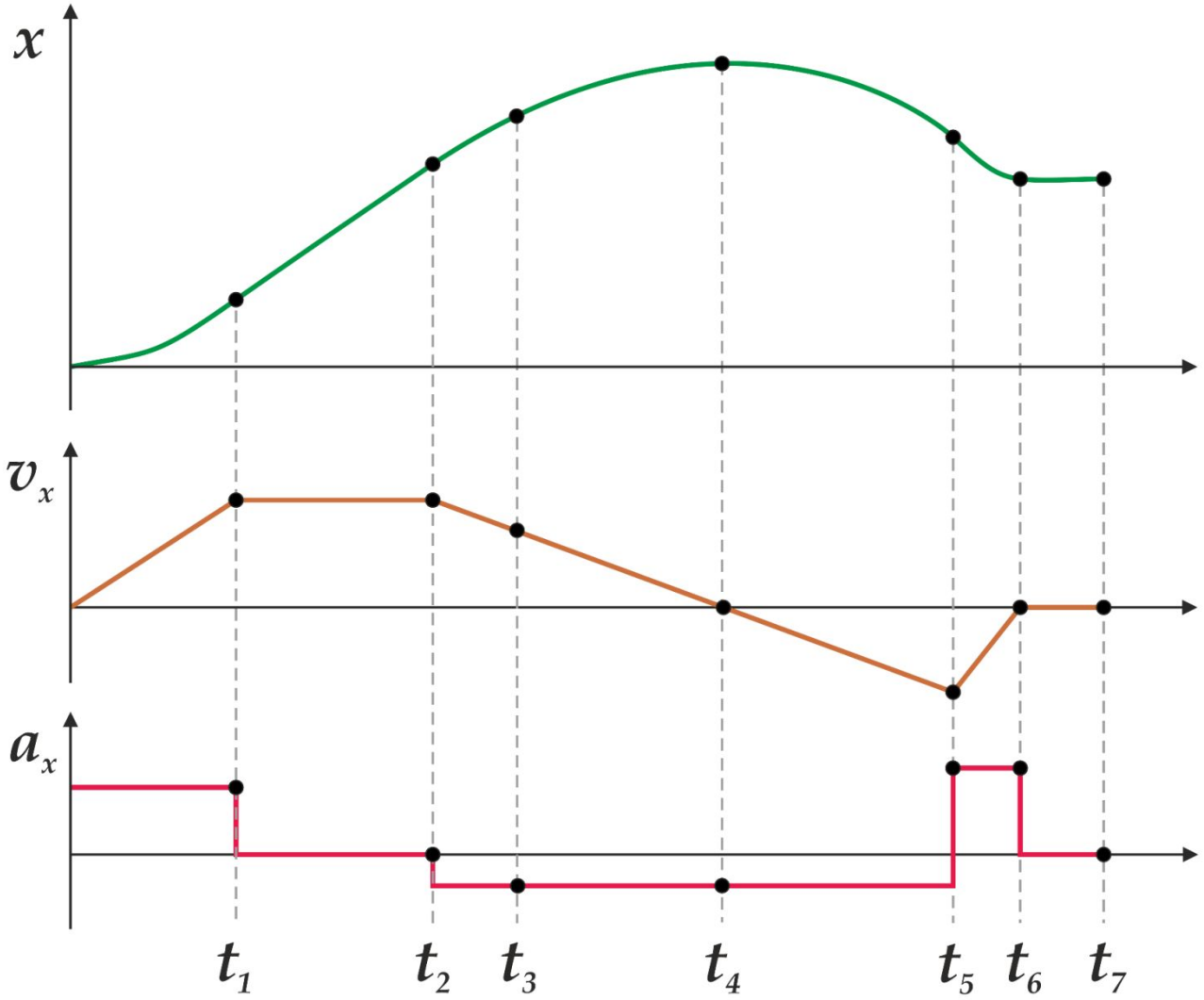
6. $\frac{a}{b} + \frac{x}{y} = \frac{a+x}{b+y}$ ✗

7. ½ от 10^{-8} равна 5^{-8}. ✗

8. $10^{-10}/10^{-5} = 10^{-15}$. ✗

9. $\log AB = \log A \cdot \log B$. ✗

10. $\sin(A+B) = \sin A + \sin B$. ✗


x
v_x
a_x
t_1
t_2
t_3
t_4
t_5
t_6
t_7