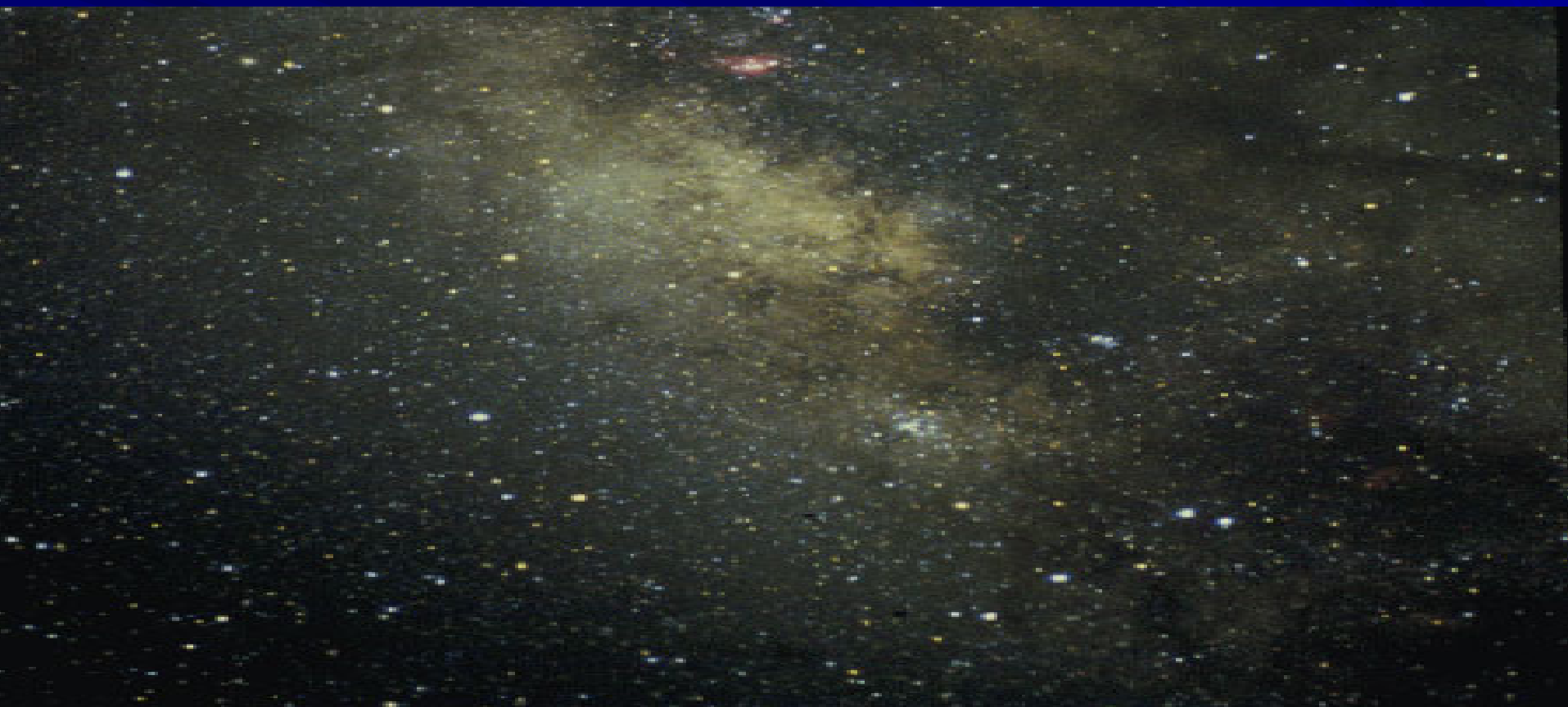
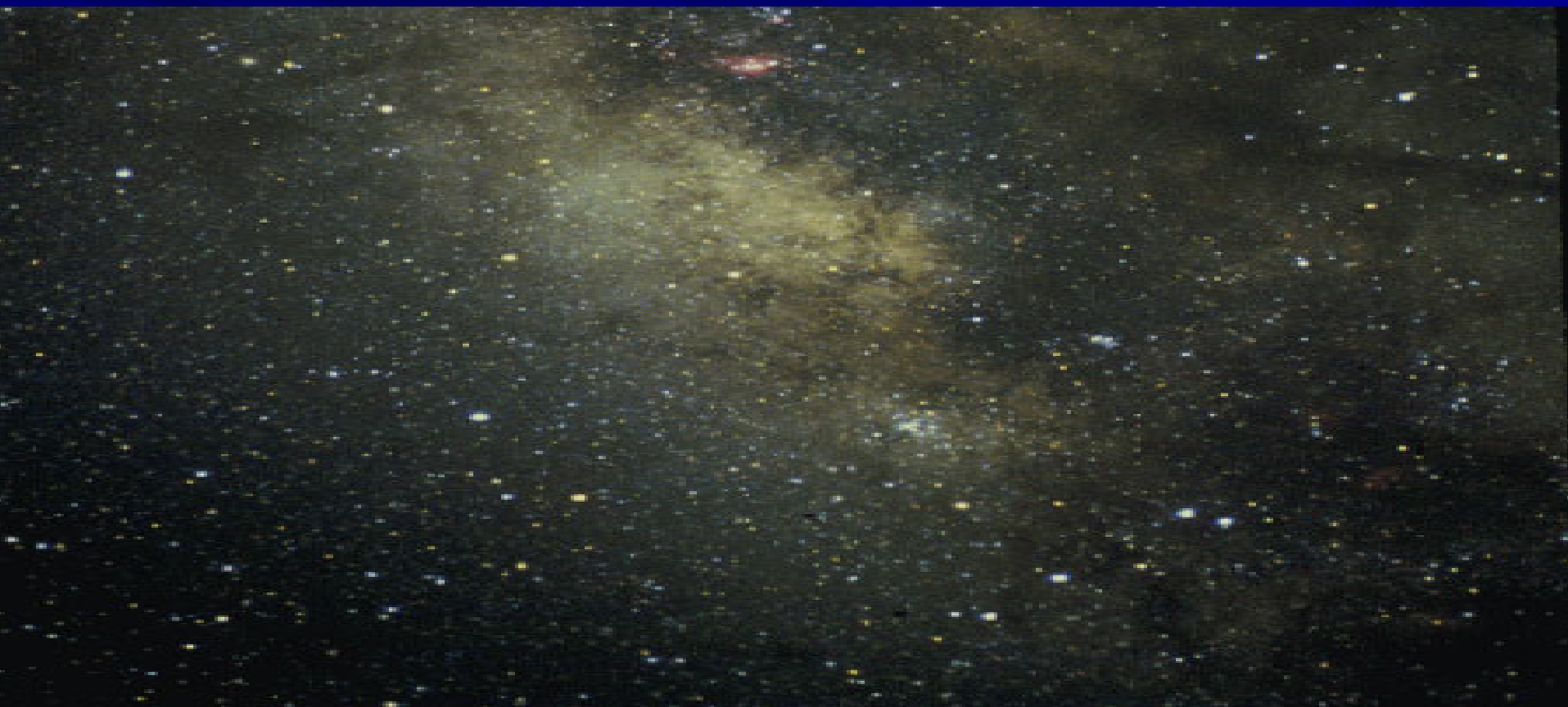


Тема 1. КИНЕМАТИКА МАТЕРИАЛЬНОЙ ТОЧКИ

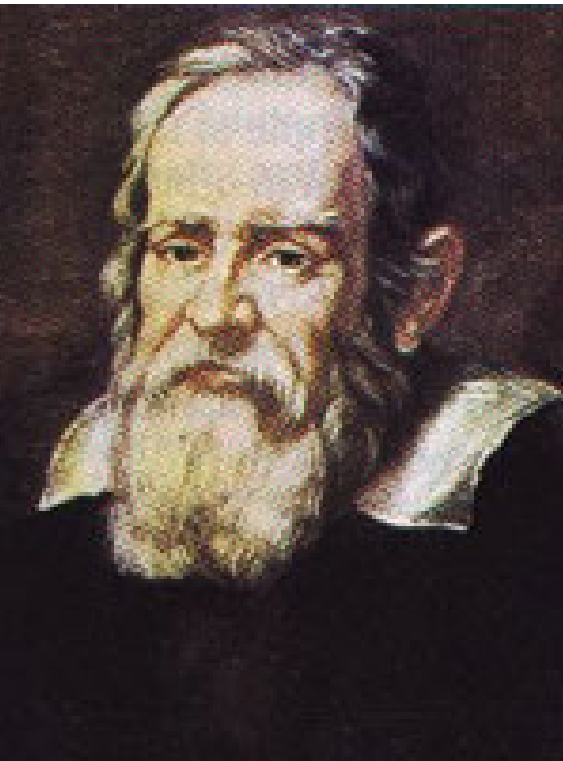
- 1. Пространство и время –
фундаментальные физические понятия



1. Пространство и время – фундаментальные физические понятия





Галилей Галилео
(1564–1642)



<i>t</i>	1	2	3	4
<i>s</i>	1	4	9	16



Пространство и время ≡

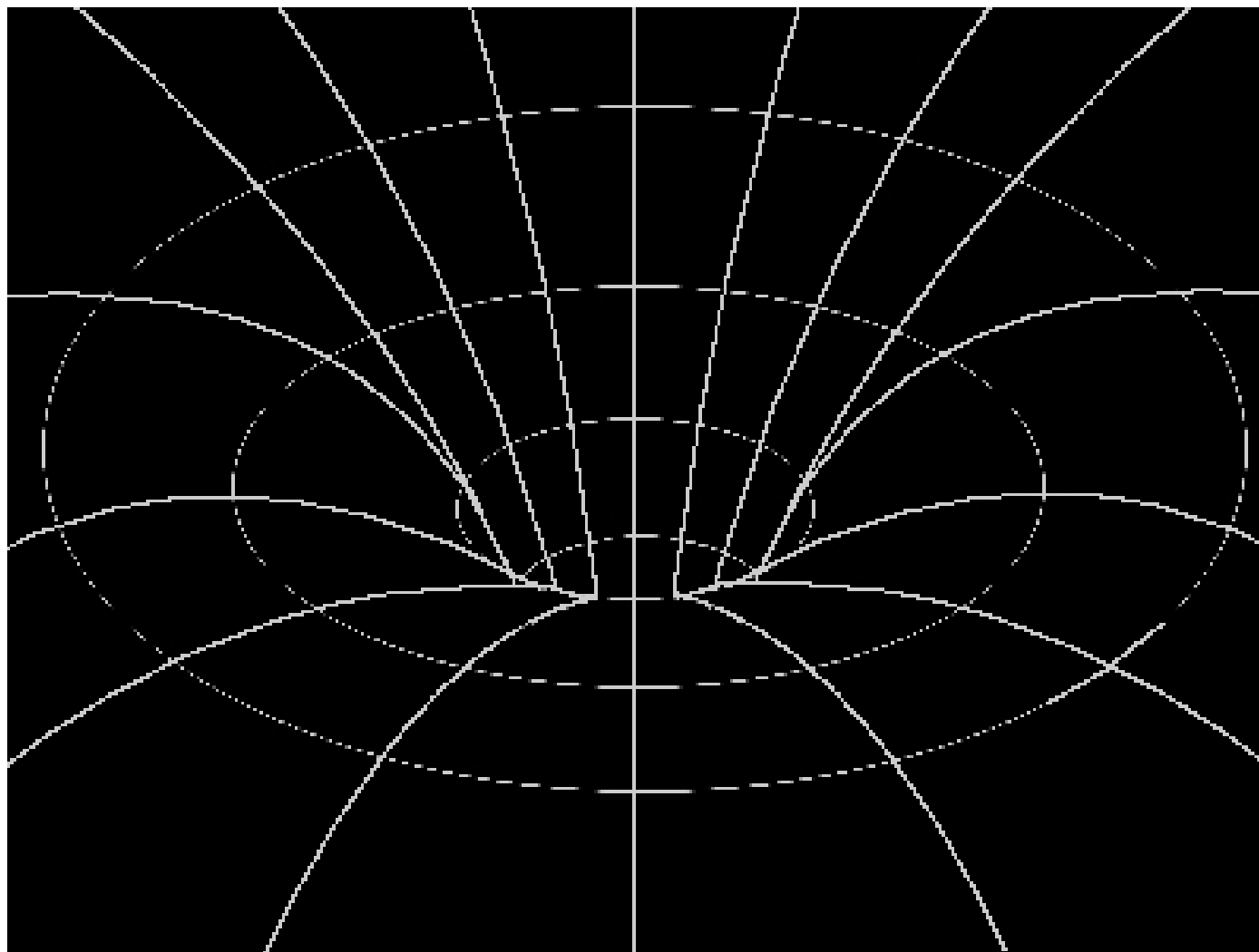


фундаментальные понятия:
основные формы существования
материи

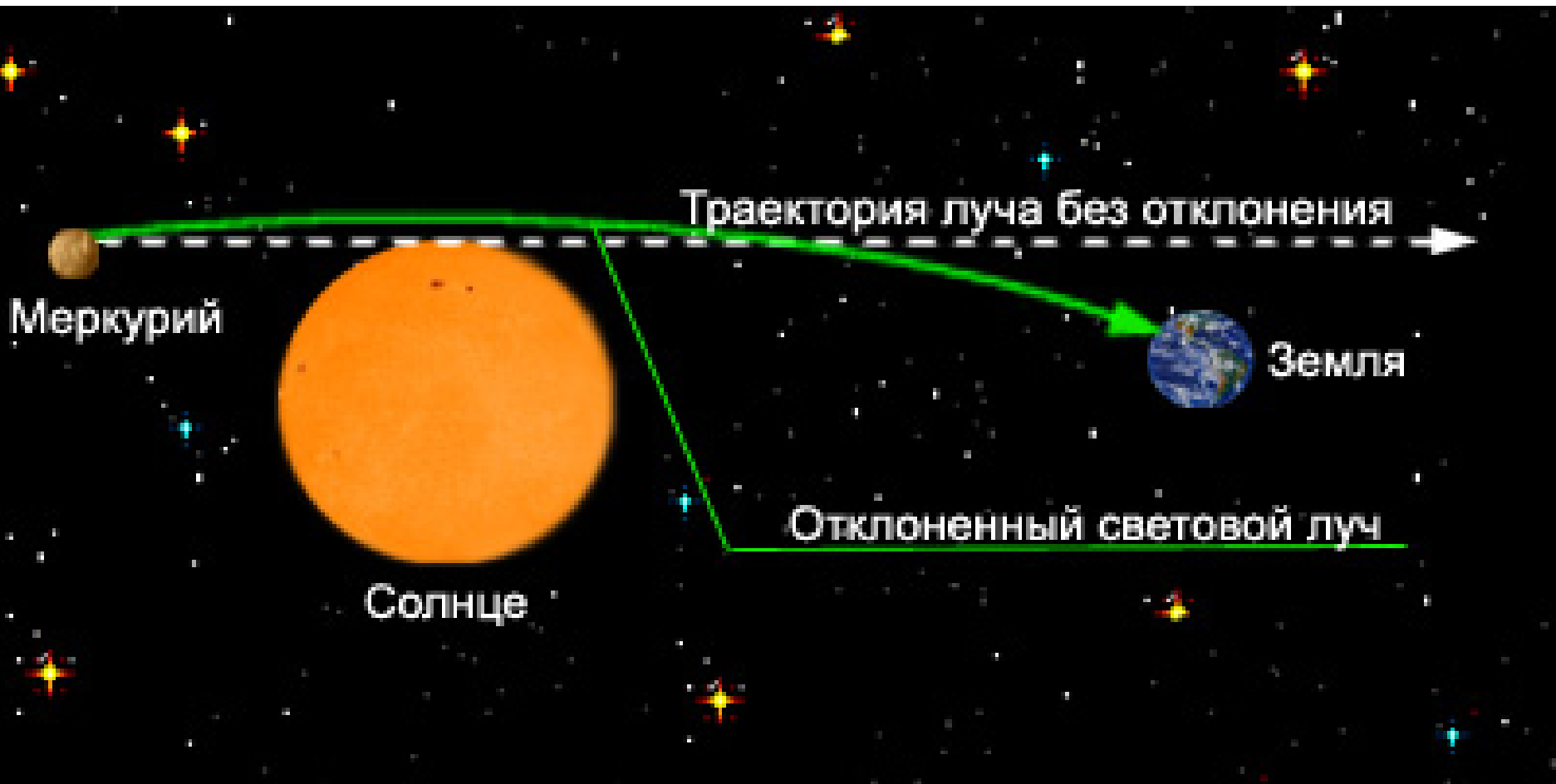
Пространство

- выражает порядок сосуществования отдельных объектов

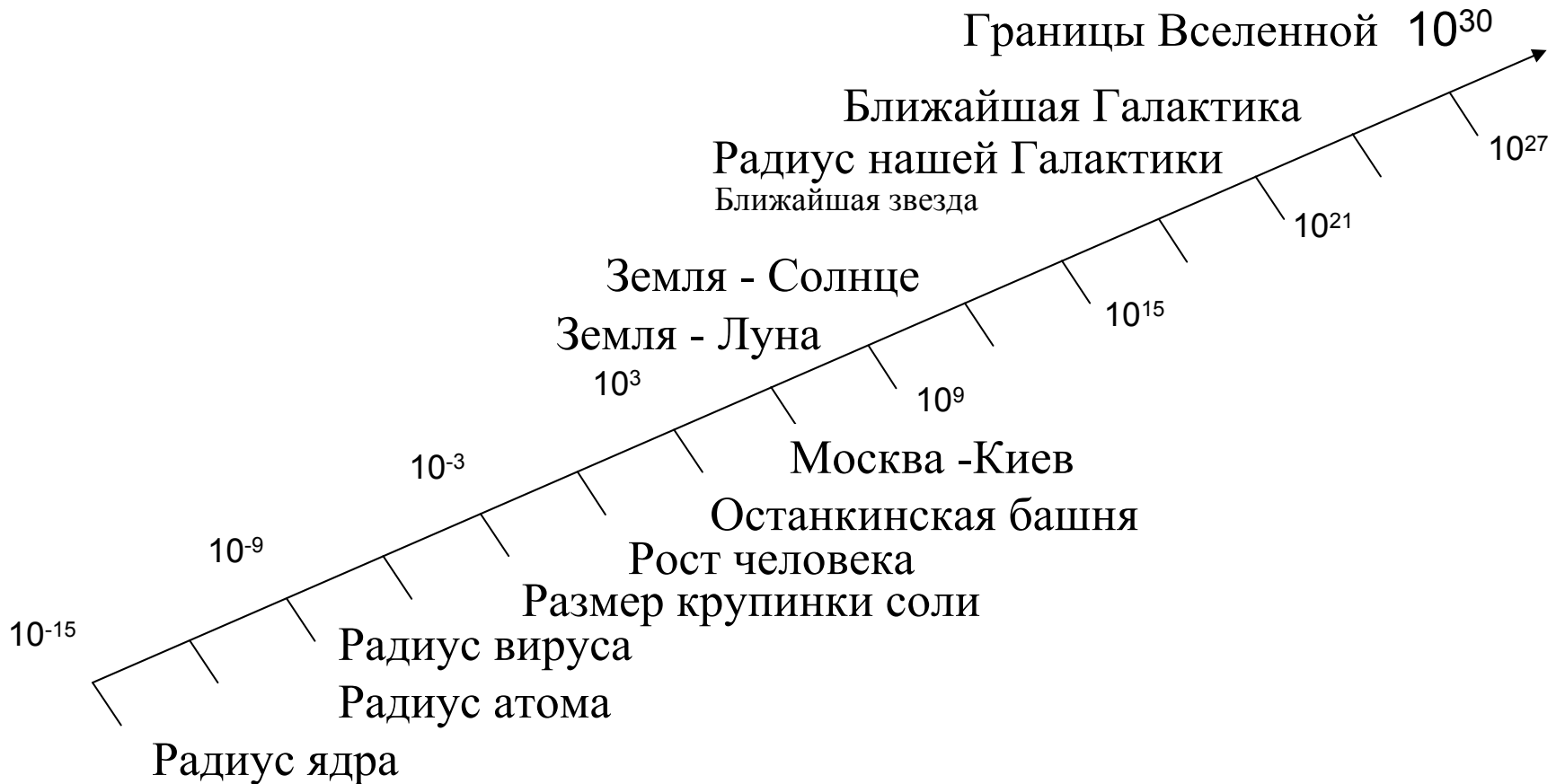
Наличие массы в данной точке пространства согласно Эйнштейну вызывает искривление самого пространства



Отклонение световых лучей от прямой вблизи Солнца



Диапазон расстояний во Вселенной



Свойства пространства

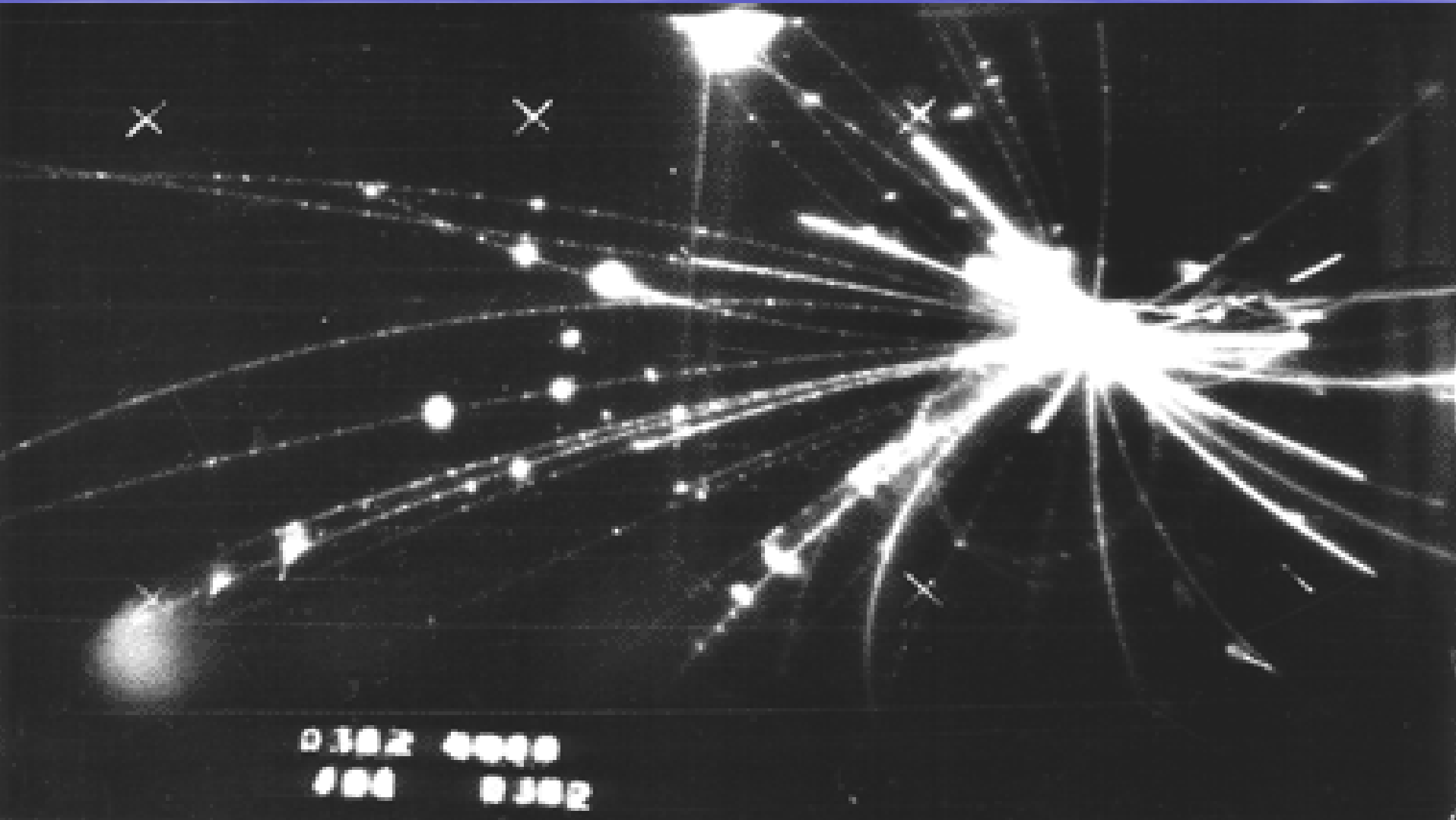
- Относительность
- Непрерывность
- Однородность
- Изотропность
- Евклидовость
- Трёхмерность

ДЕМОКРИТ (род. ок. 470 или 460 до н. э.;
умер в глубокой старости)

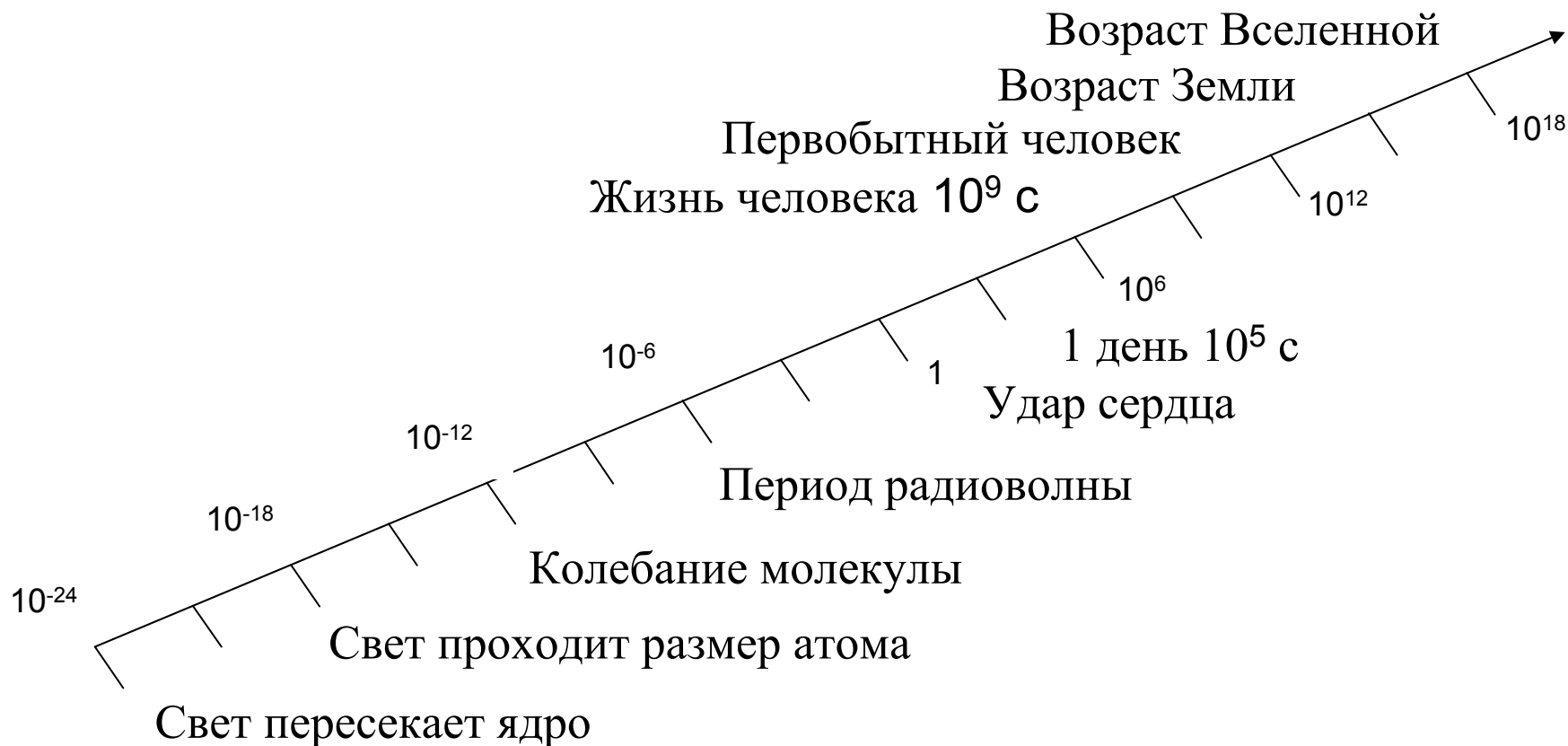
- «Нельзя дважды
войти в одну и ту же
реку»



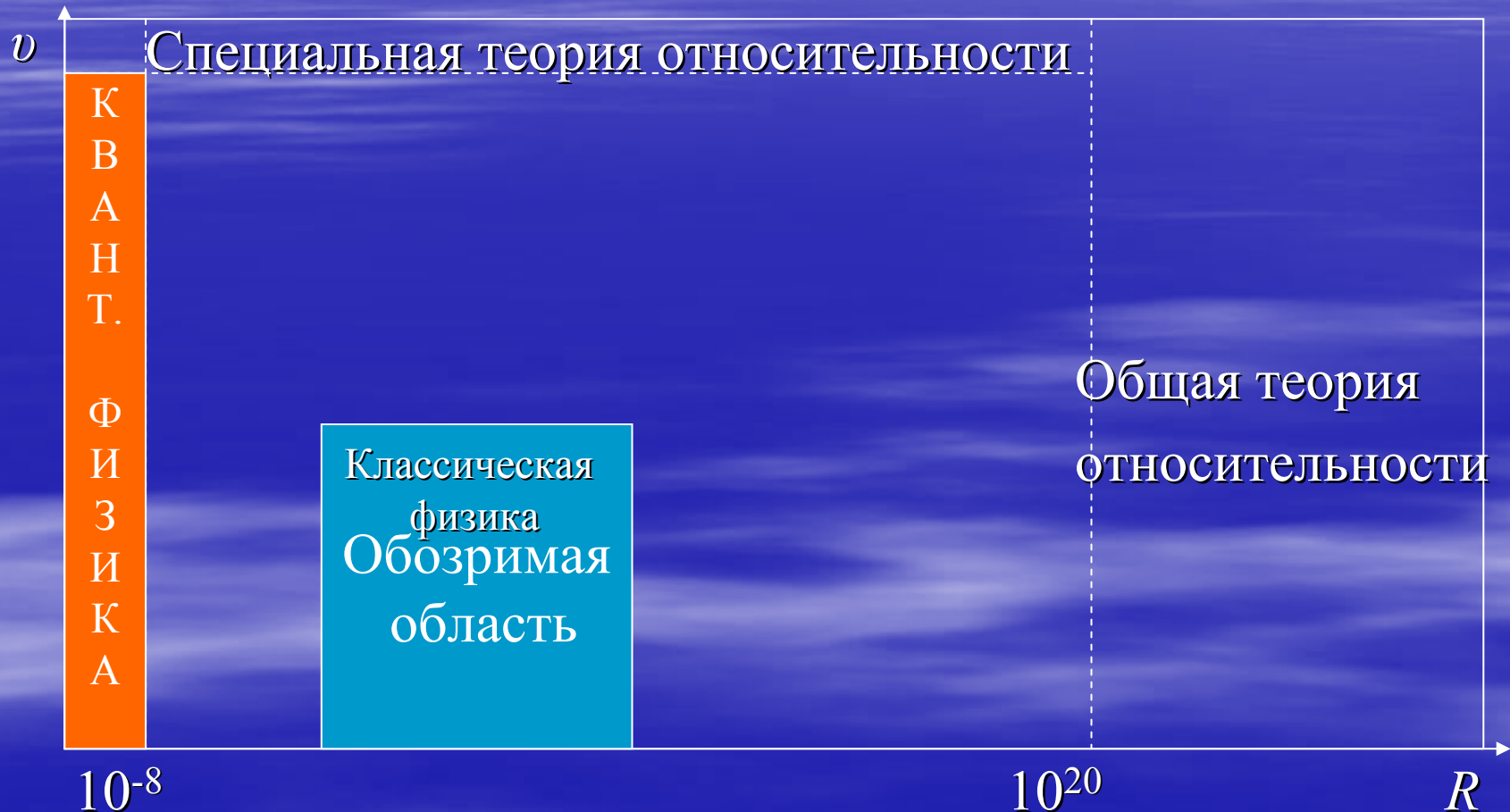
События в микромире



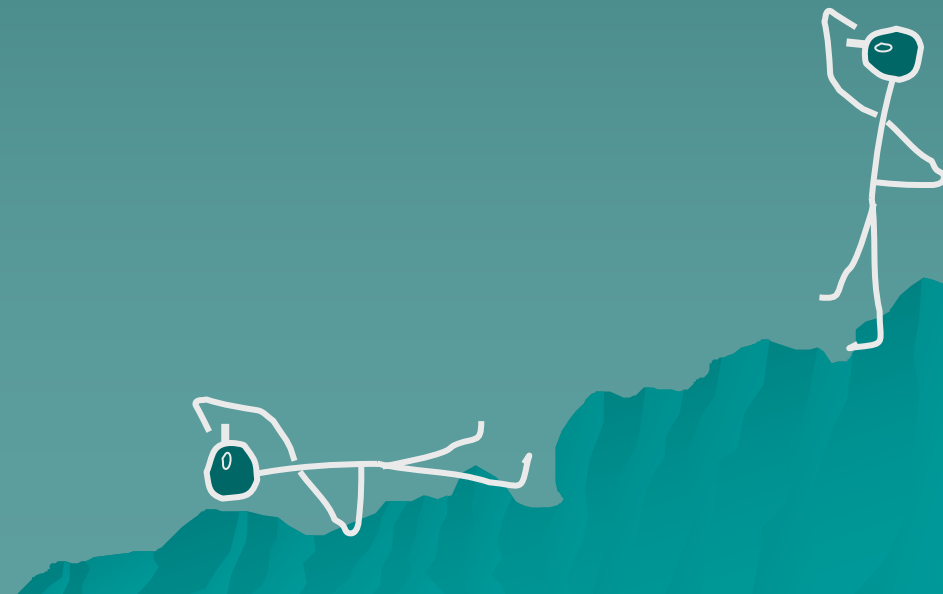
Диапазон временных интервалов во Вселенной



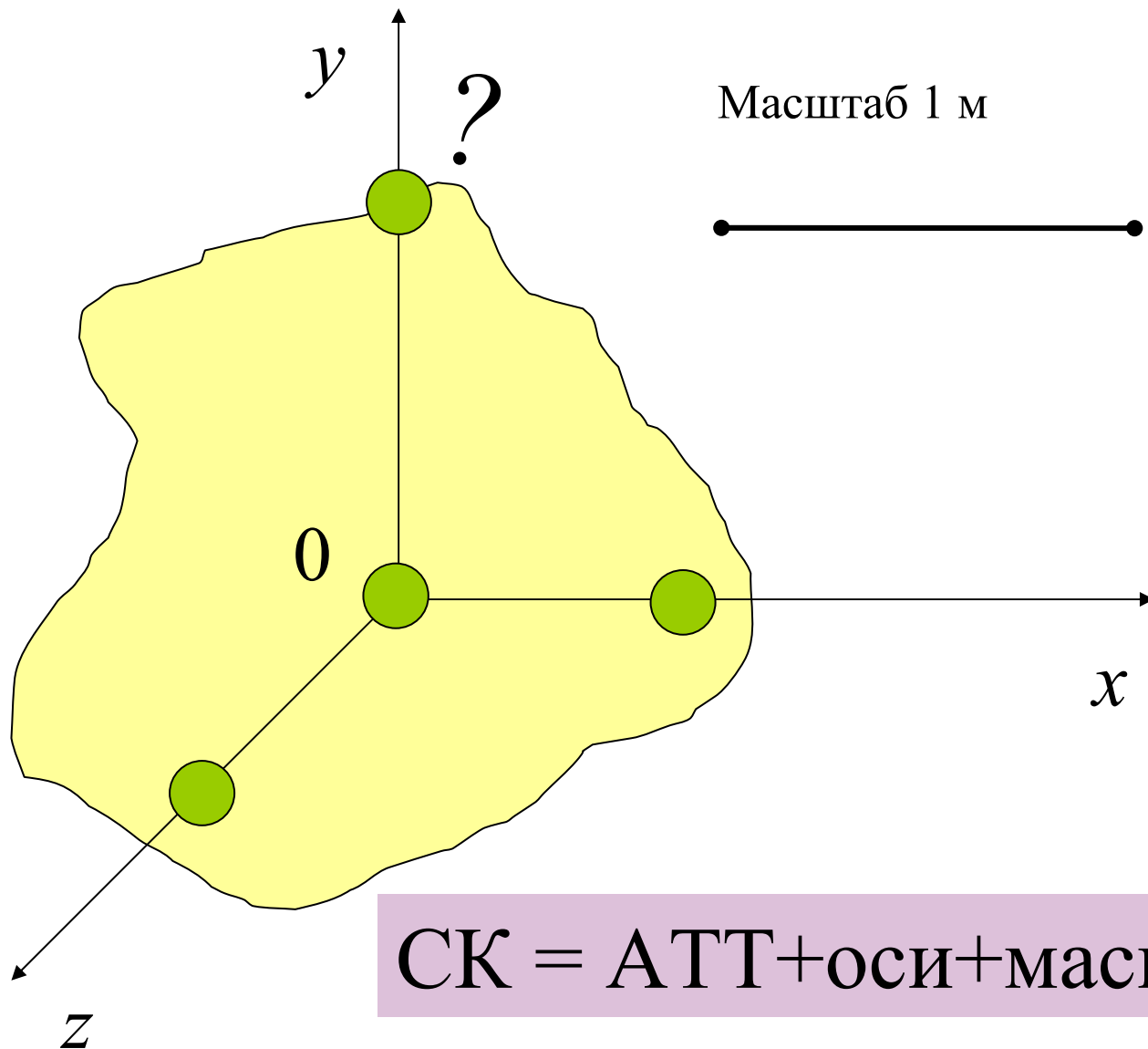
Пространство-время и физические теории



1.2. Вектор перемещения. Физические векторы и скаляры

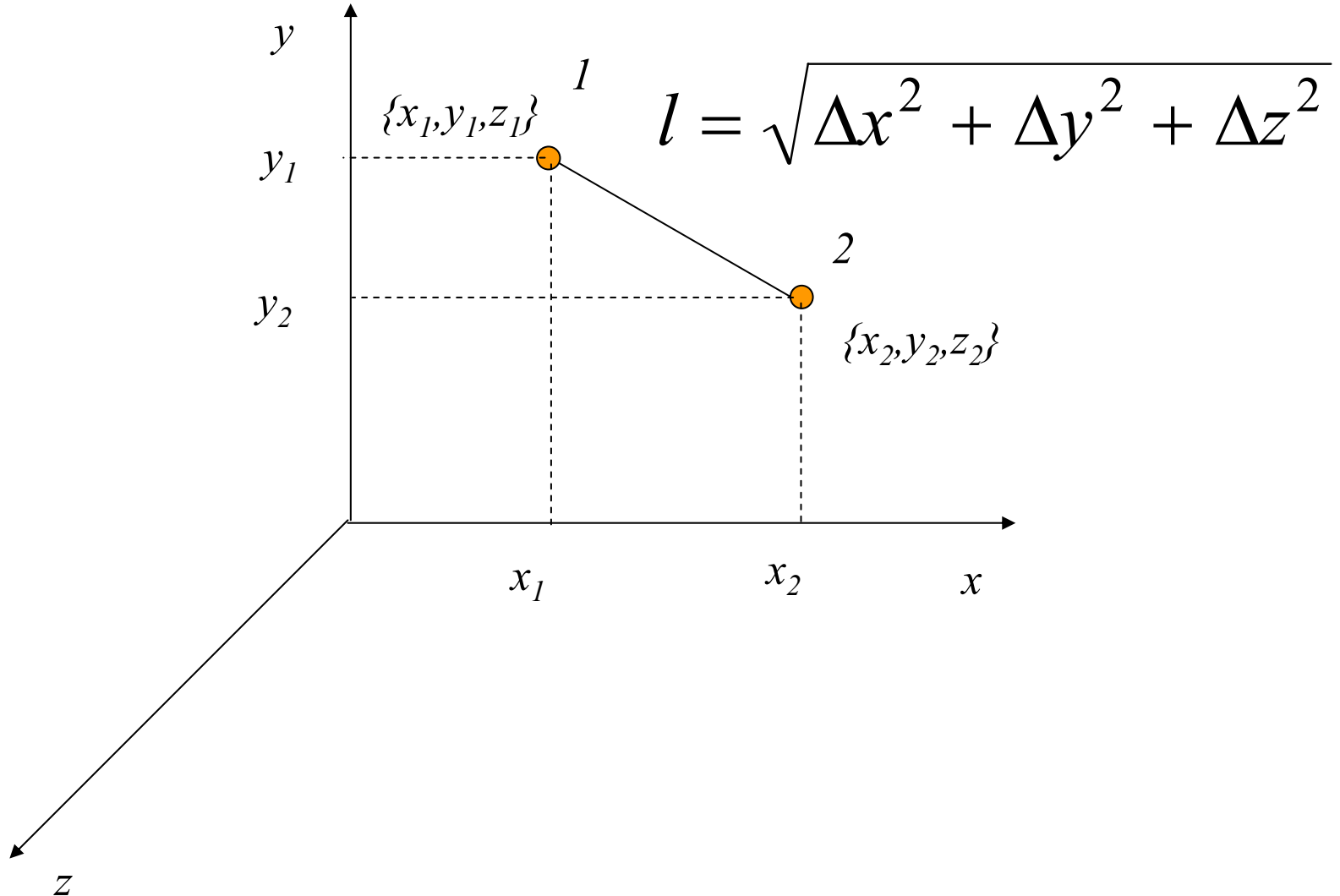


СИСТЕМА КООРДИНАТ

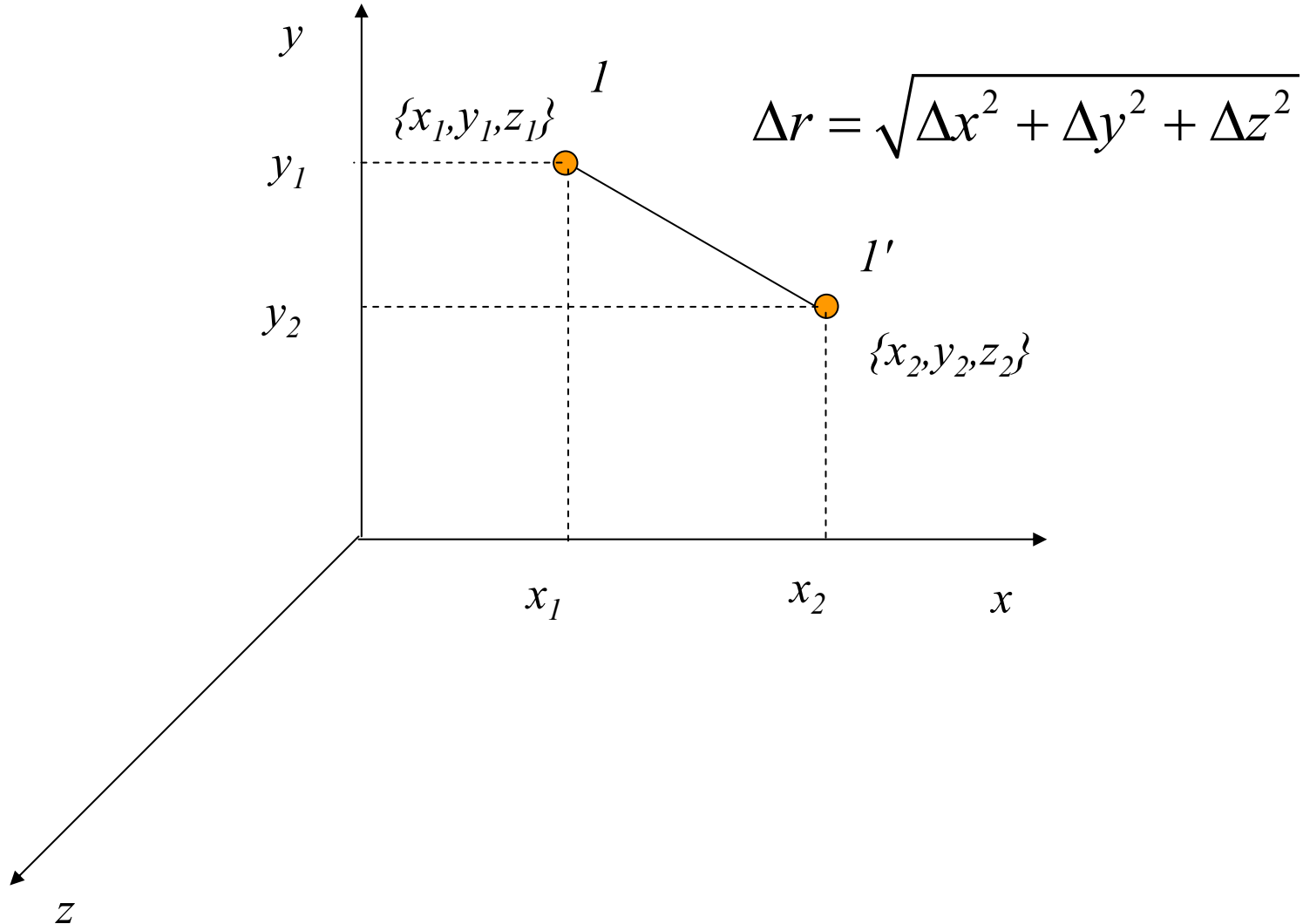


СК = АТТ+оси+масштаб

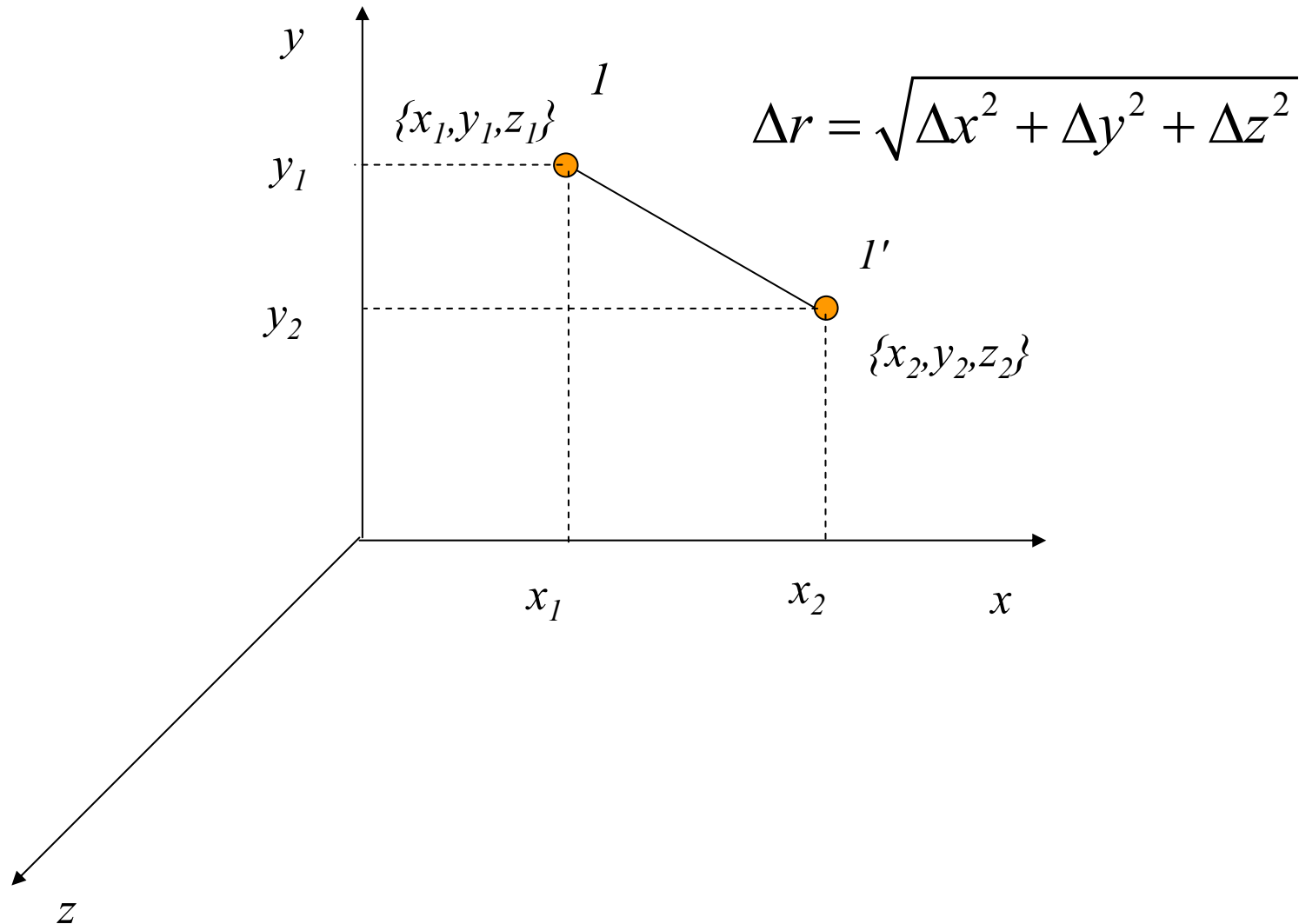
Расстояние между двумя точками



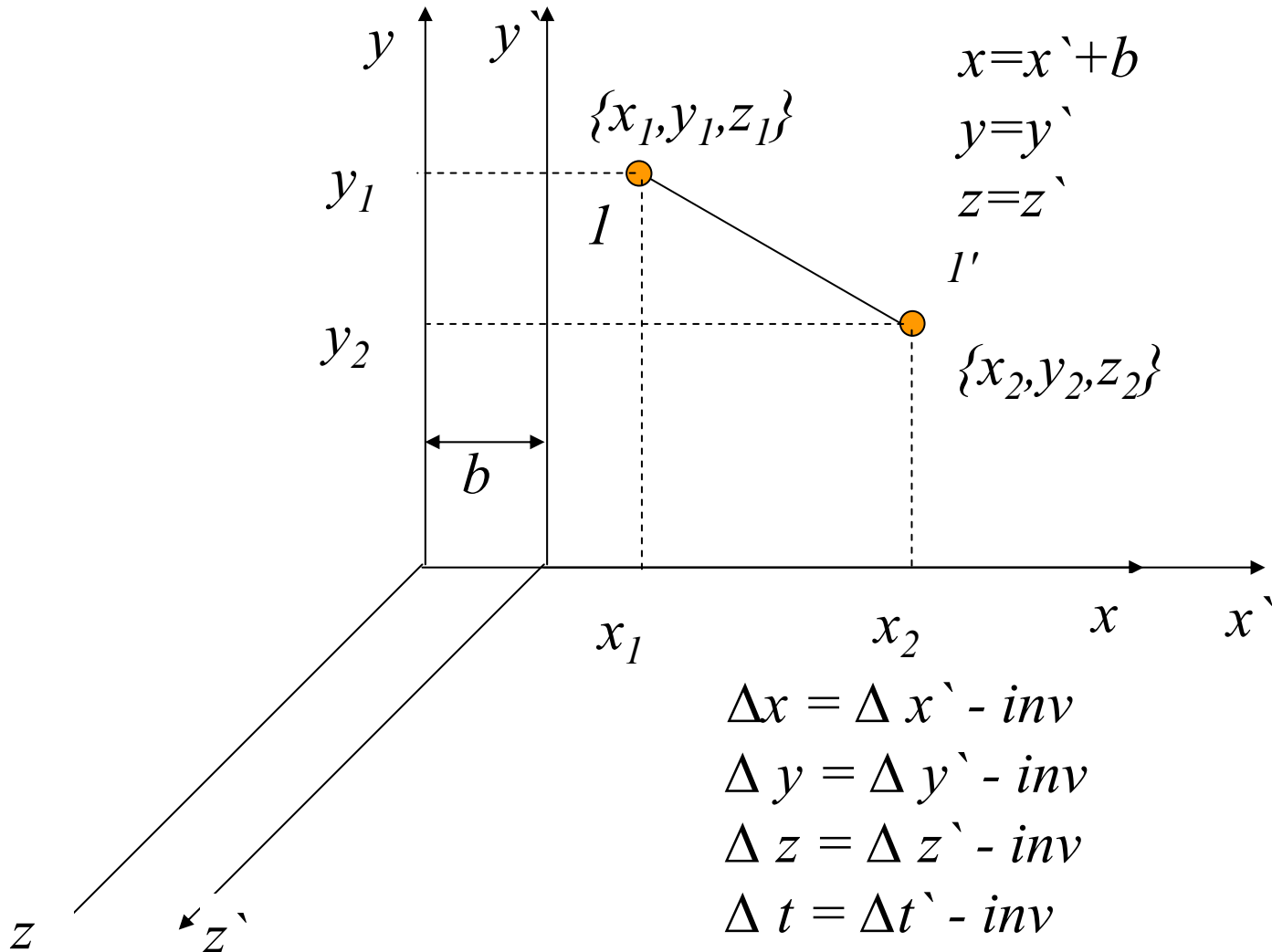
Перемещение одной точки



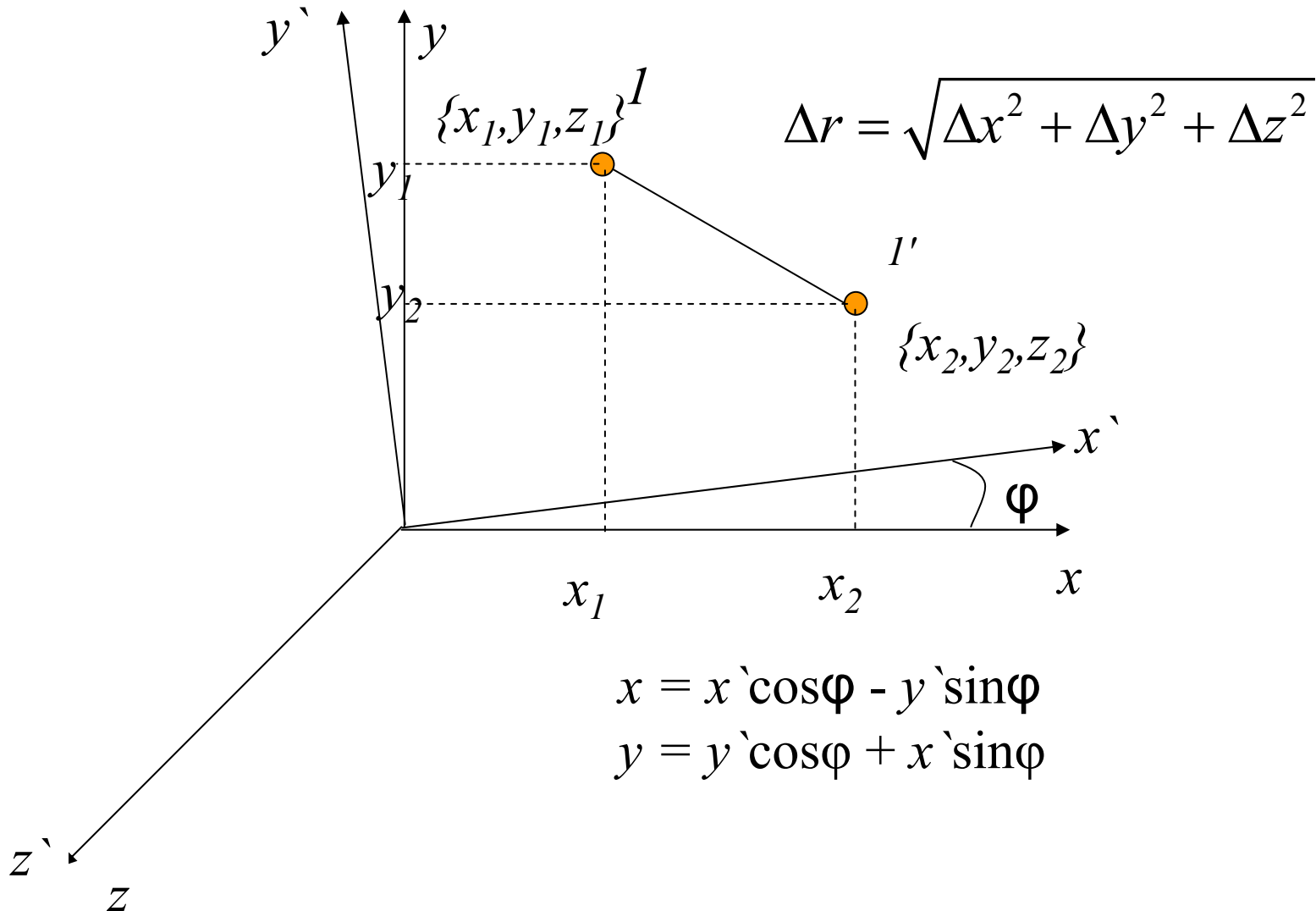
Перемещение одной точки



Перемещение одной точки



Перемещение одной точки



$$\Delta x \neq \Delta x'$$

$$\Delta y \neq \Delta y'$$

$$\Delta z \neq \Delta z'$$

$$\Delta t = \Delta t'$$

Вектор перемещения- $\Delta\vec{r}$

совокупность трех чисел $\{\Delta x, \Delta y, \Delta z\}$,

определяющих единую

математическую величину, не

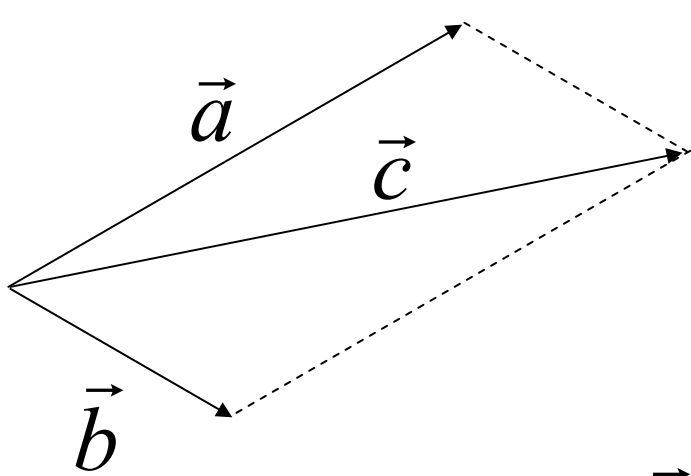
зависящую от выбора

неподвижной системы координат

Физический вектор-

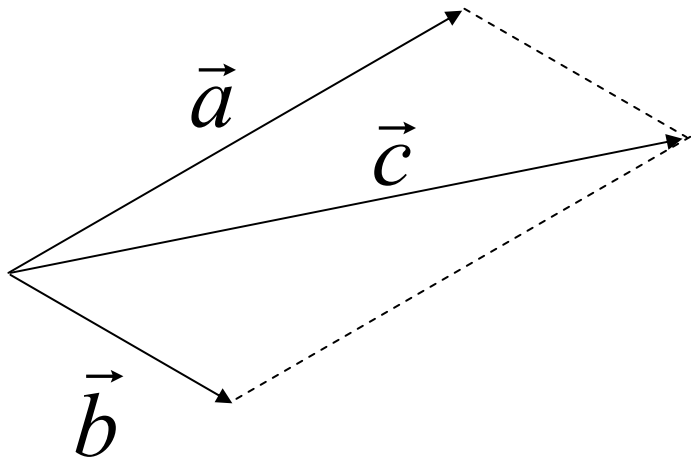
величина, характеризующаяся тремя числами, которые при преобразовании неподвижной системы координат ведут себя как проекции вектора перемещения

Физические векторы-
величины, характеризующиеся
числовым значением и
направлением и, кроме того,
складывающиеся по правилу
параллелограмма.

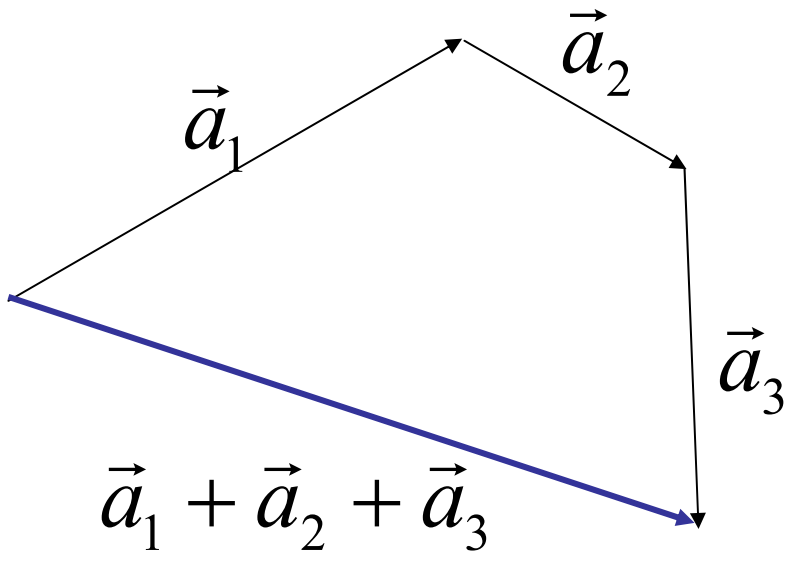


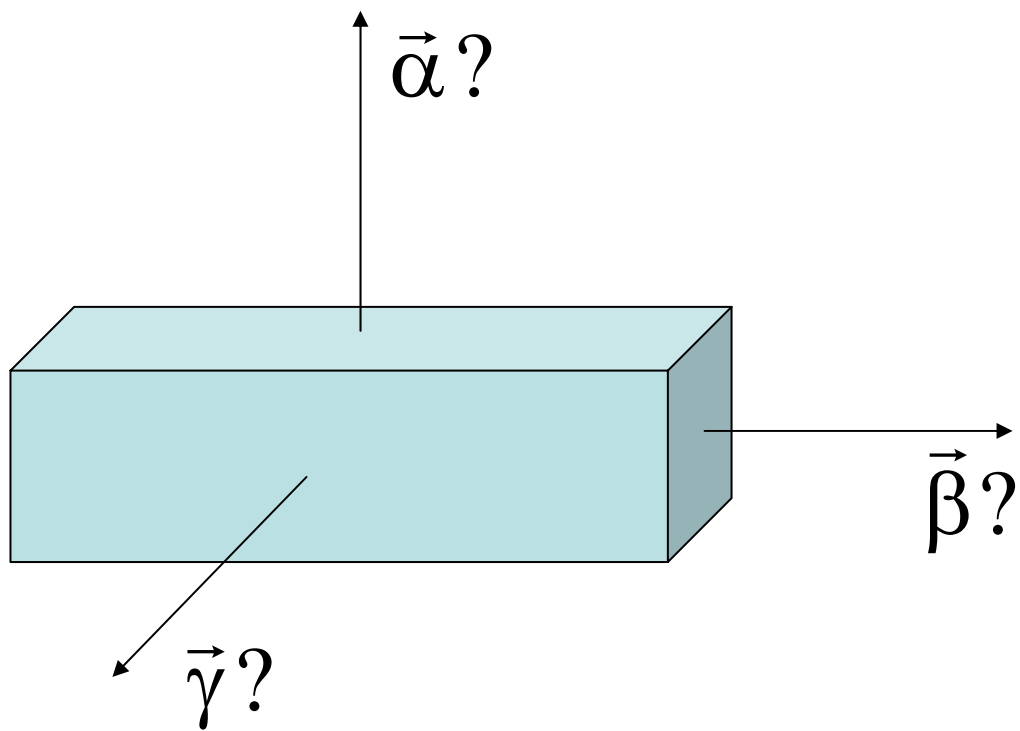
$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

$$\vec{a} + \vec{b} = \vec{b} + \vec{a}$$



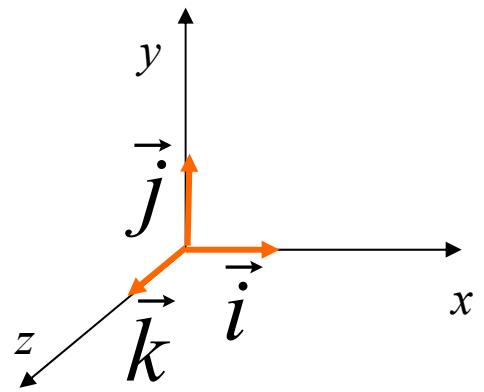
$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$





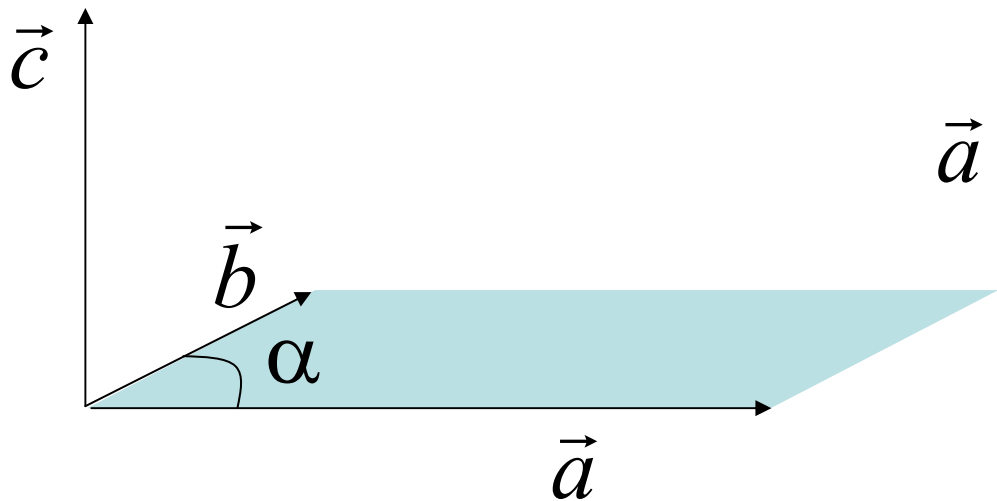
$$\vec{\alpha} + \vec{\beta} \neq \vec{\beta} + \vec{\alpha}$$

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



$$\vec{a} \cdot \vec{b} = ab \cos \alpha = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = \vec{c} \quad c = ab \sin \alpha$$



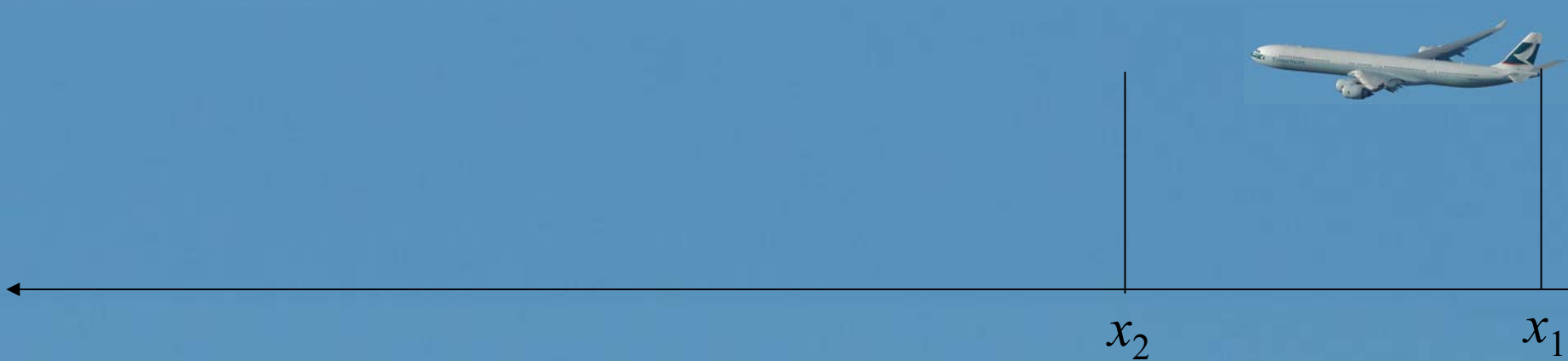
$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$

Скаляр-

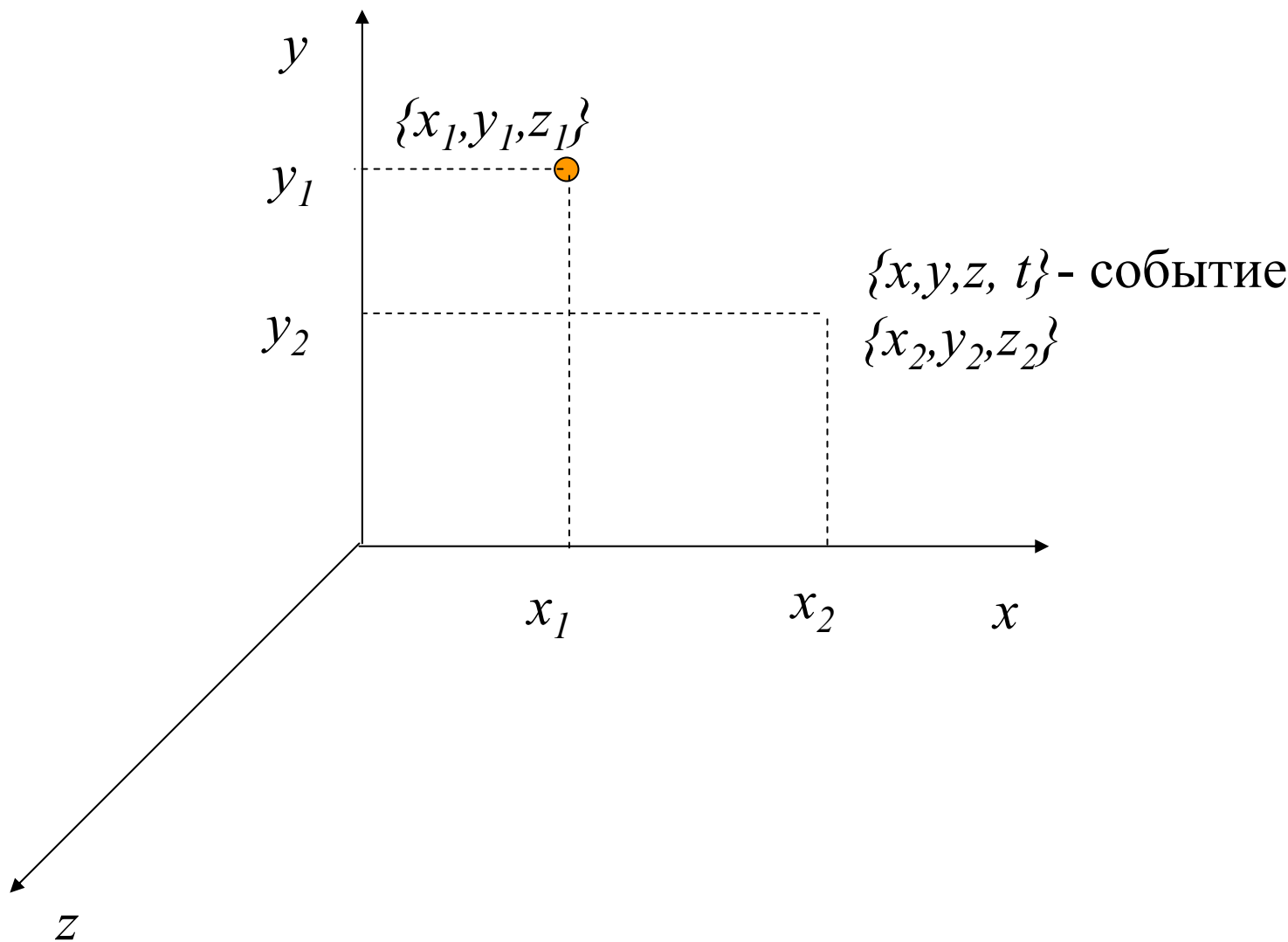
физическая величина,
характеризующаяся одним числом,
которое не изменяется при
преобразовании неподвижной
системы координат

1.3. Система отсчета. Закон движения материальной точки

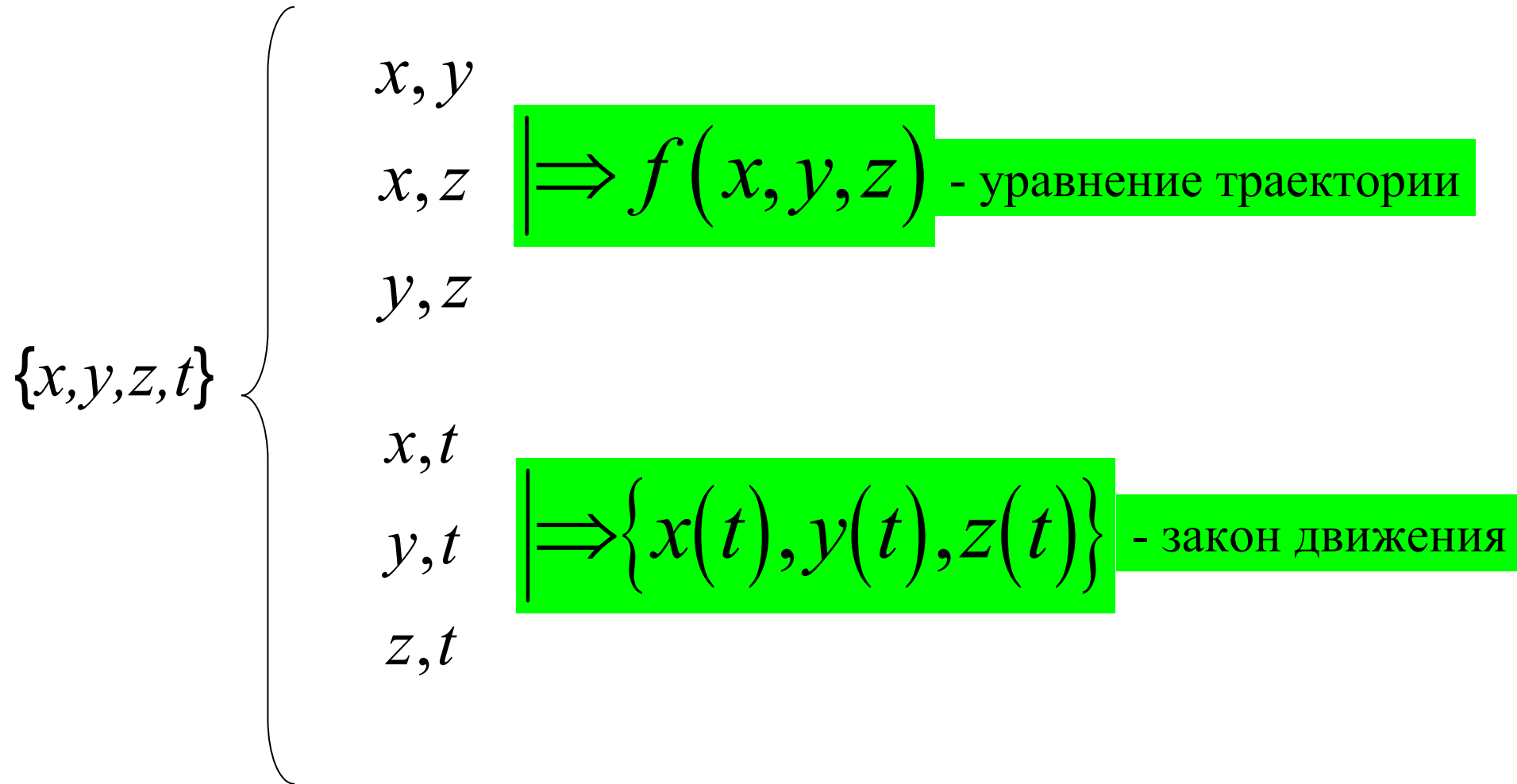
Измерение длины движущегося объекта



Система отсчета-
система координат и
МНОЖЕСТВО
синхронизированных
часов

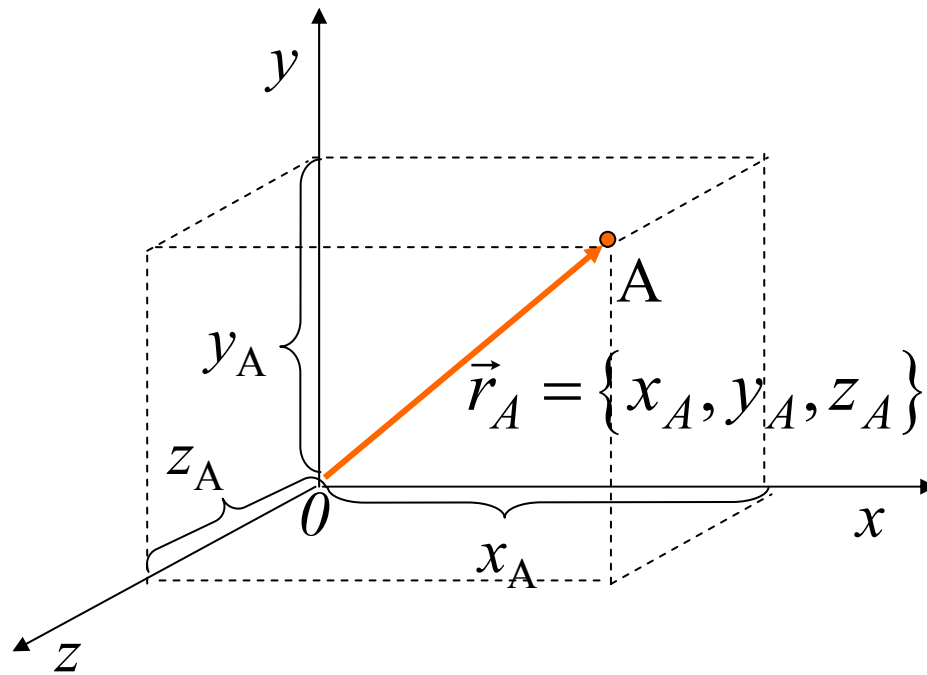


ПРОЕКЦИИ МИРА СОБЫТИЙ



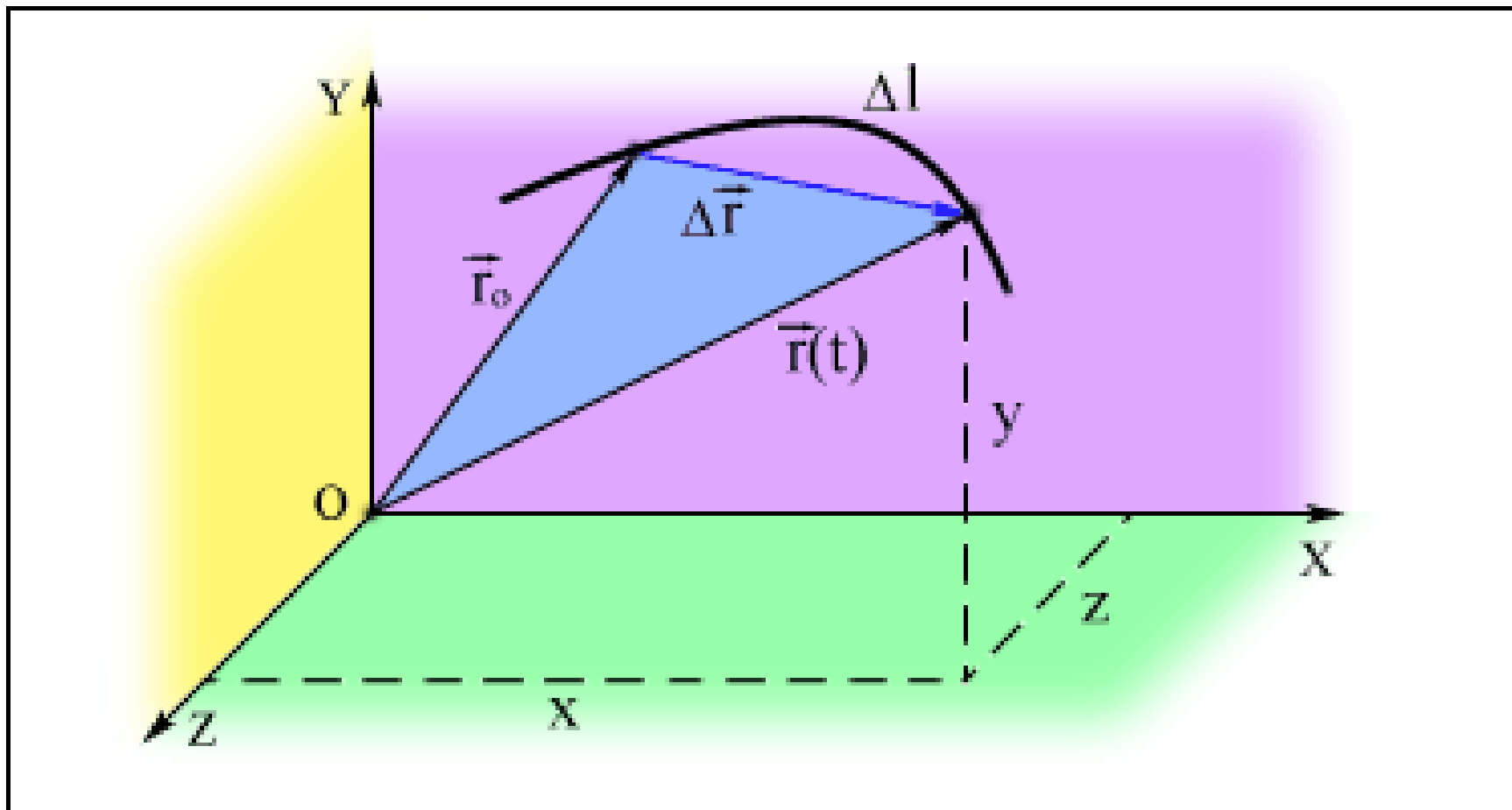
1.4. Радиус-вектор, скорость и ускорение МТ

Радиус–вектор точки



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

Закон движения



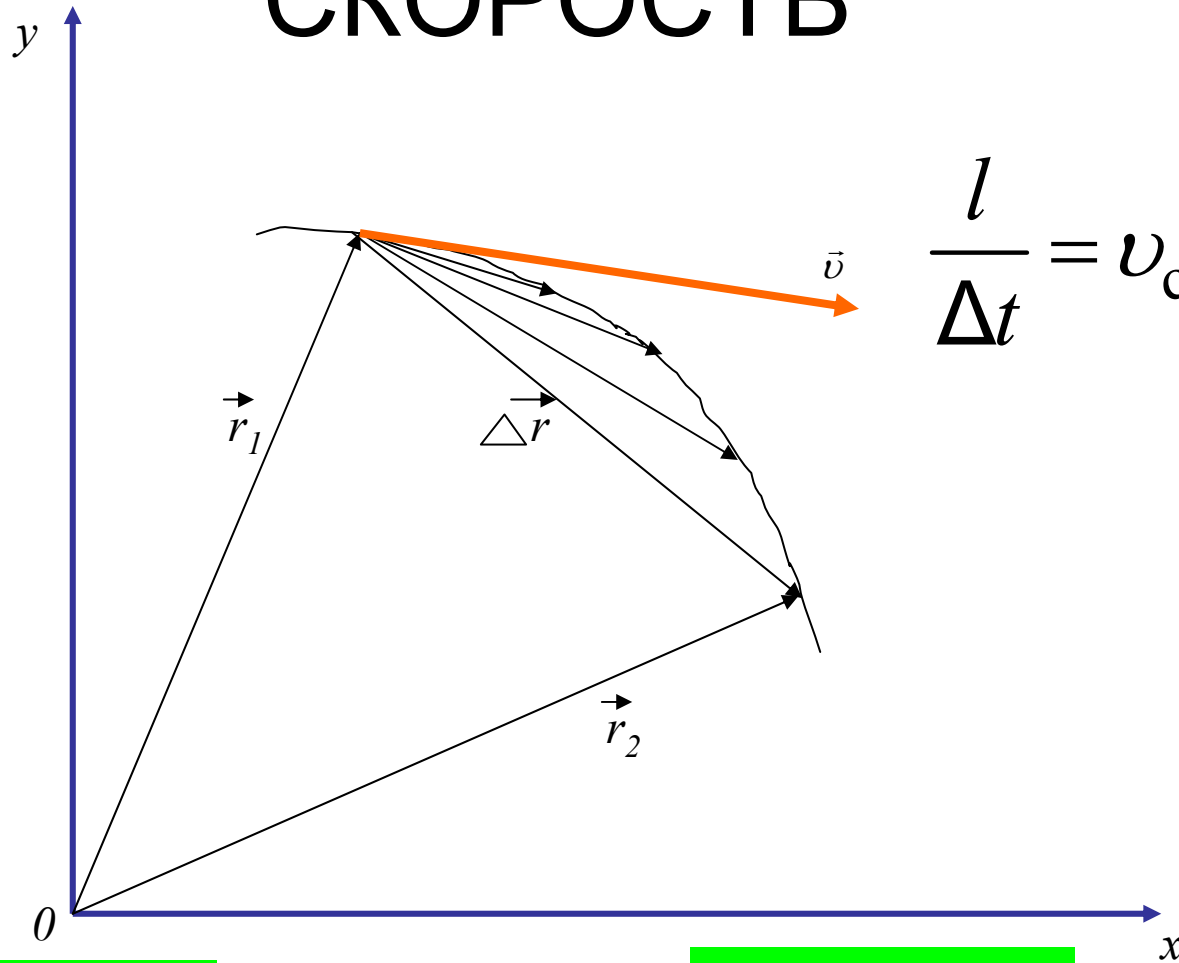
$$\vec{r} = \vec{r}(t) = \{x(t), y(t), z(t)\}$$

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}(t + \Delta t) - \vec{r}(t)$$

Пример:

$$\vec{r} = v_0 t \vec{i} + \left(h - \frac{gt^2}{2} \right) \vec{j}$$

СКОРОСТЬ



$$\frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \vec{v}_{\text{ср}}$$

$$\frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}$$

Решение обратной задачи

кинематики: $r(t)$ -?

$$\vec{r}_1 = \vec{r}_0 + \vec{v}_0 \Delta t$$

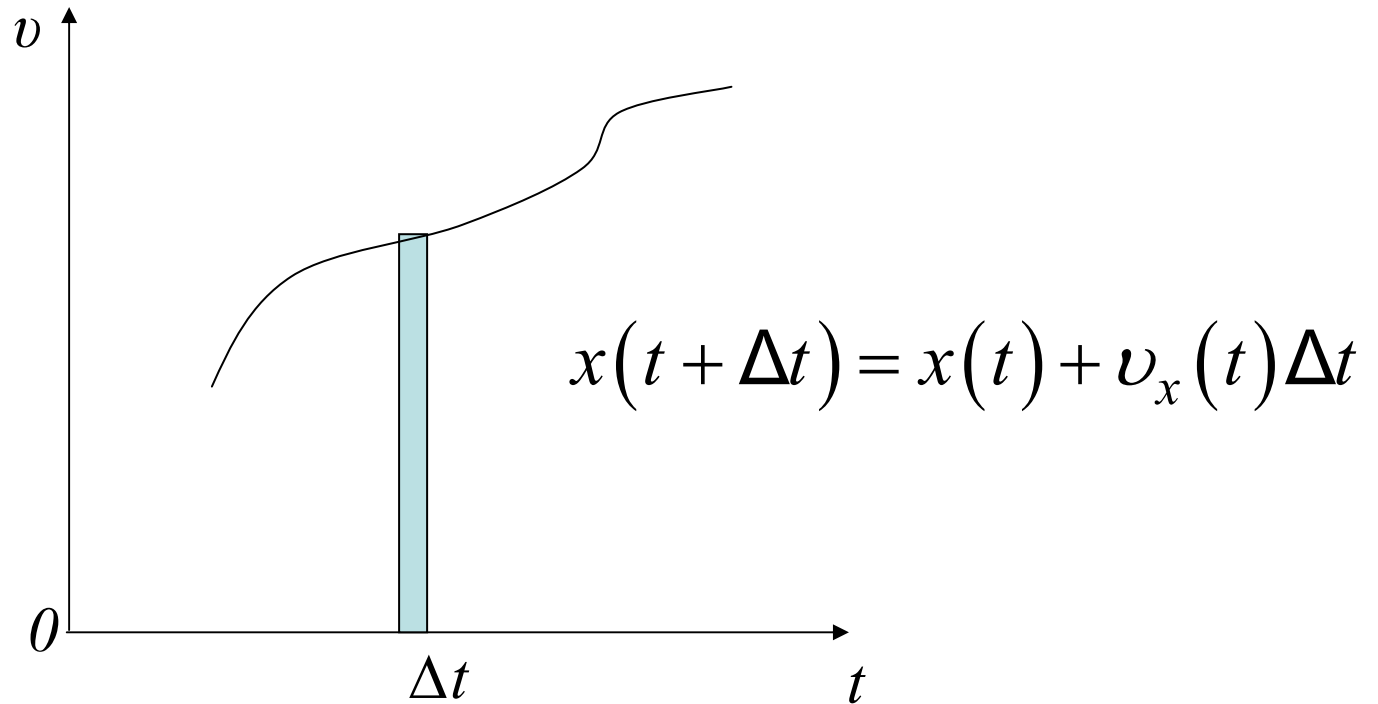
$$\vec{r}_2 = \vec{r}_1 + \vec{v}_1 \Delta t$$

.....

.....

.....

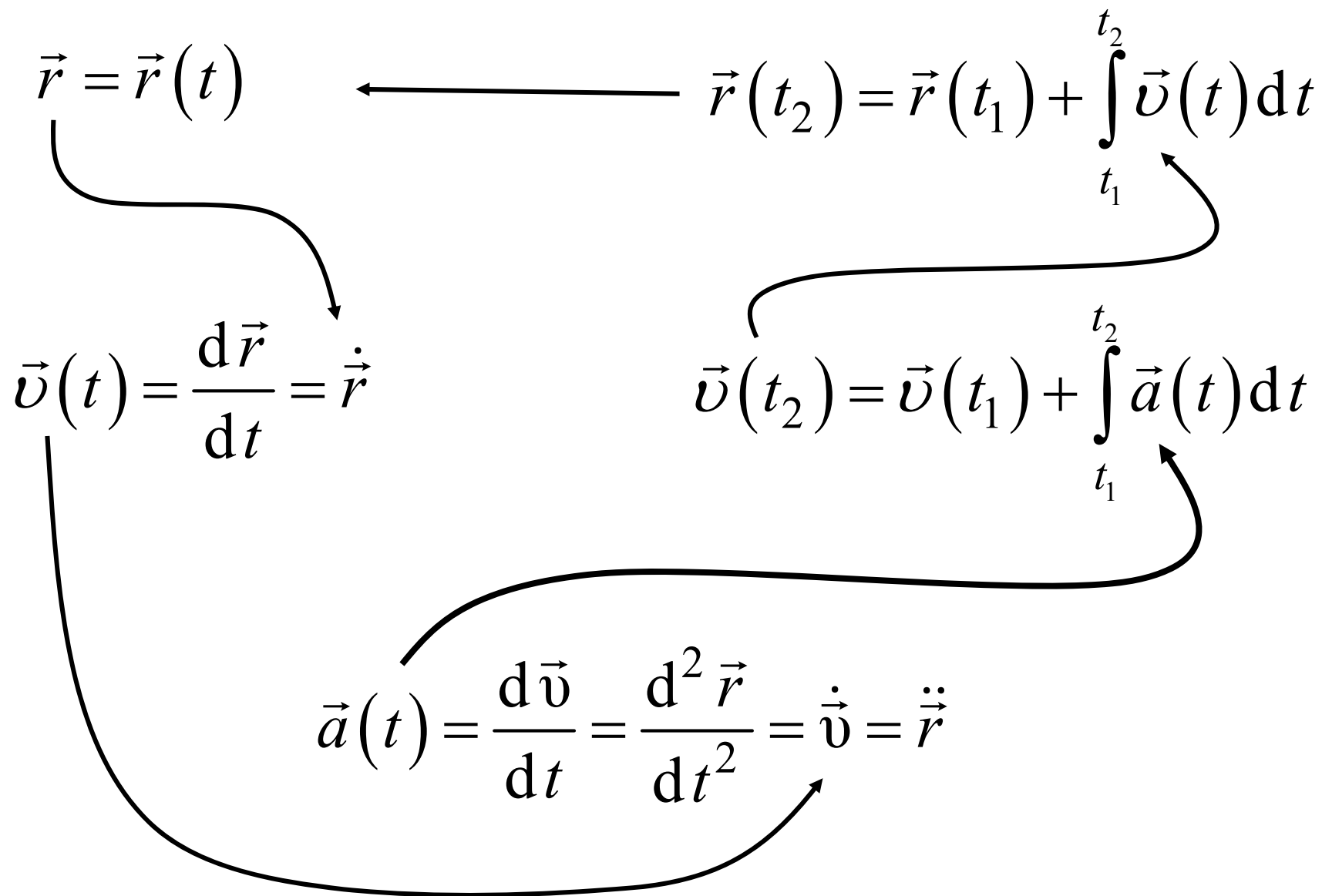
$$\vec{r}_k = \vec{r}_{k-1} + \vec{v}_{k-1} \Delta t$$



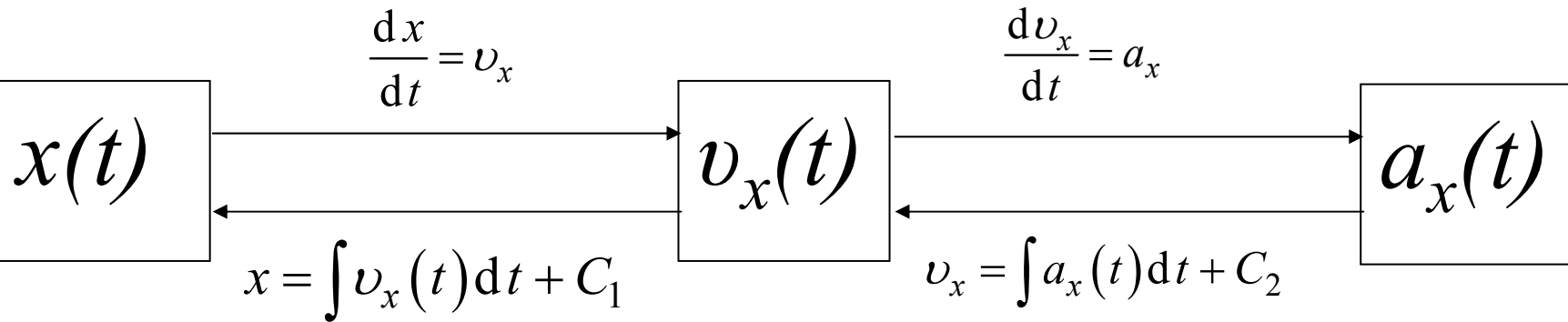
$$x(t_2) = x(t_1) + \sum v_x(t) \Delta t$$

$$\vec{r}(t_2) = \vec{r}(t_1) + \int_{t_1}^{t_2} \vec{v}(t) dt$$

$$\vec{v}(t_2) = \vec{v}(t_1) + \int_{t_1}^{t_2} \vec{a}(t) dt$$



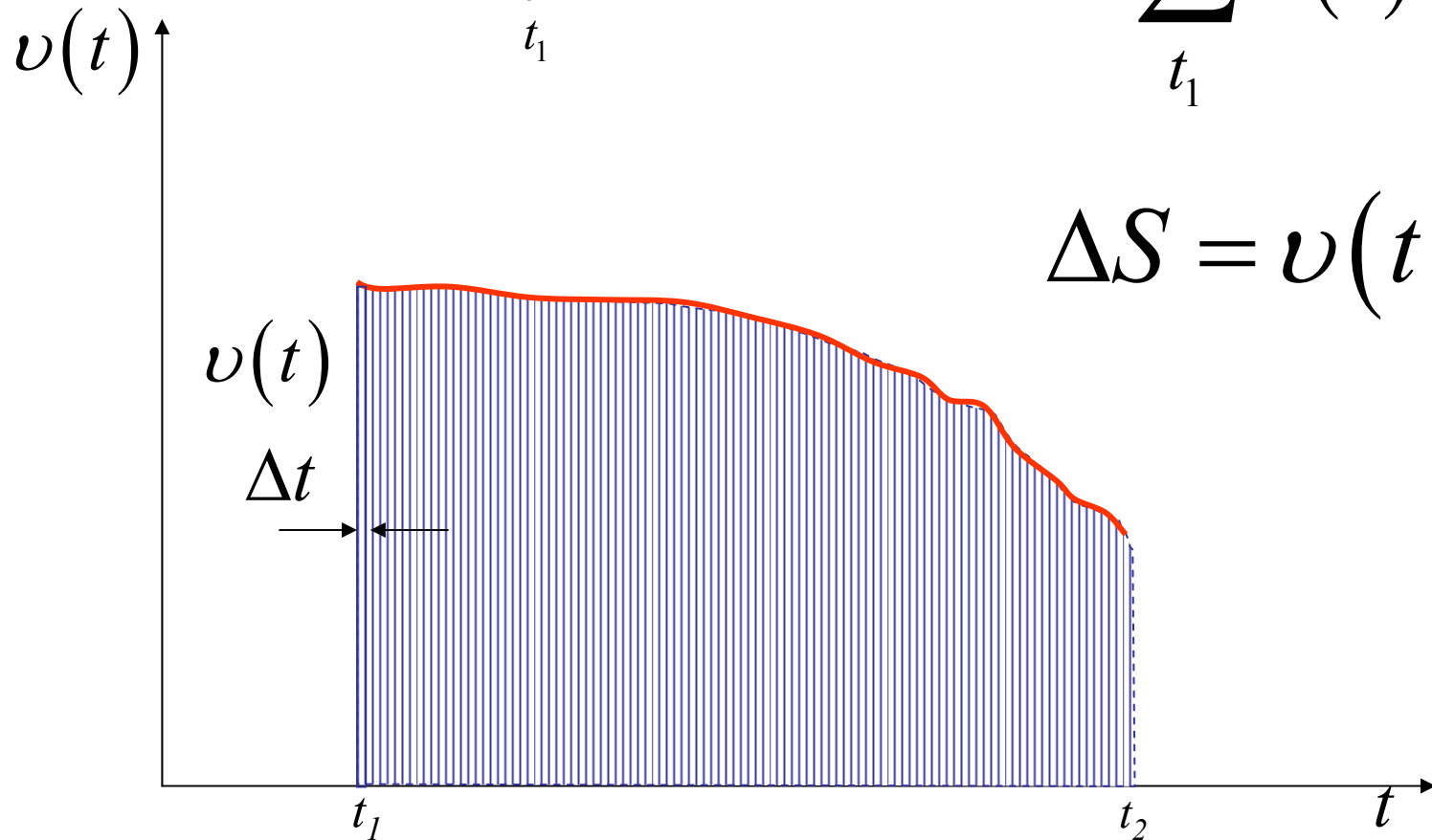
Прямые и обратные задачи кинематики



Графическое определение пути

$$S = \int_{t_1}^{t_2} v dt$$

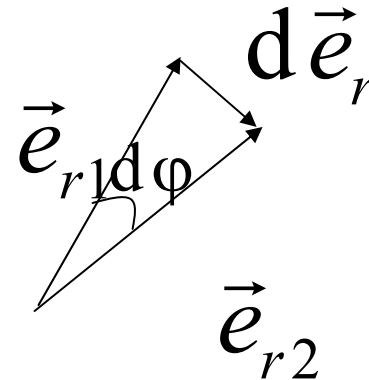
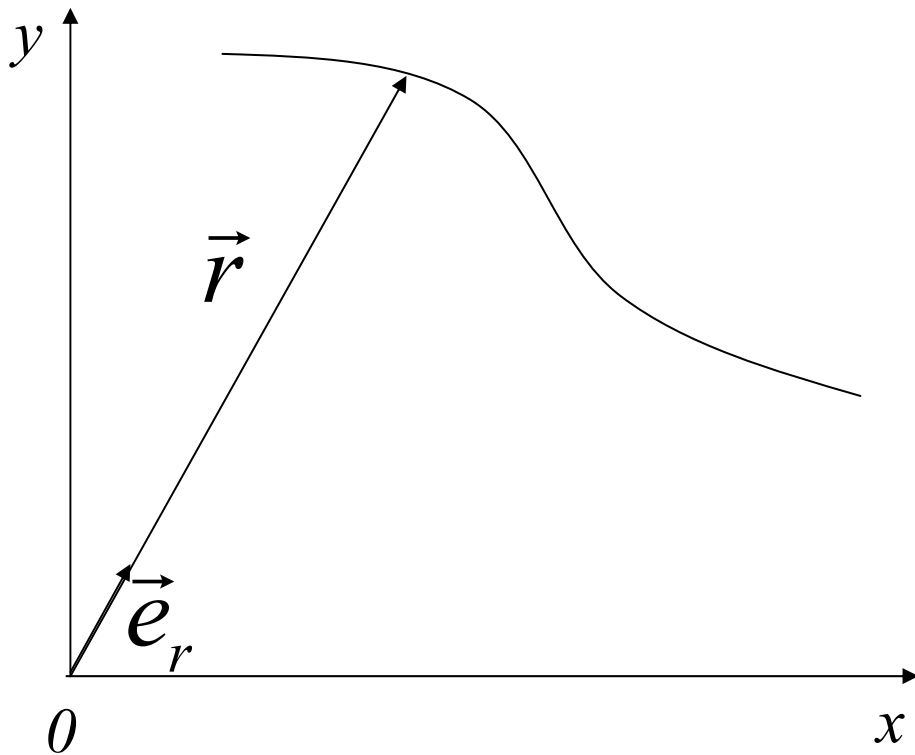
$$S = \sum_{t_1}^{t_2} v(t) \Delta t$$



$$\Delta S = v(t) \Delta t$$

Криволинейное движение

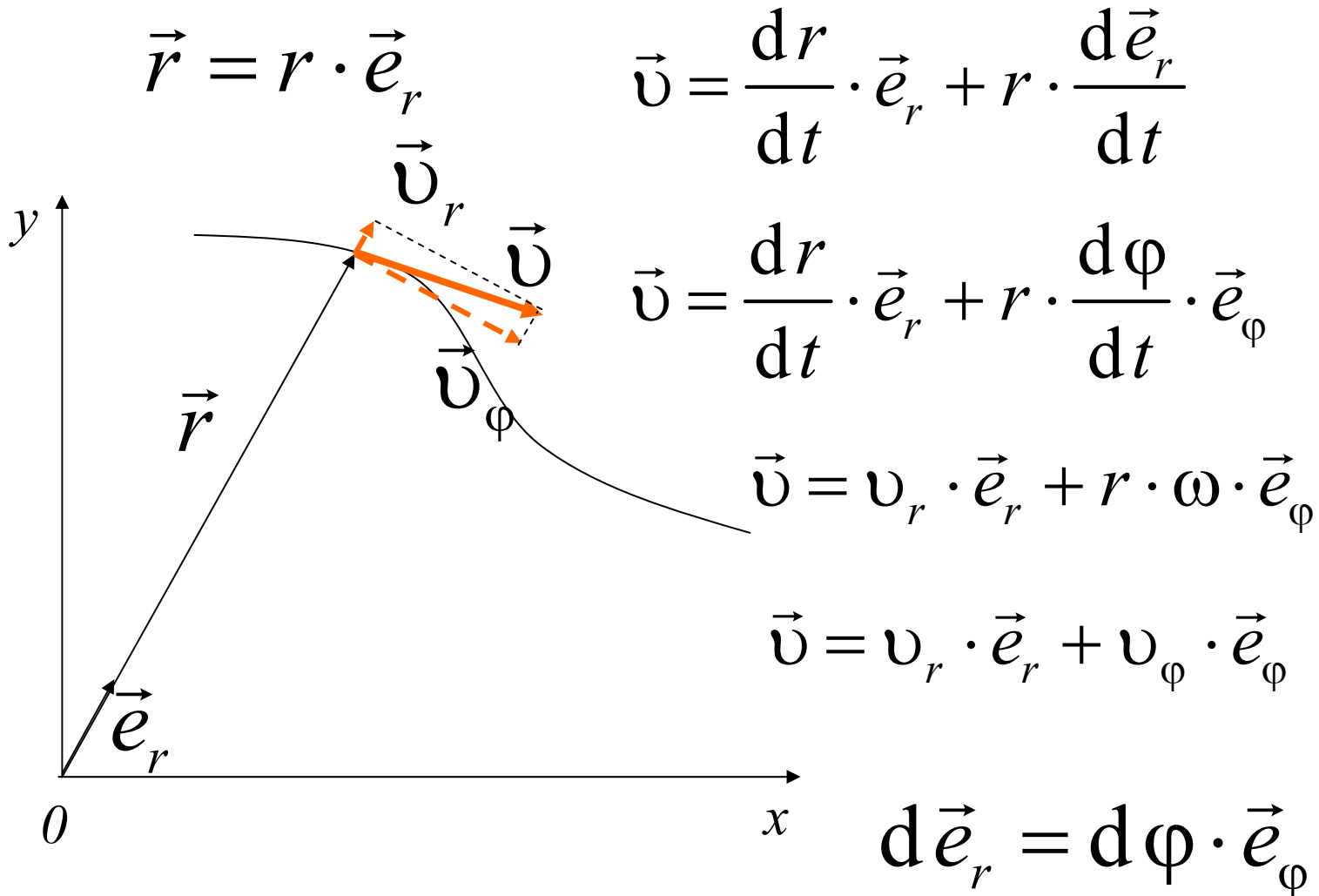
$$\vec{r} = r \cdot \vec{e}_r \quad \vec{v} = \frac{dr}{dt} \cdot \vec{e}_r + r \cdot \frac{d\vec{e}_r}{dt}$$



$$|d\vec{e}_r| = |\vec{e}_r| \cdot d\varphi$$

$$d\vec{e}_r = d\varphi \cdot \vec{e}_\varphi$$

Криволинейное движение



Криволинейное движение

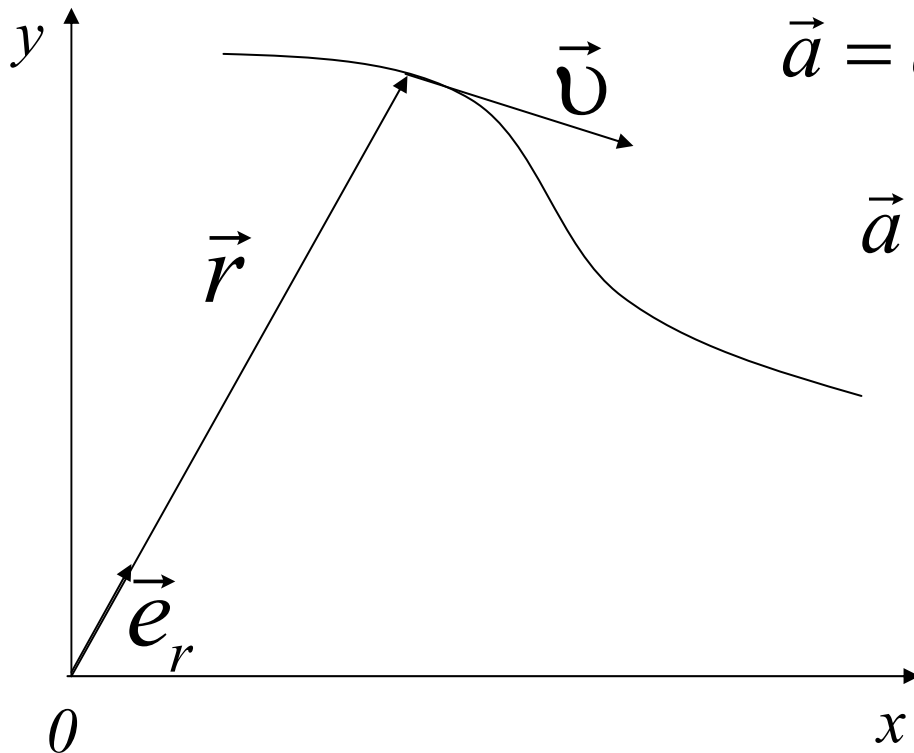
$$\vec{v} = v \cdot \vec{e}_v$$

$$\vec{a} = \frac{dv}{dt} \cdot \vec{e}_v + v \cdot \frac{d\vec{e}_v}{dt}$$

$$\vec{a} = a_\tau \cdot \vec{e}_v + v \cdot \omega \cdot \vec{e}_\varphi$$

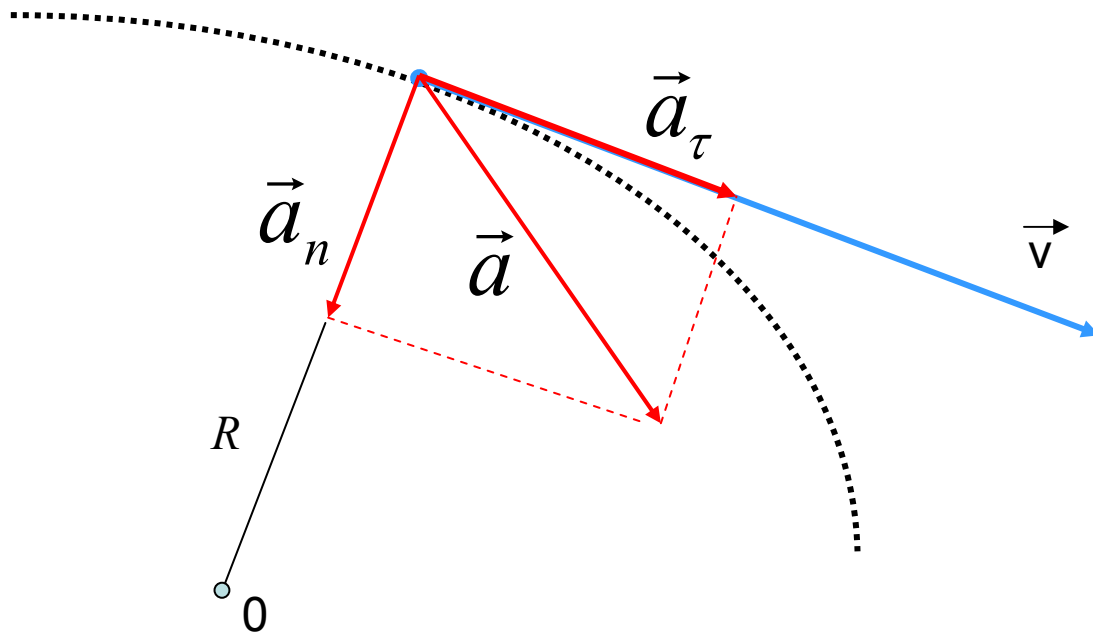
$$\vec{a} = a_\tau \cdot \vec{e}_v + a_n \cdot \vec{e}_\varphi$$

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



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

$$a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$



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

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