

**О ТОМ,**

**ГДЕ И КОГДА**

**современные представления**

**о пространстве**

**и времени**

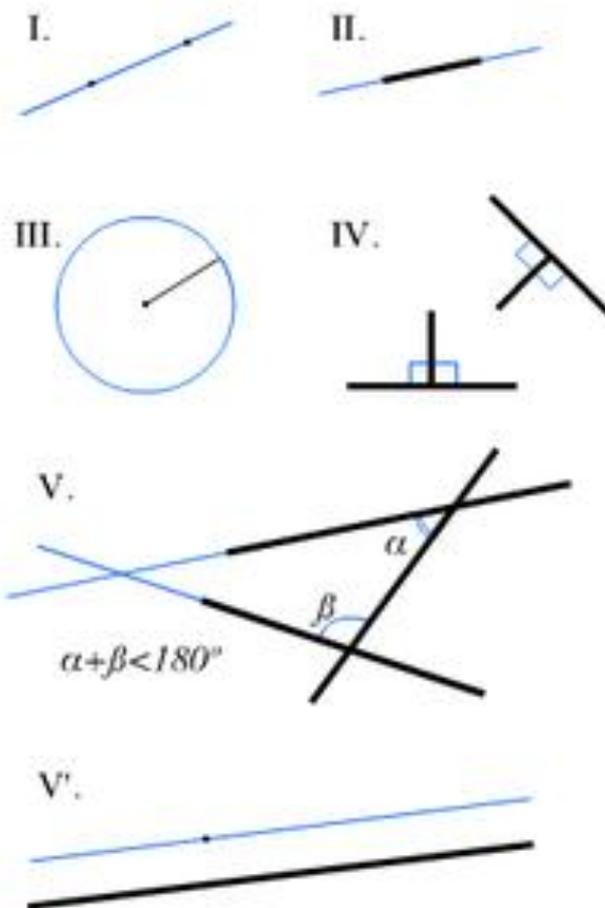
*Парфенов К.В., физический  
факультет МГУ им. М.В.Ломоносова*

**Я все больше убеждаюсь,  
что необходимость нашей  
геометрии не может быть  
доказана - по крайней мере,  
человеческим рассудком...**

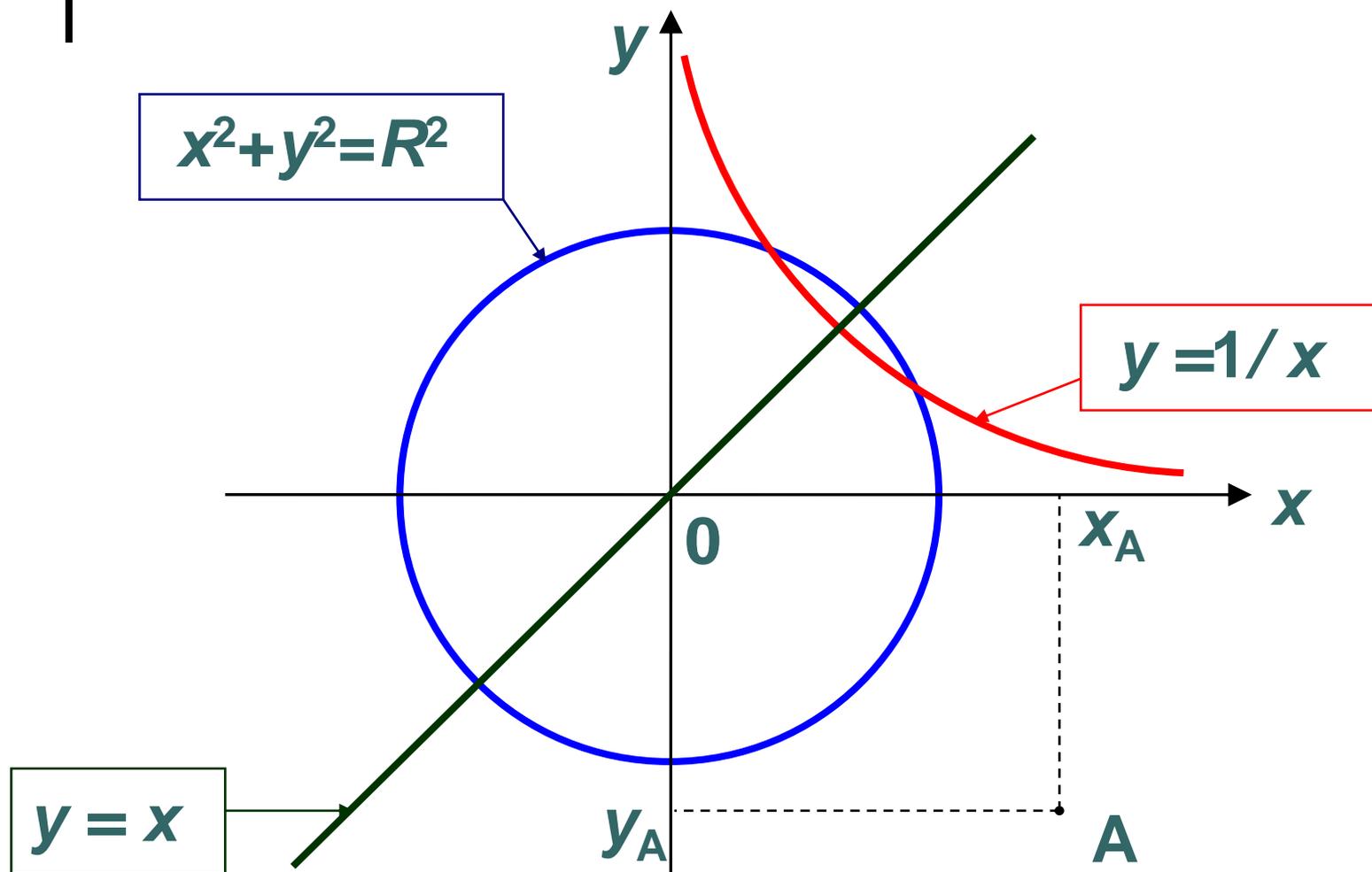
**Геометрию нужно относить  
не к арифметике, а к механике.**

**Карл Фридрих Гаусс**

# Аксиомы Евклида

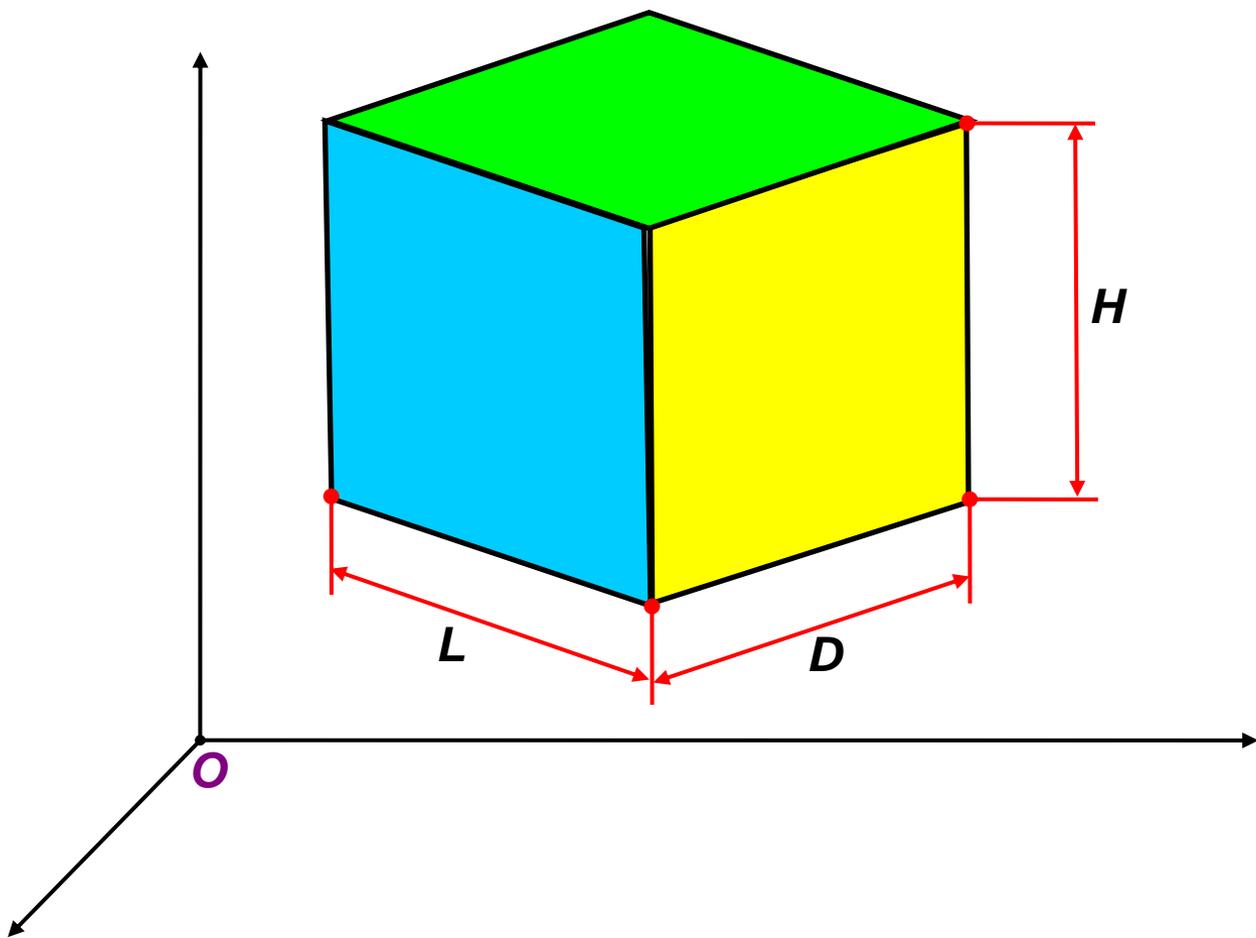


# Декартовы координаты

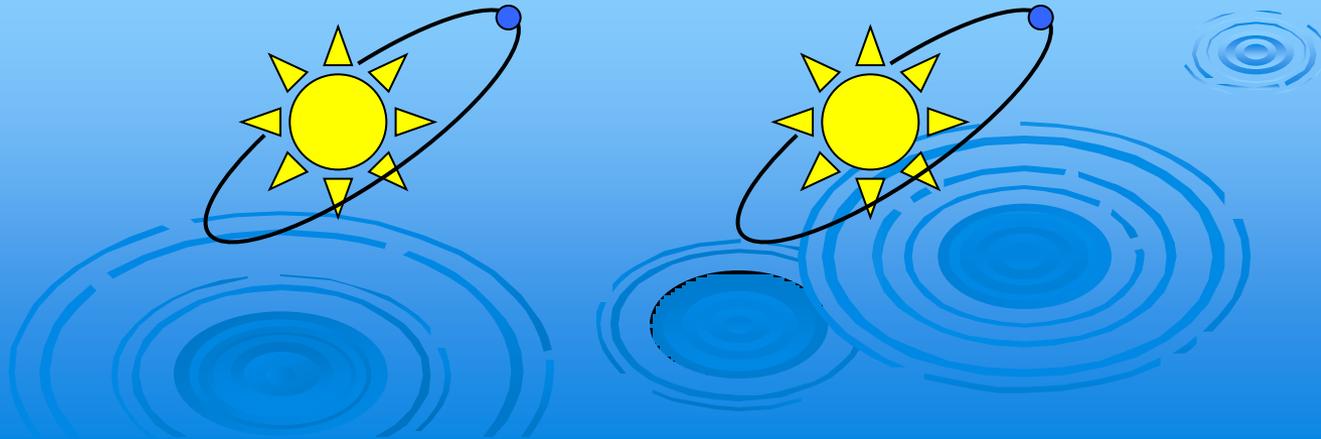
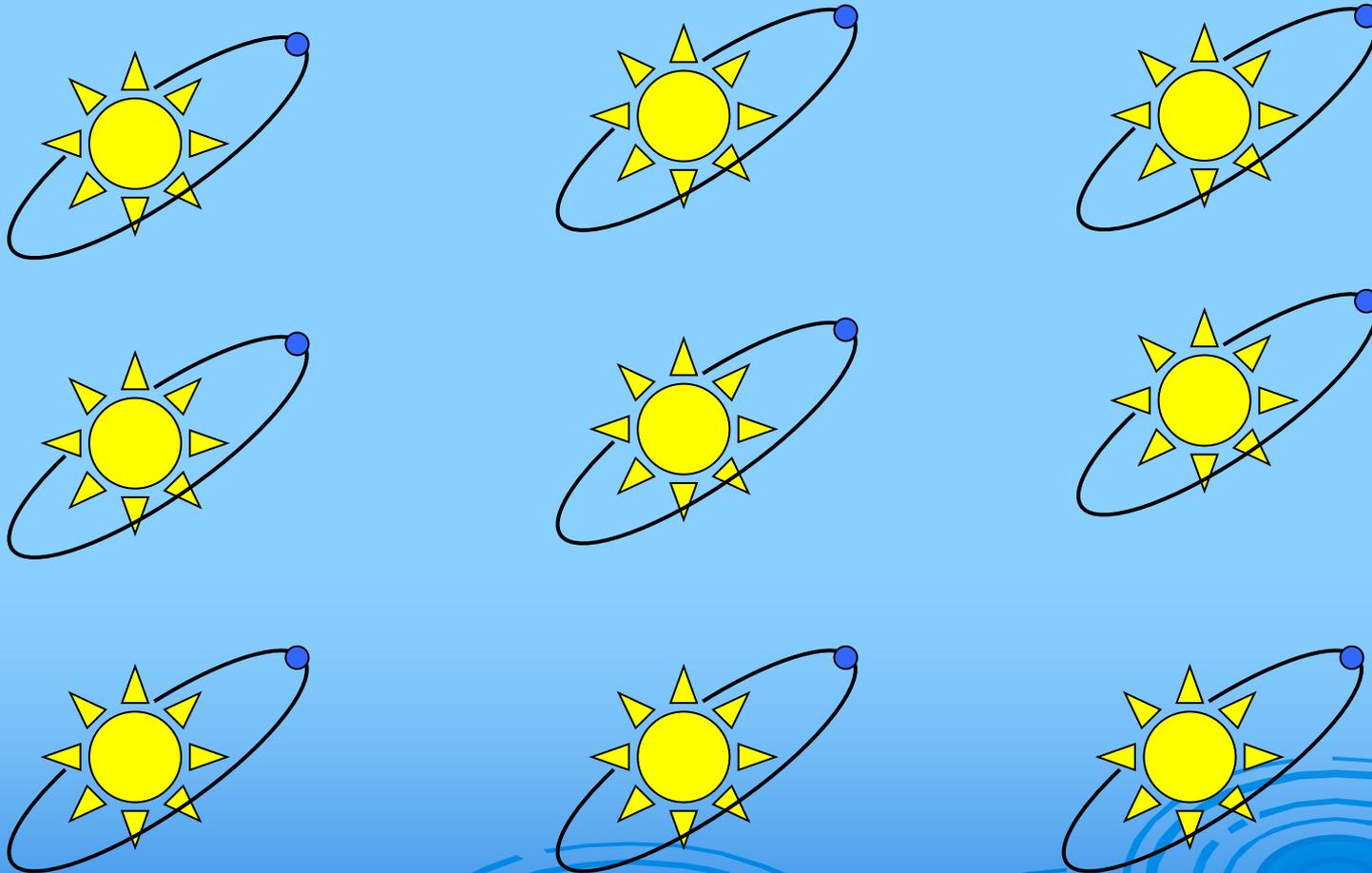


# ЕВКЛИДОВО ПРОСТРАНСТВО:

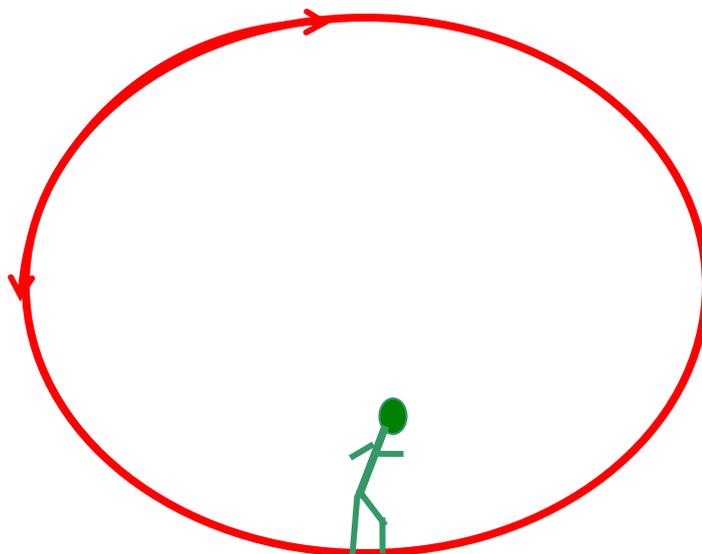
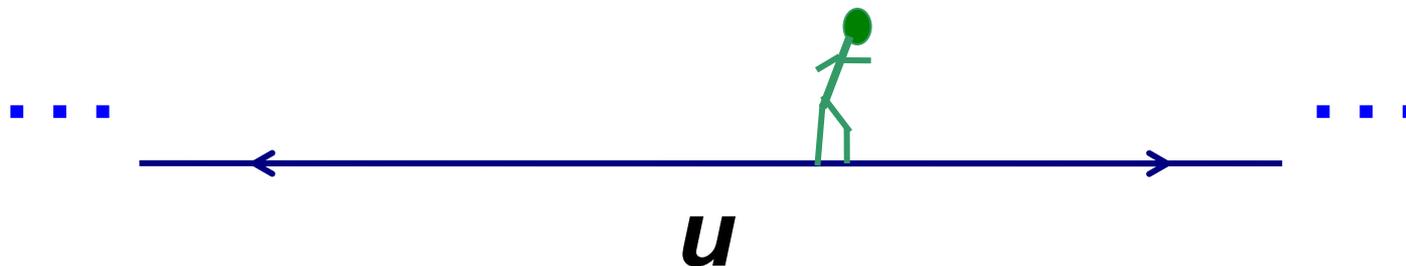
## трехмерность



# Однородность и изотропность

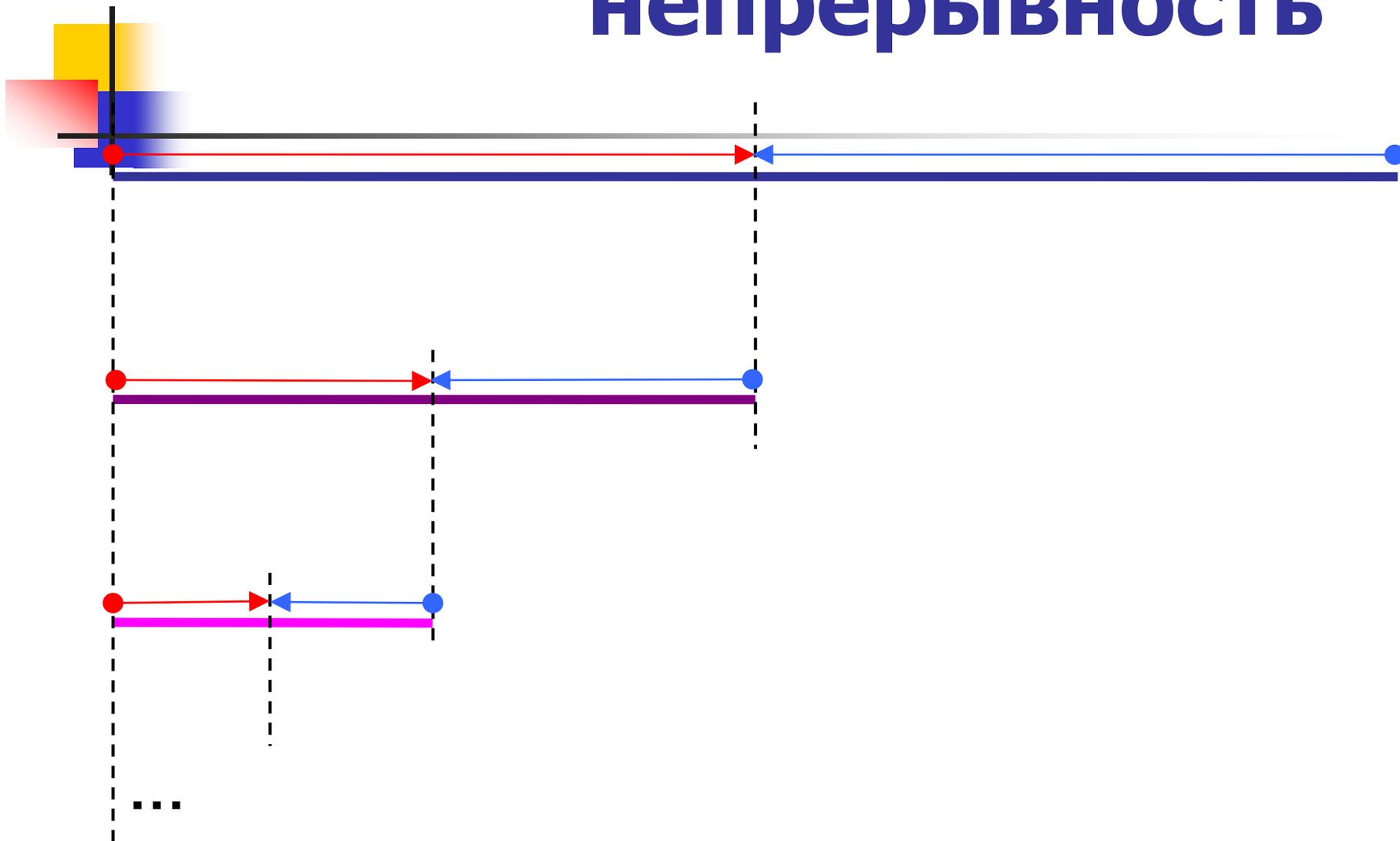


**бесконечность**

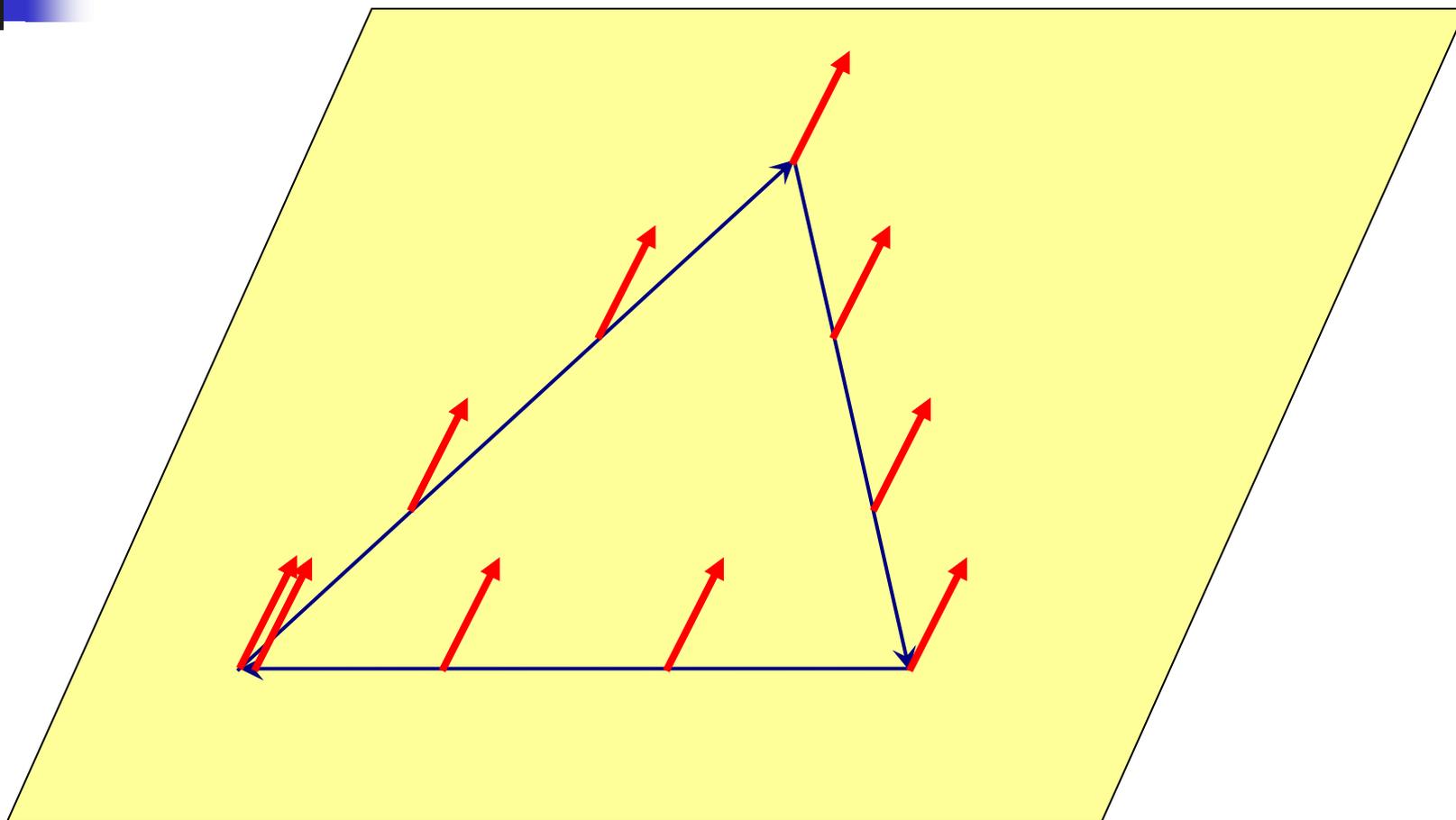


**безграничность**

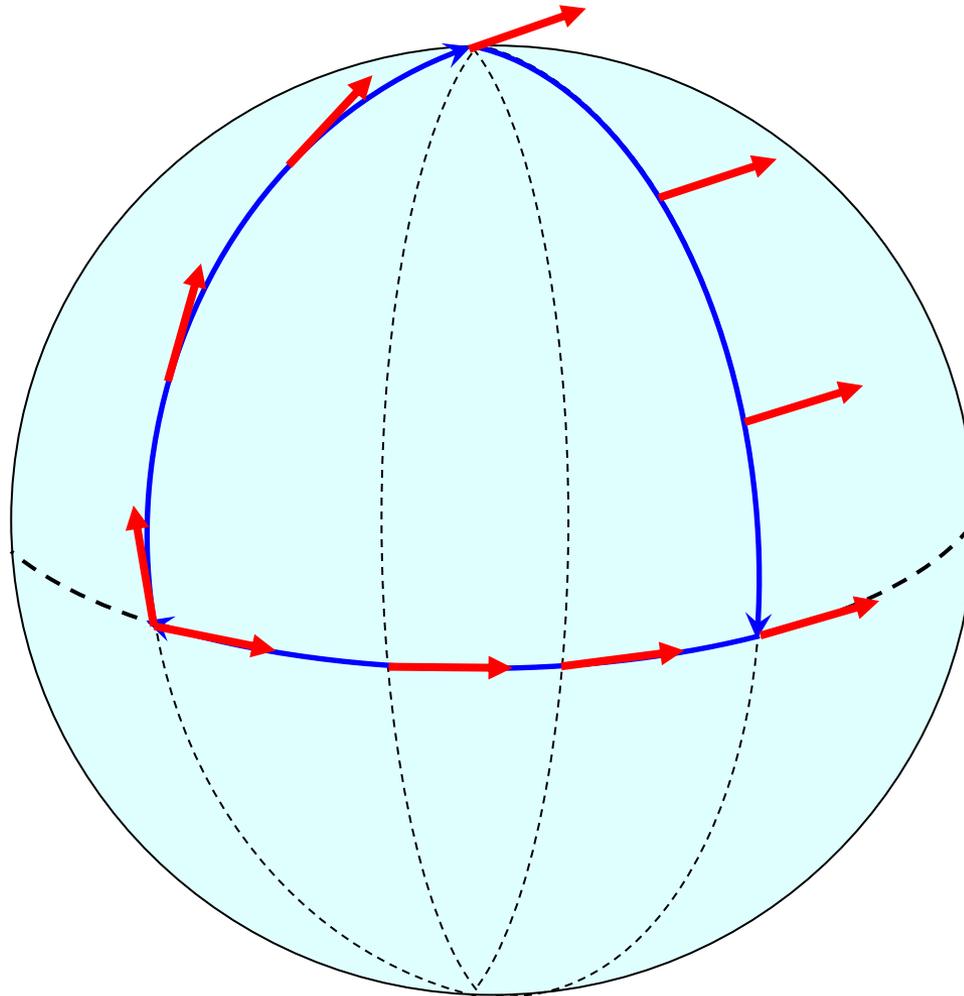
# непрерывность



# плоская поверхность



# Искривленная (выпуклая) поверхность

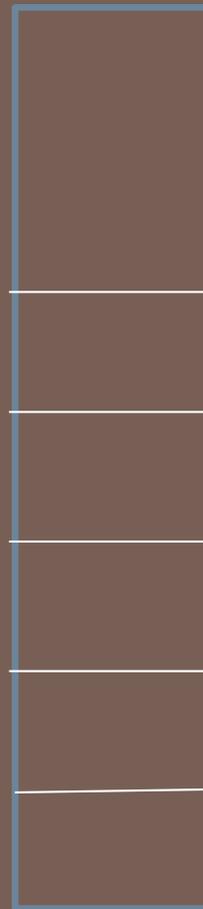
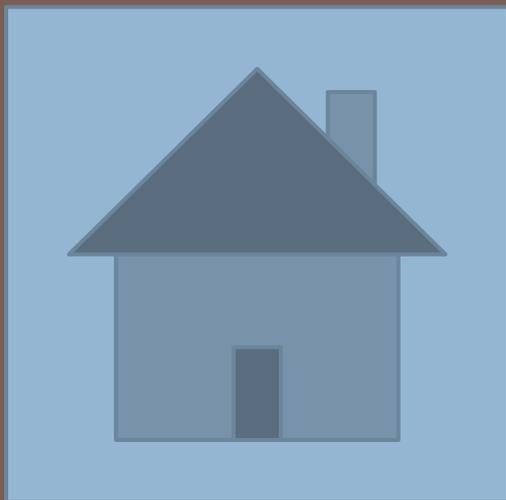




# ***ВРЕМЯ :***

- одномерно
- однородно
- **анизотропно**
- непрерывно
- бесконечно
- безгранично

# *ИЗМЕНЕНИЕ МАСШТАБОВ:*

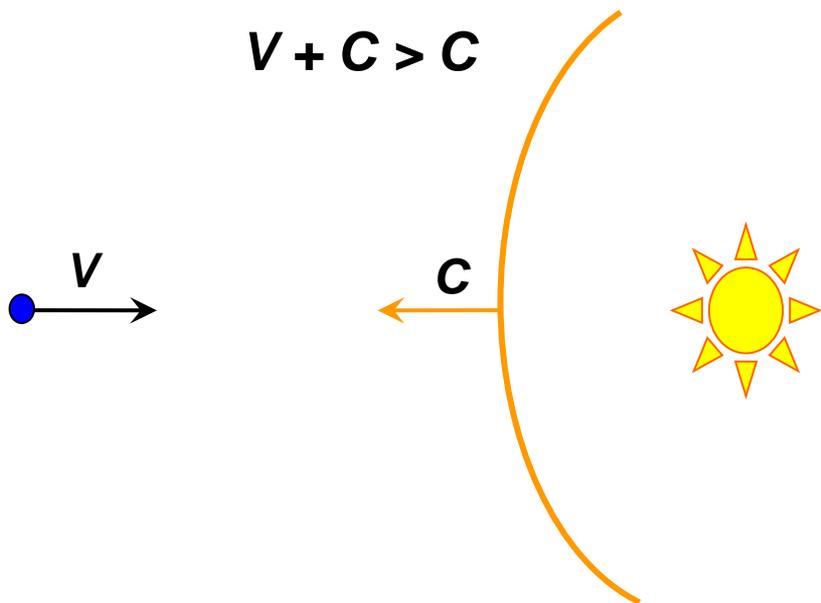


**Движение навстречу световой волне:**

**в геометрии Евклида**

**Скорость сближения:**

$$V + C > C$$

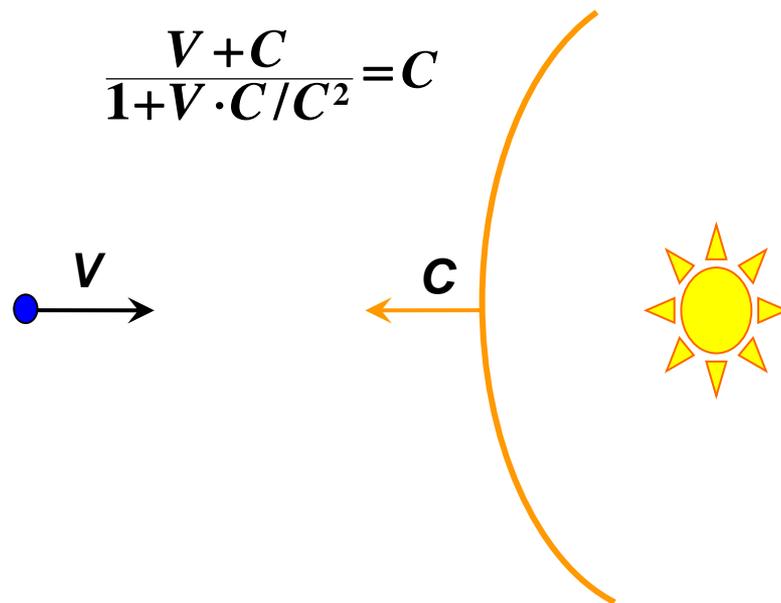


**Движение навстречу световой волне:**

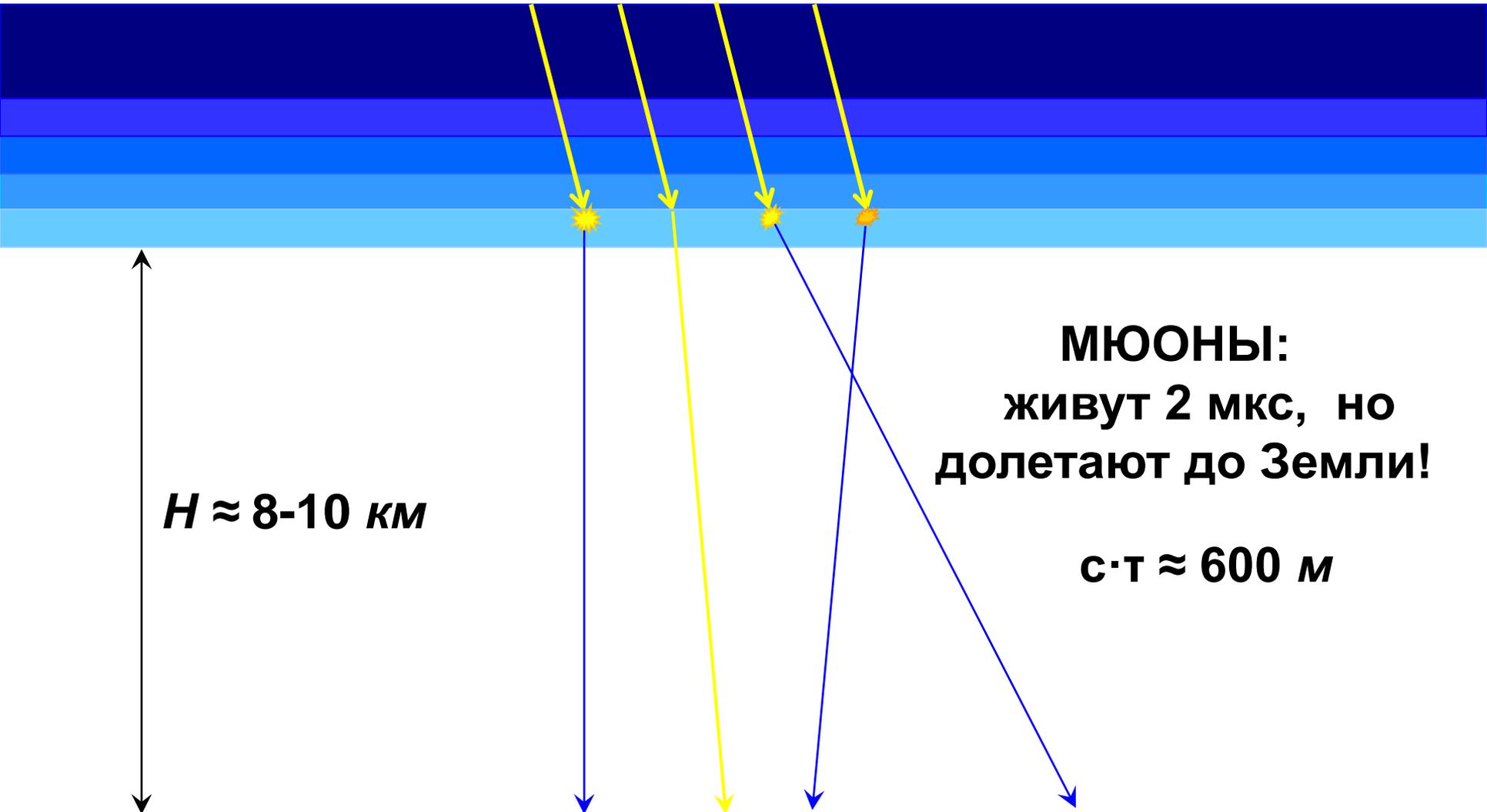
**наблюдаемая картина**

**Скорость сближения:**

$$\frac{V + C}{1 + V \cdot C / C^2} = C$$



# замедление времени



time (ct)



worldline of a moving observer

future

Отныне время само по себе и пространство само по себе время становятся пустой фикцией, и только единение их сохраняет шанс на реальность!

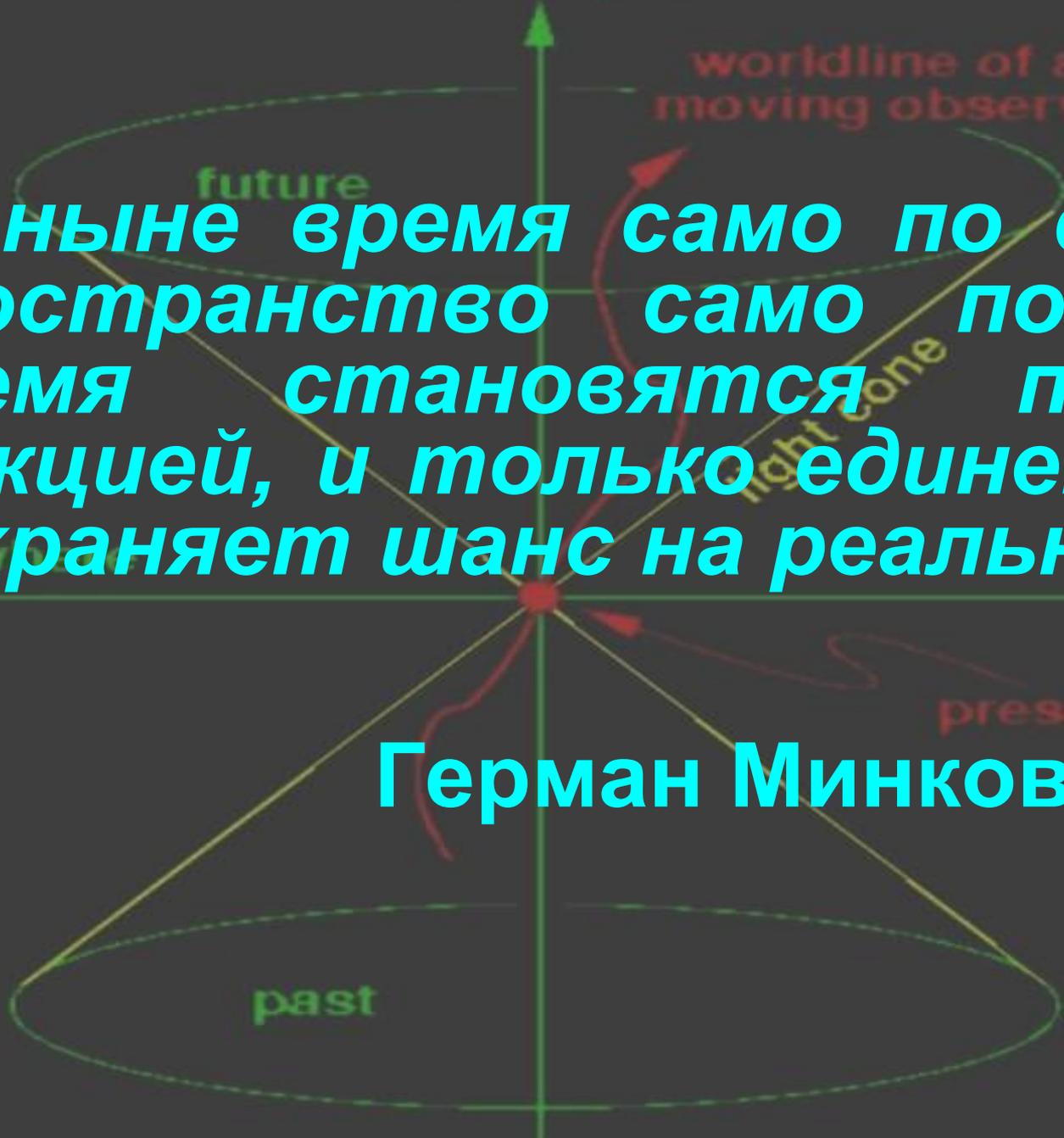
light cone

space (x)

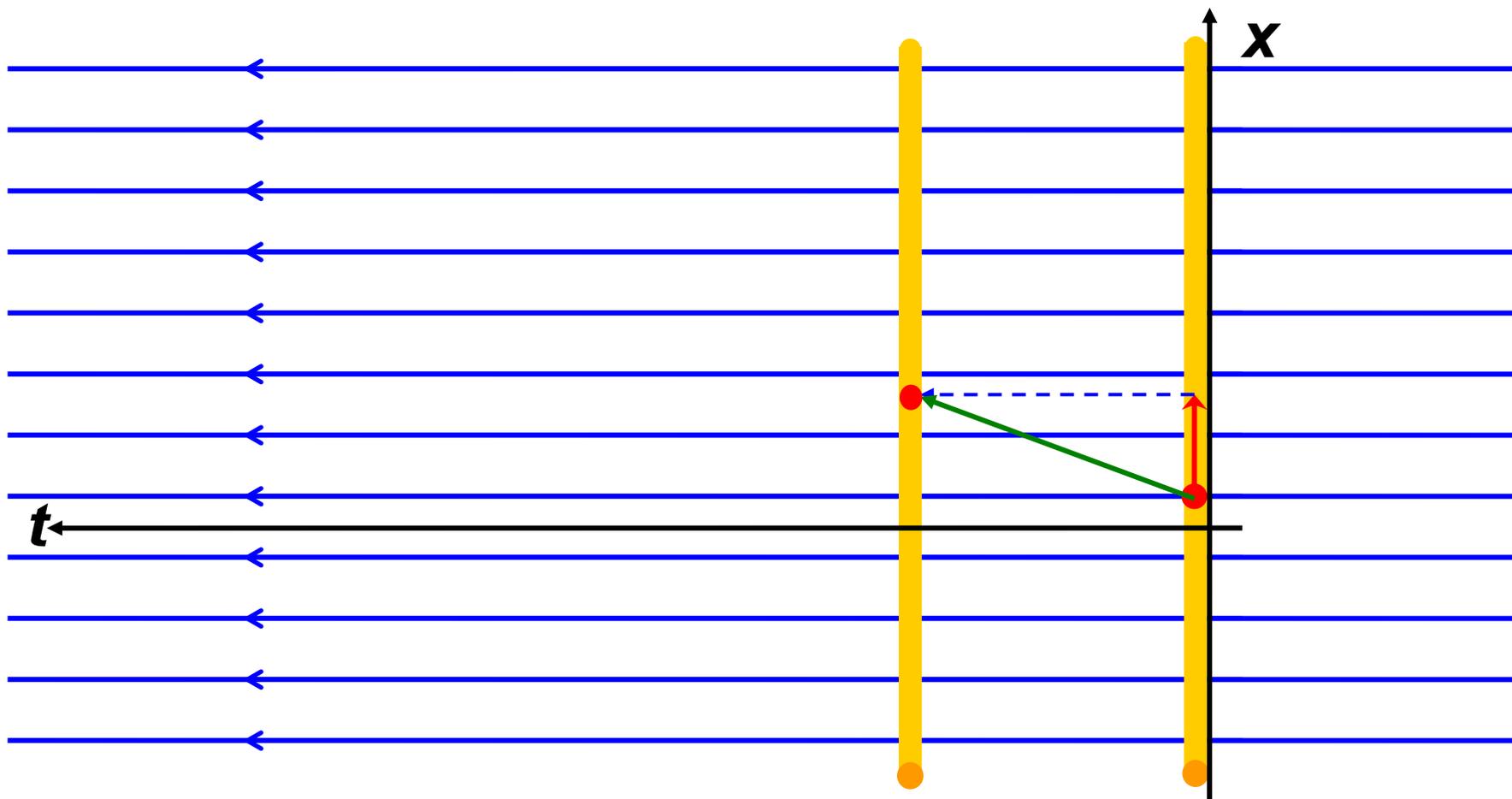
present

Герман Минковский

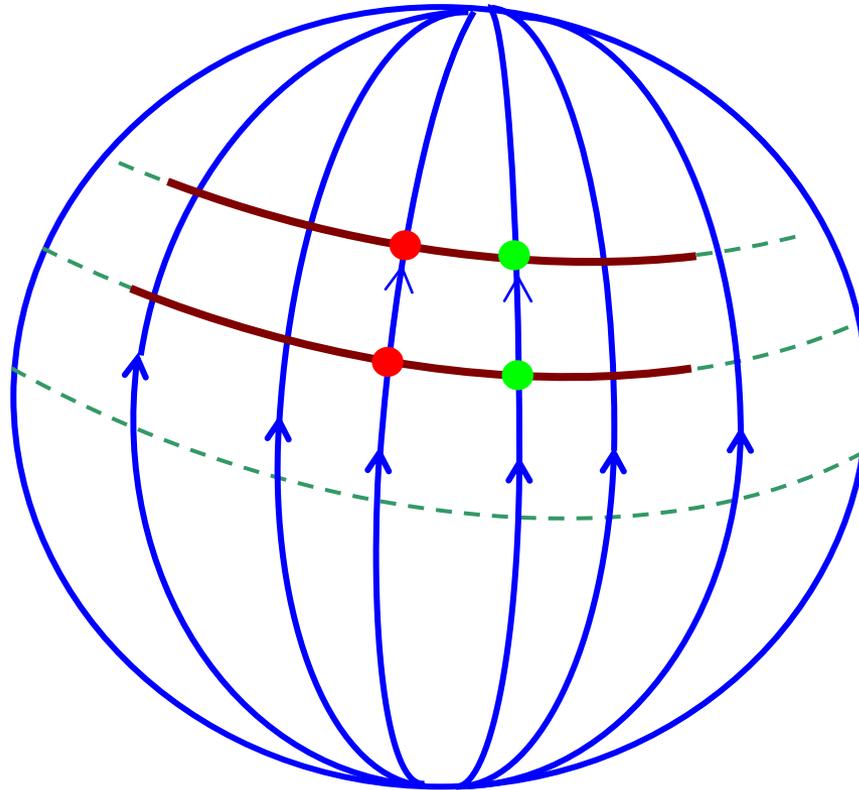
past



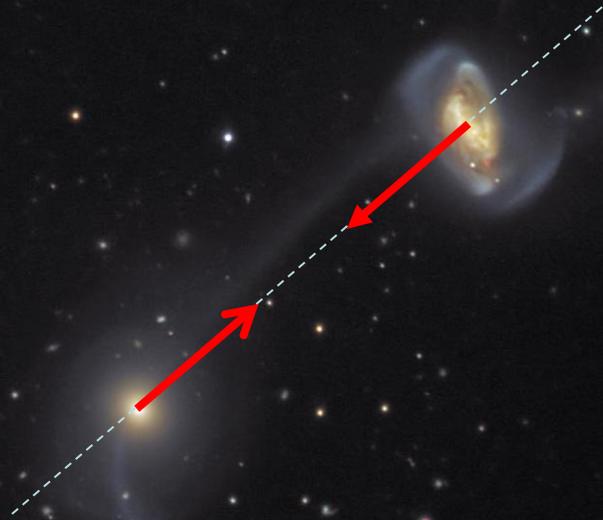
# геометрия Минковского (двумерный образ)

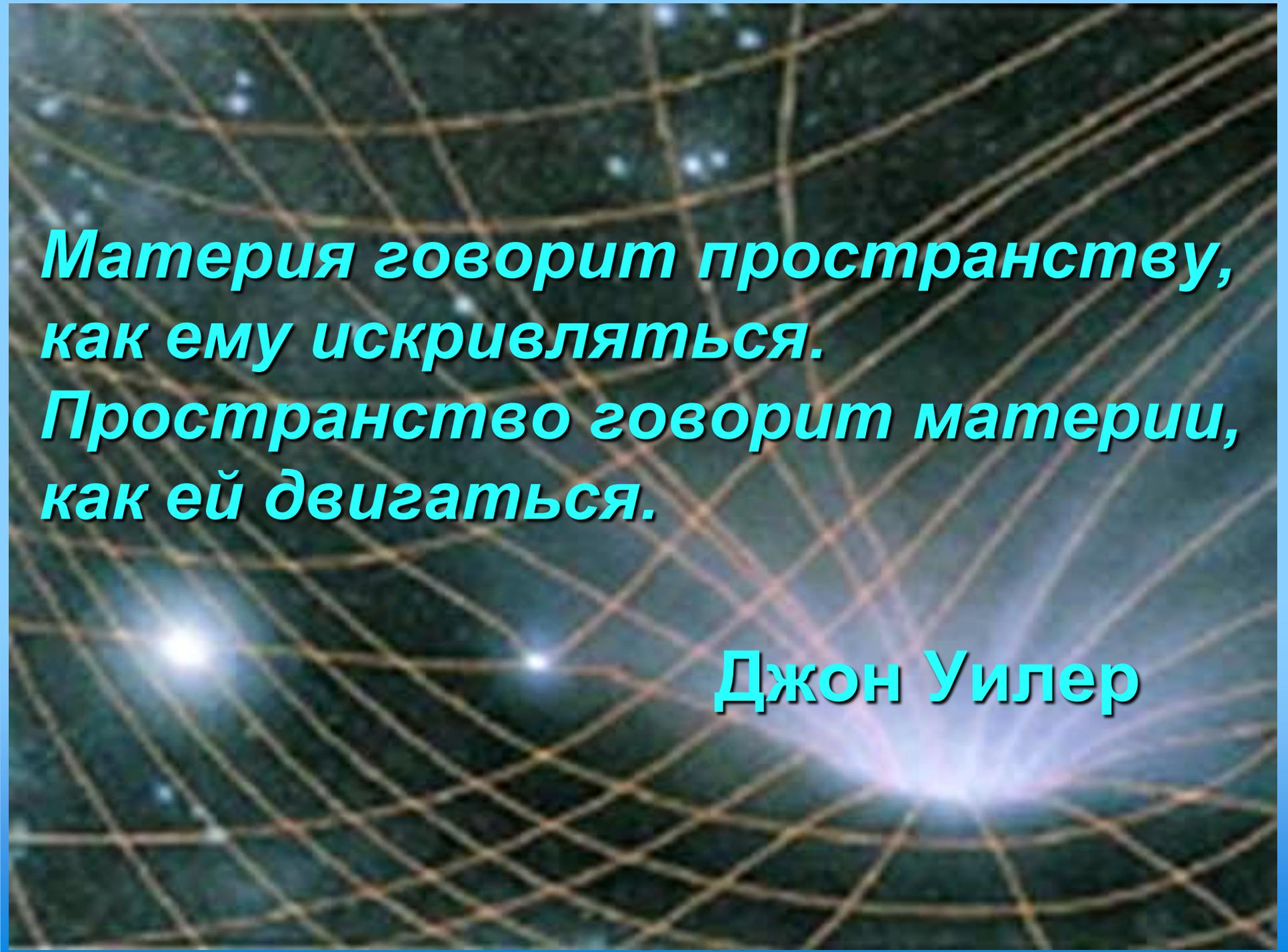


# ***геометрия Римана*** ***(двумерный образ)***



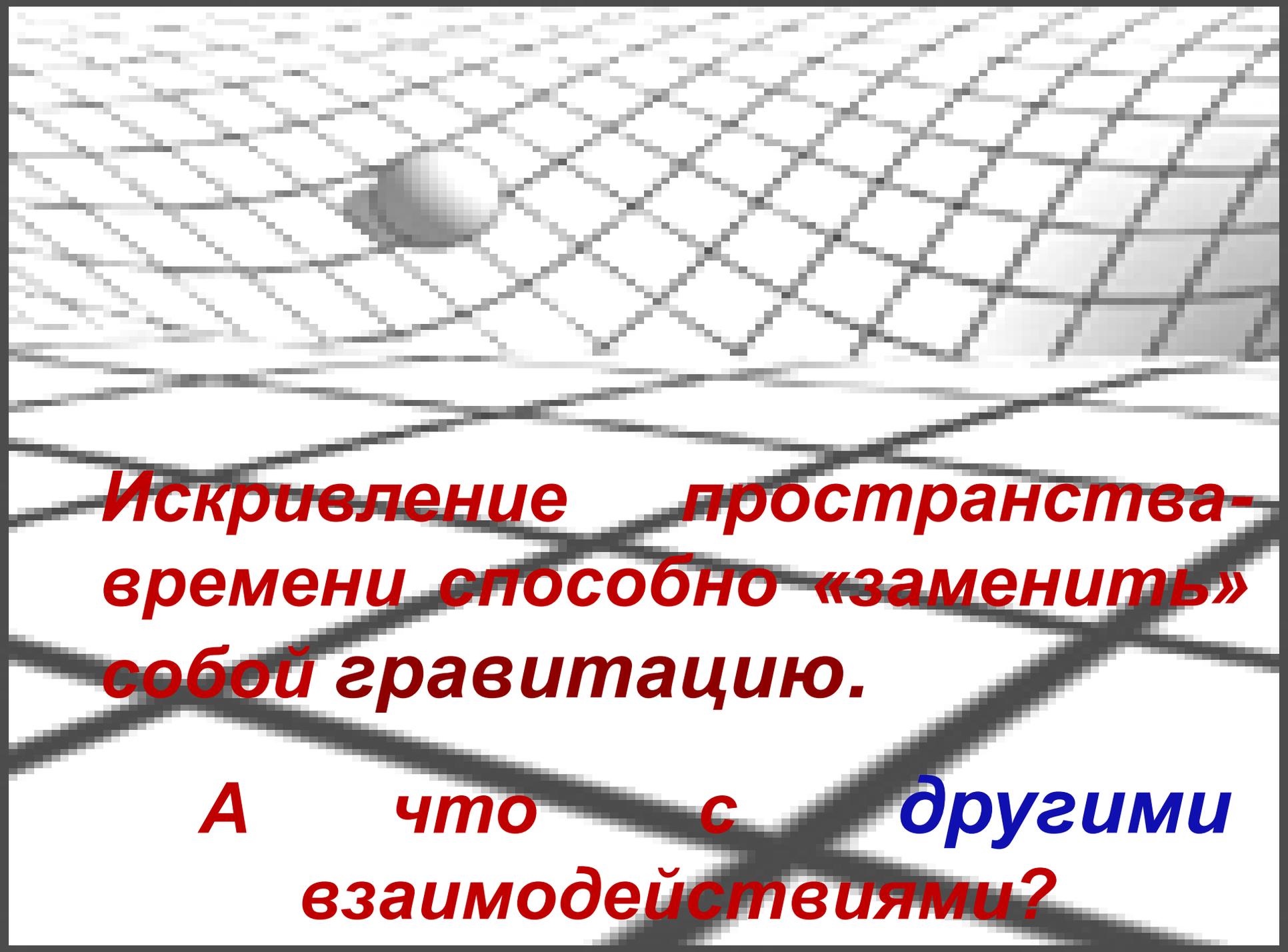
# Гравитация: самое универсальное взаимодействие





***Материя говорит пространству,  
как ему искривляться.  
Пространство говорит материи,  
как ей двигаться.***

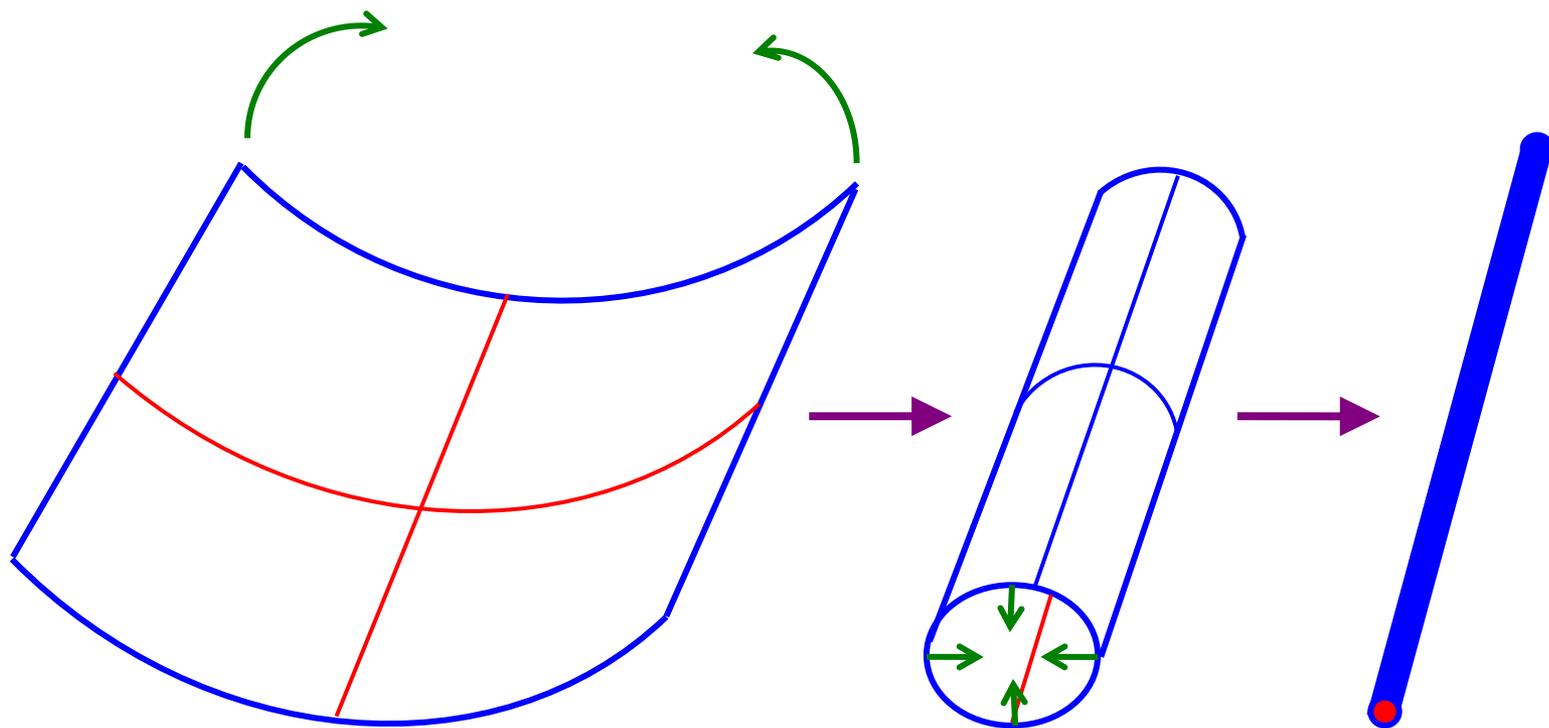
**Джон Уилер**



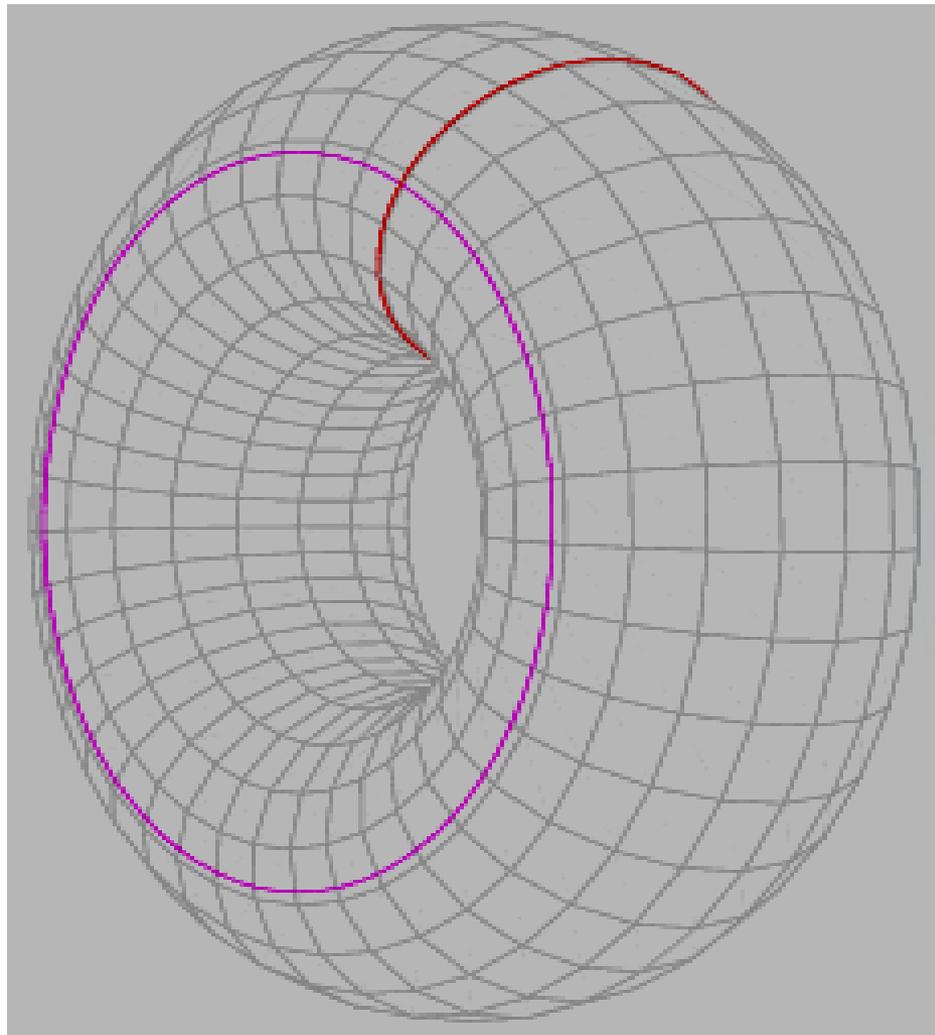
**Искривление пространства-времени способно «заменить» собой гравитацию.**

**А что с другими взаимодействиями?**

# геометрия Калуцы-Клейна (с одним «компактным» измерением)



# компактификация двух измерений



«обычные» (четные)  
координаты:

$$a \cdot b = b \cdot a$$

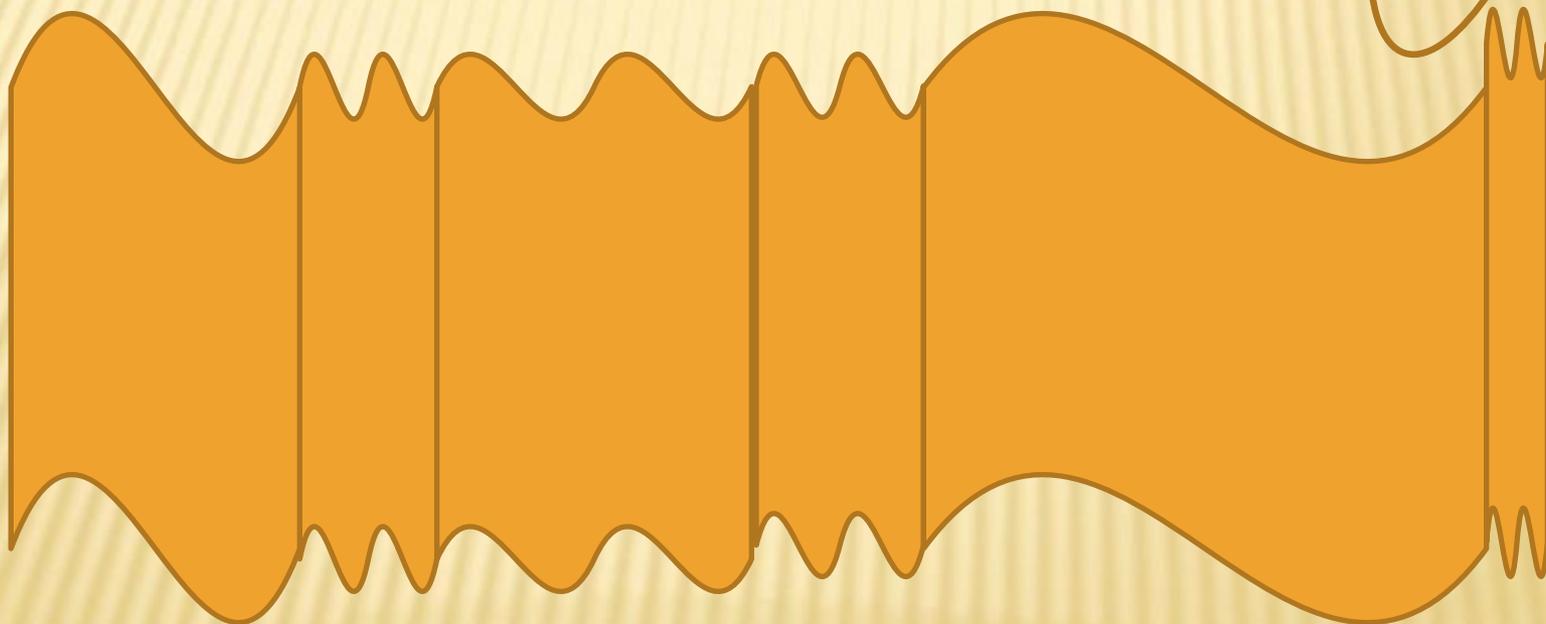
нечетные координаты:

$$a \cdot b = - b \cdot a$$

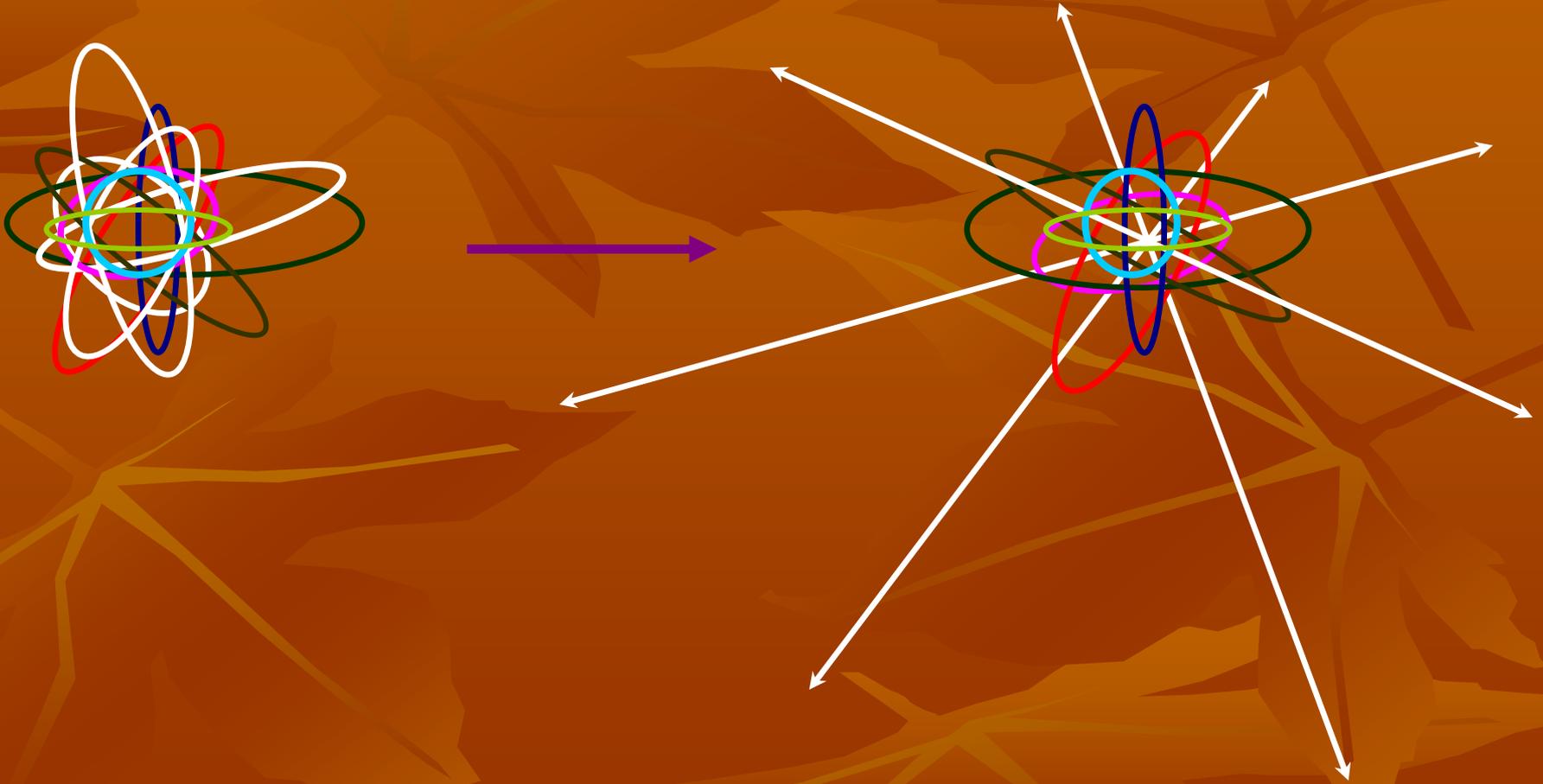
# КВАНТОВЫЕ ФЛУКТУАЦИИ:

×  $l_{\text{Planck}} = 10^{-33} \text{ см}$



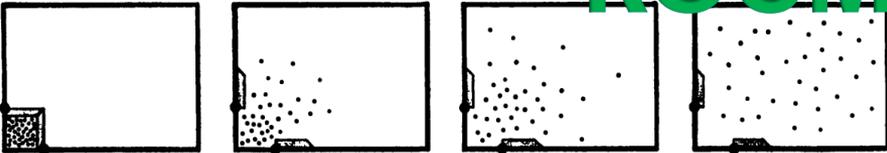


# Разворачивание свернутых измерений: $d=11 \rightarrow 4+7$



# КОНФОРМНАЯ ЦИКЛИЧЕСКАЯ КОСМОЛОГИЯ

Газ в ящике

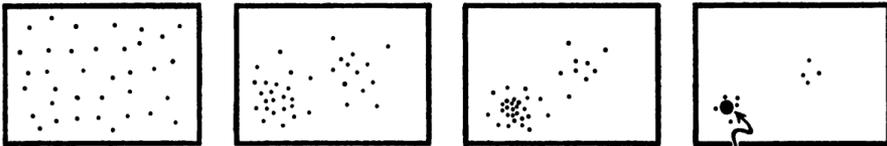


а

Время →

Энтропия →

Наличие гравитации



б

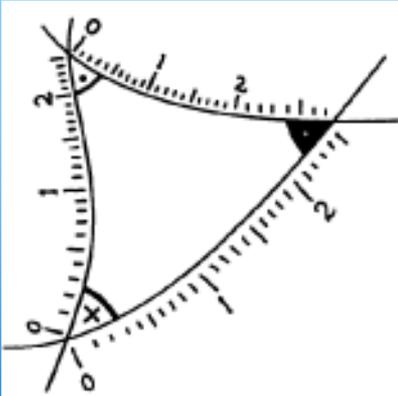
Черная дыра



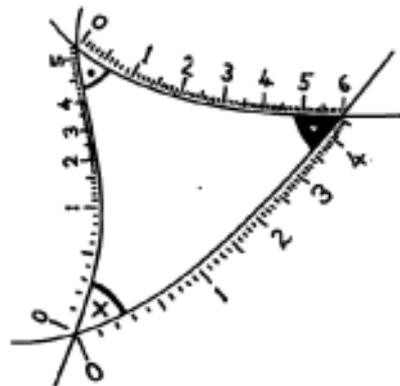
Формула Планка:  $E = h\nu$

Формула Эйнштейна:  $E = mc^2$

$$\therefore \nu = mc^2/h$$

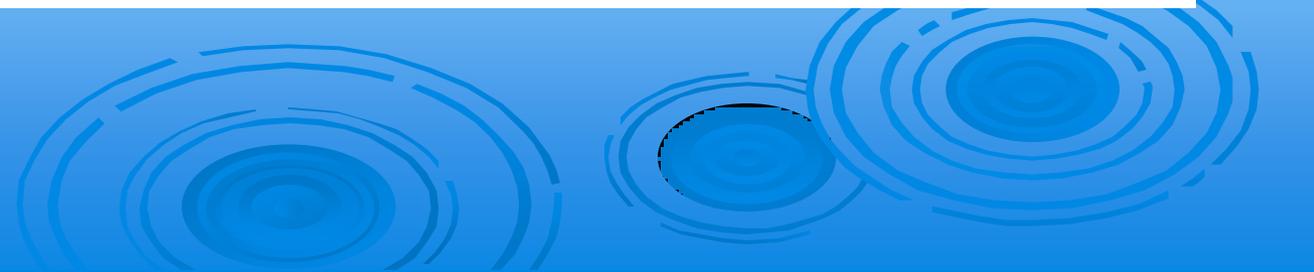
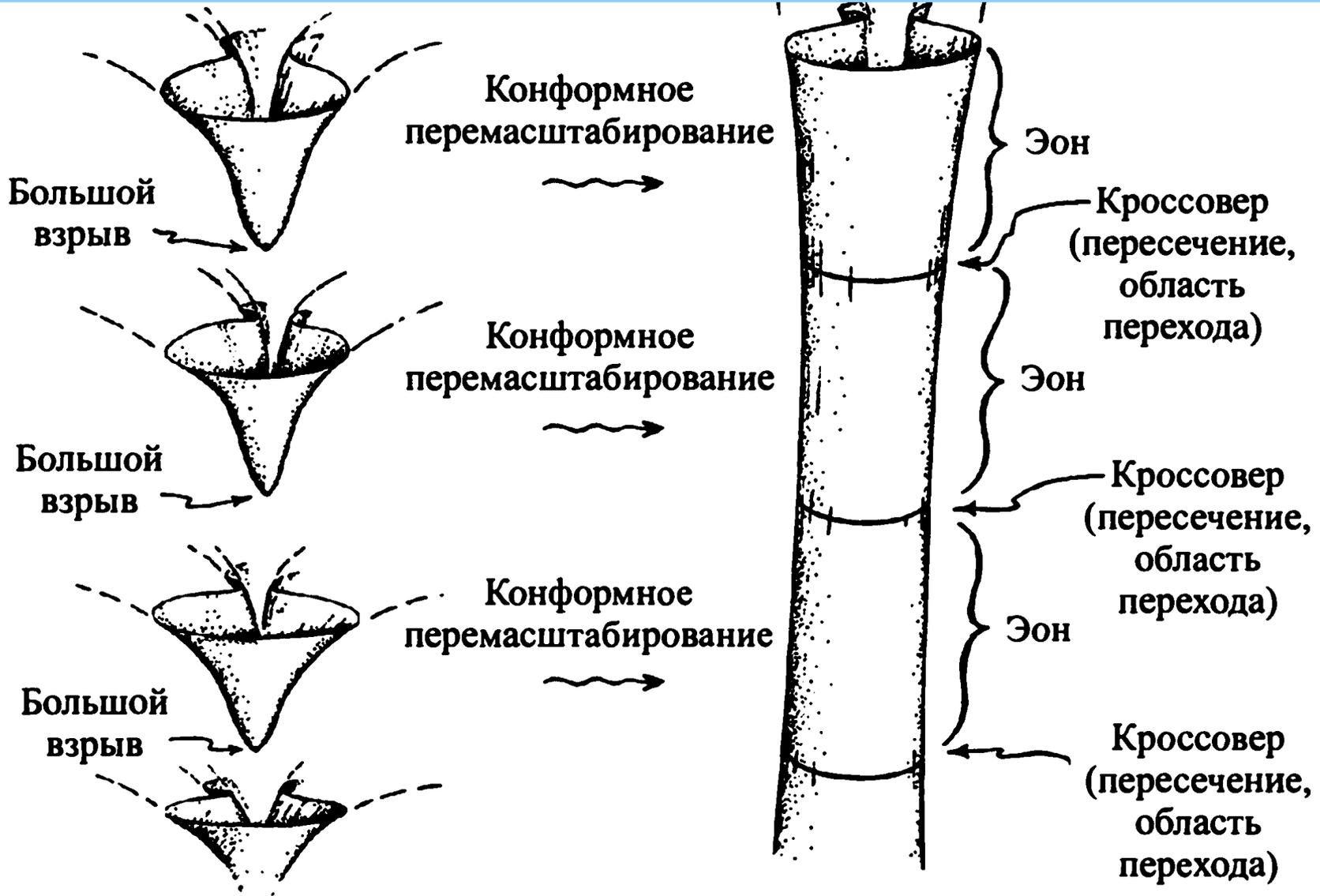


В соответствии с метрикой g



В соответствии с квадратичной формой  $\Omega^2 g$

$$ds^2 = 0$$



*я только исследую, Отче,  
я ничего не утверждаю...*

*Св. Августин*

