

*I, Maya Plisetskaya*



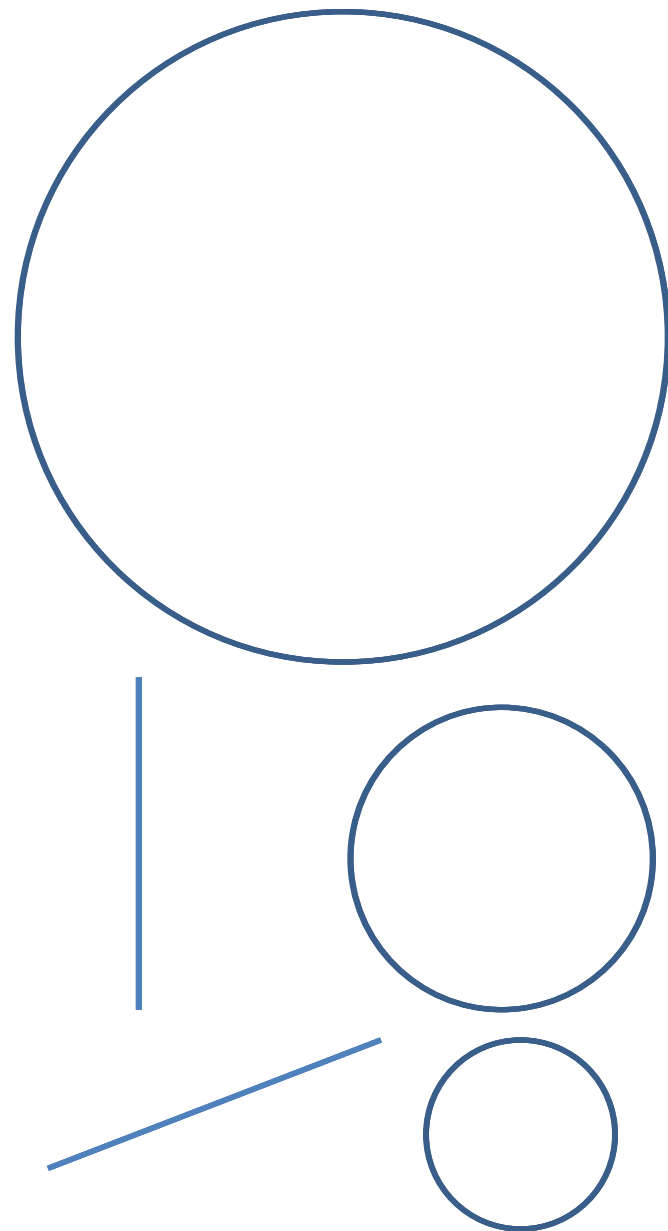
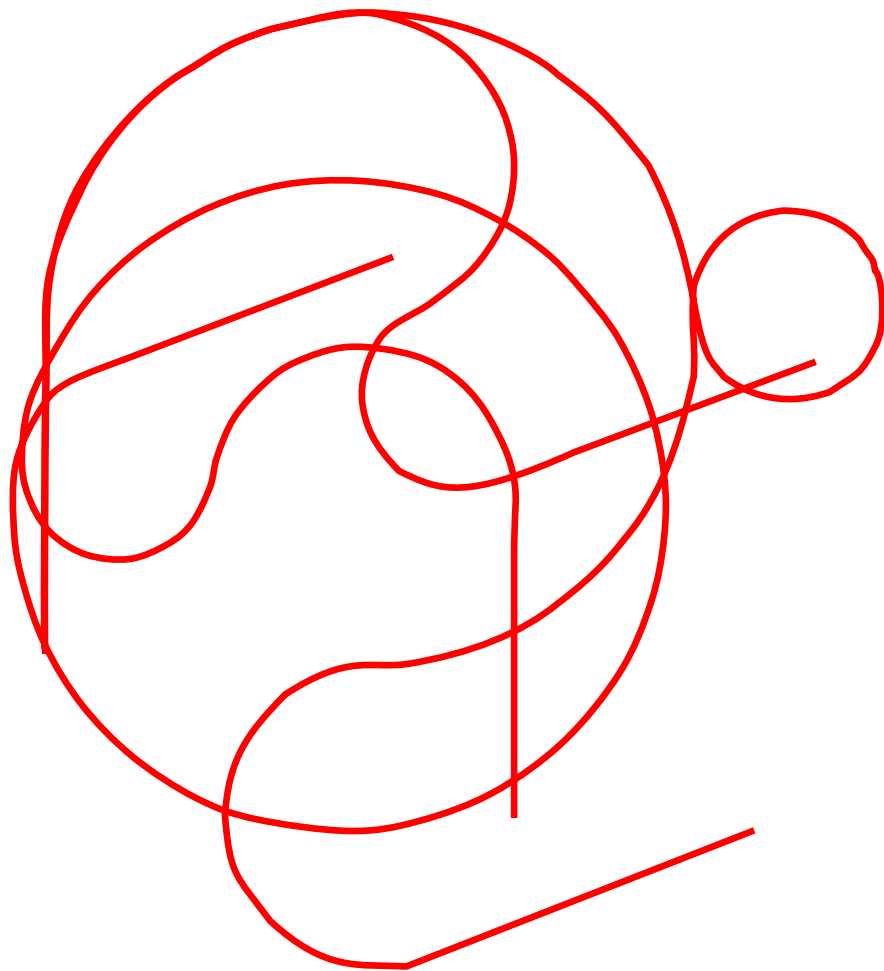
MAYA PLISETSKAYA

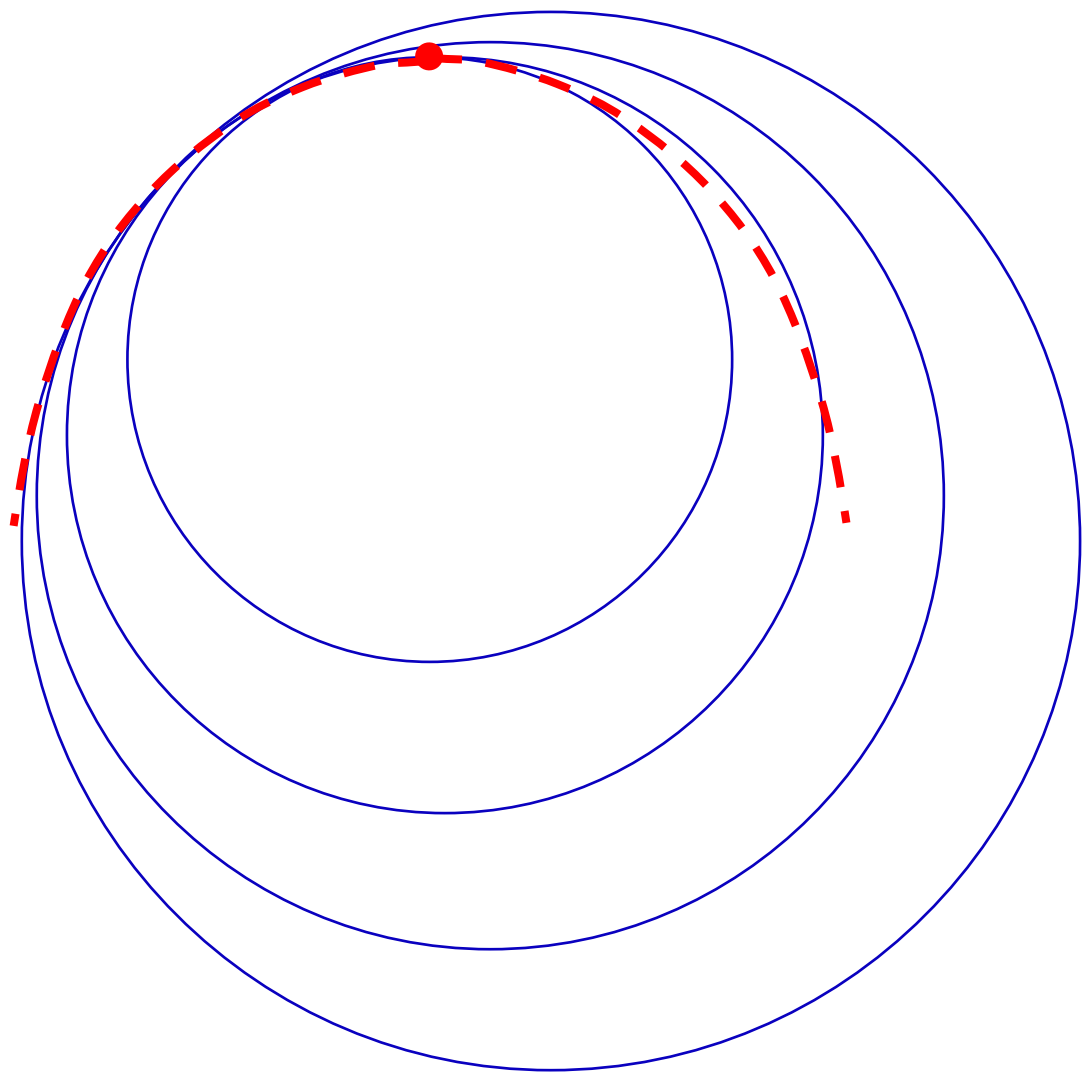
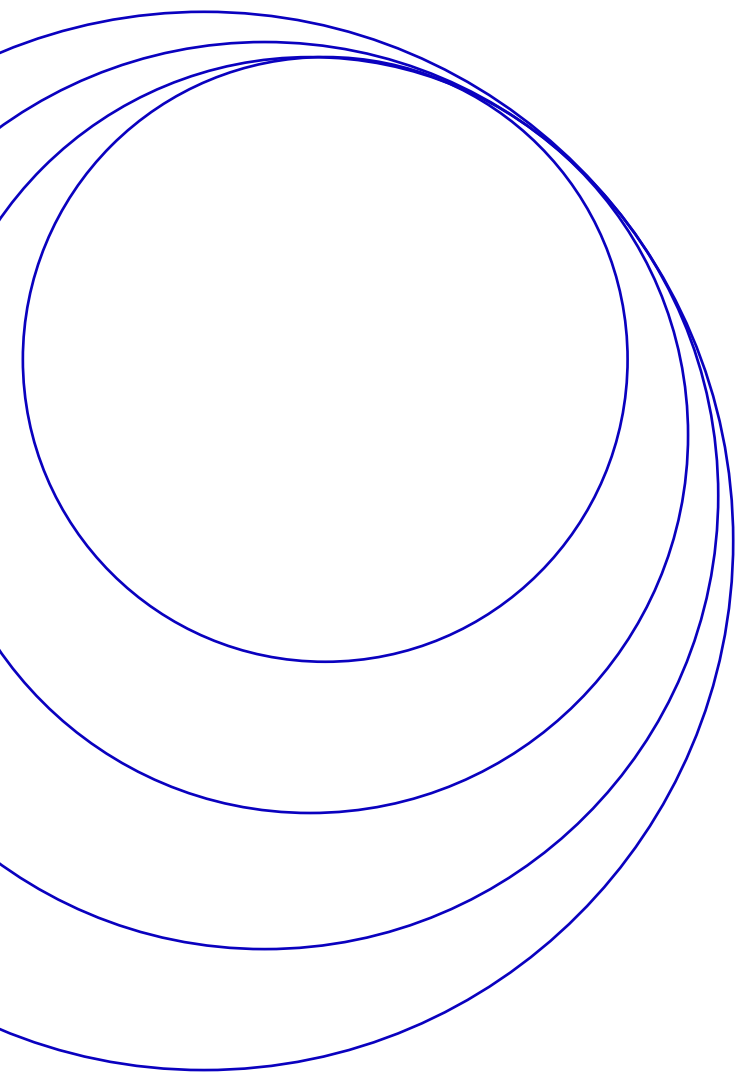


**Криволинейное движение.**  
**Центростремительное**  
**(нормальное)**  
**ускорение.**

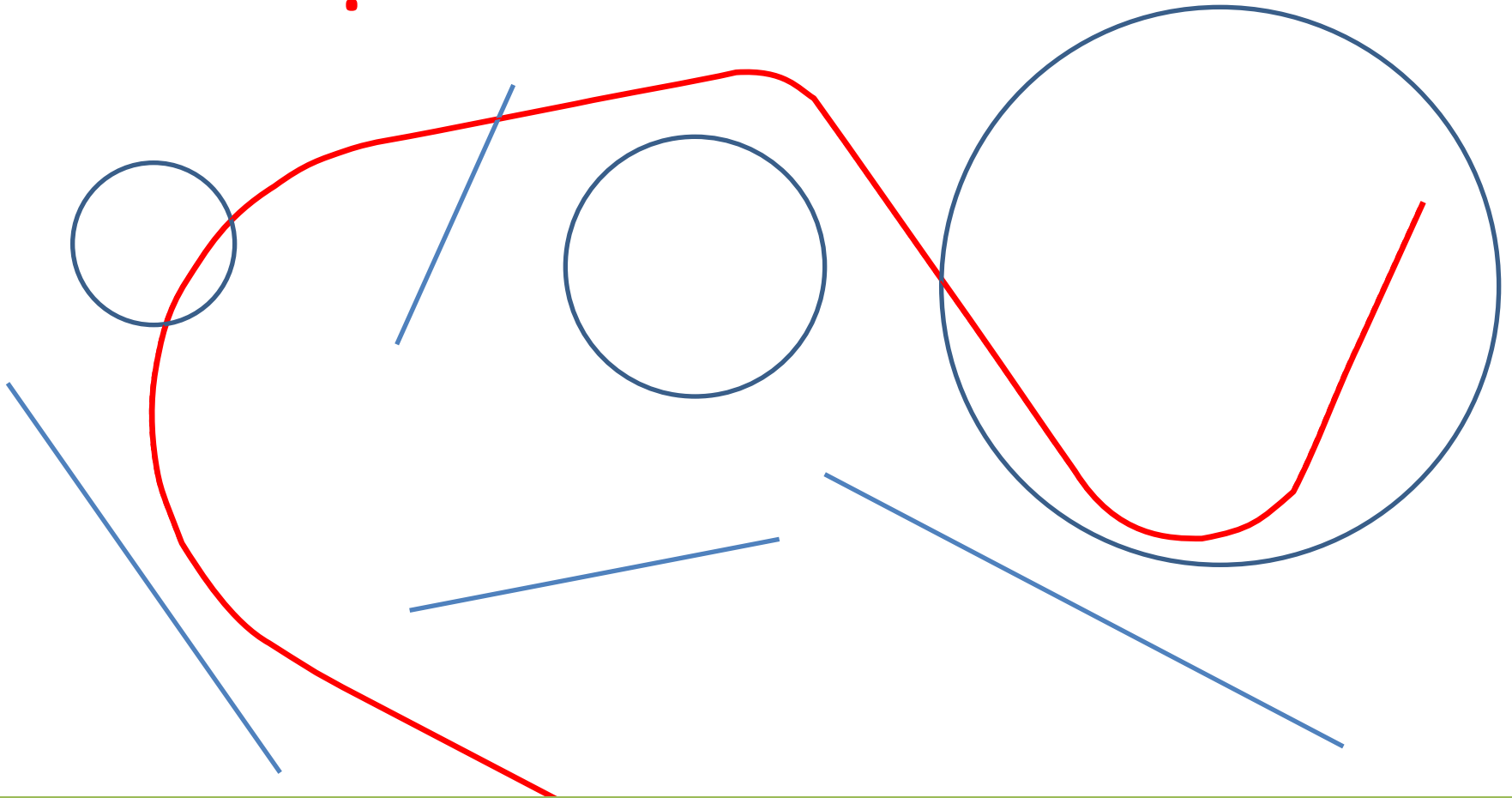
**Д.з. § 18,19 упр. 17,18**

Что представляет из себя  
криволинейная траектория?





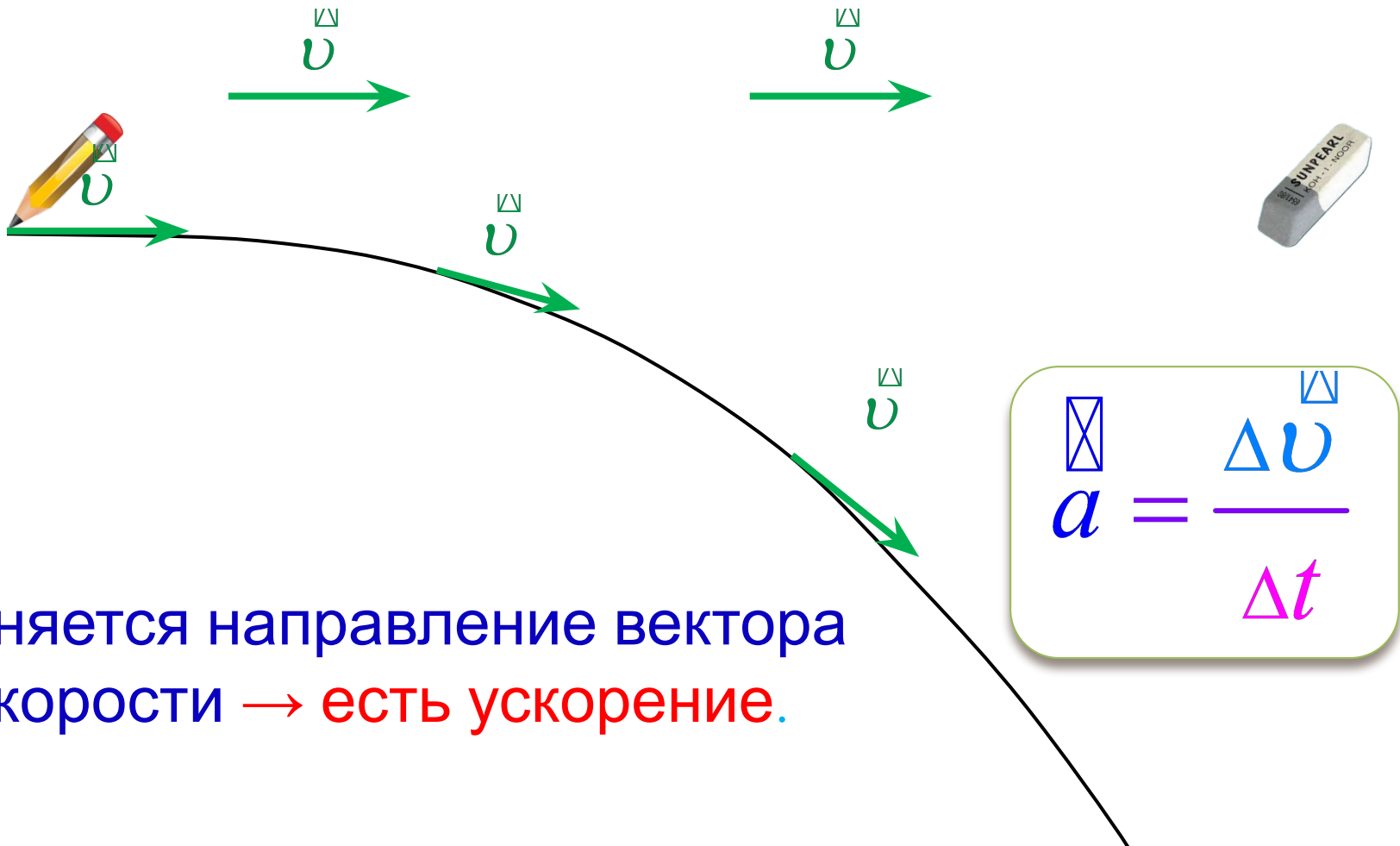
# Что можно собрать из... ?



**Вывод:** Любая криволинейная траектория представляет из себя совокупность дуг окружностей разных радиусов и отрезков прямых.

Как получается криволинейная траектория?

# Криволинейная траектория



Меняется направление вектора скорости → есть ускорение.



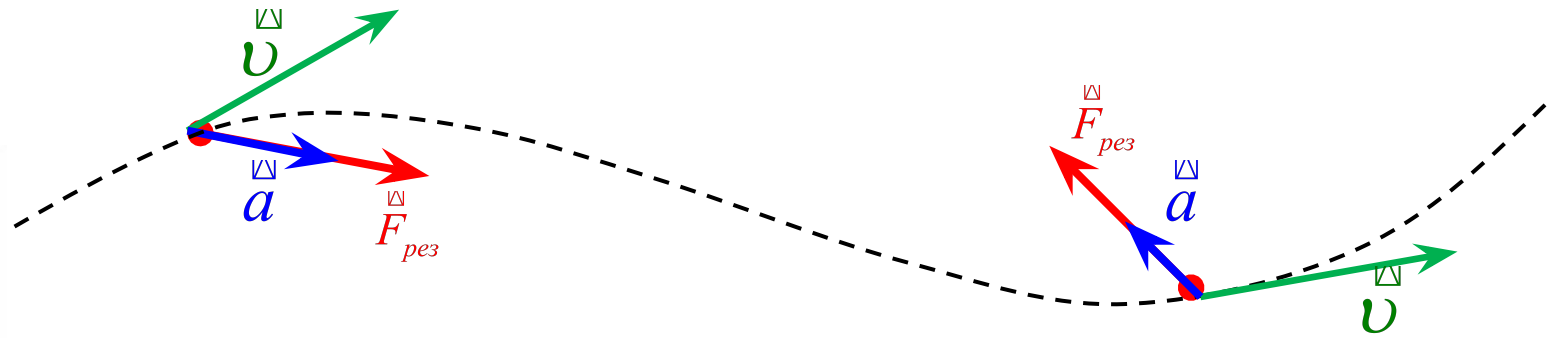
# R

Если вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{v}$   
параллельны,  
то траектория прямая!!!



# R

Если вектора  $\vec{a}$  и  $\vec{v}$   
под углом друг к другу,  
то траектория кривая!!!



# Нормальное ускорение

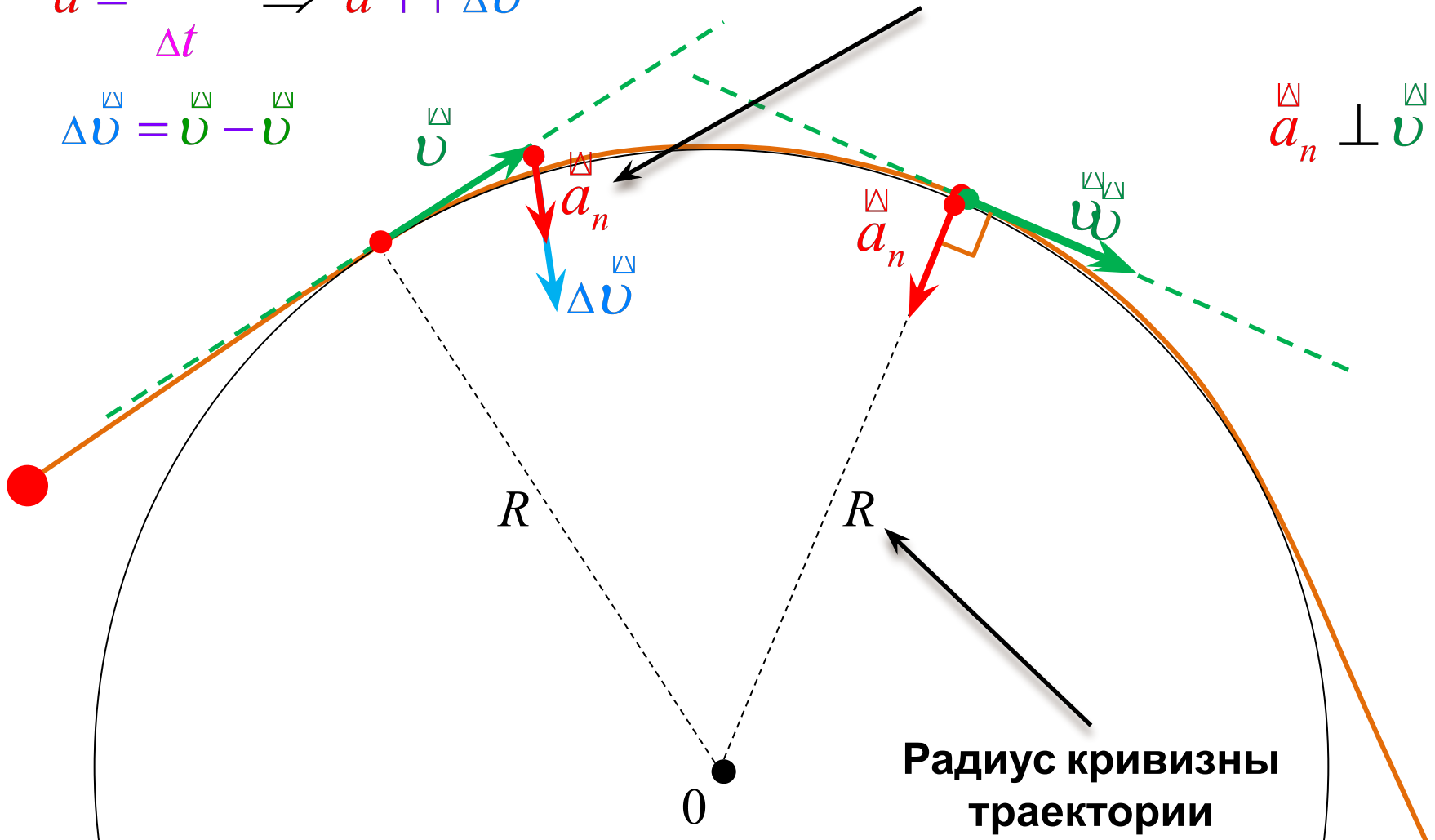
$$|\vec{v}| = \text{const}$$

$$\vec{a} = \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} \Rightarrow \vec{a} \uparrow \uparrow \Delta \vec{v}$$

$$\Delta \vec{v} = \vec{v} - \vec{v}$$

Центростремительное  
(нормальное) ускорение

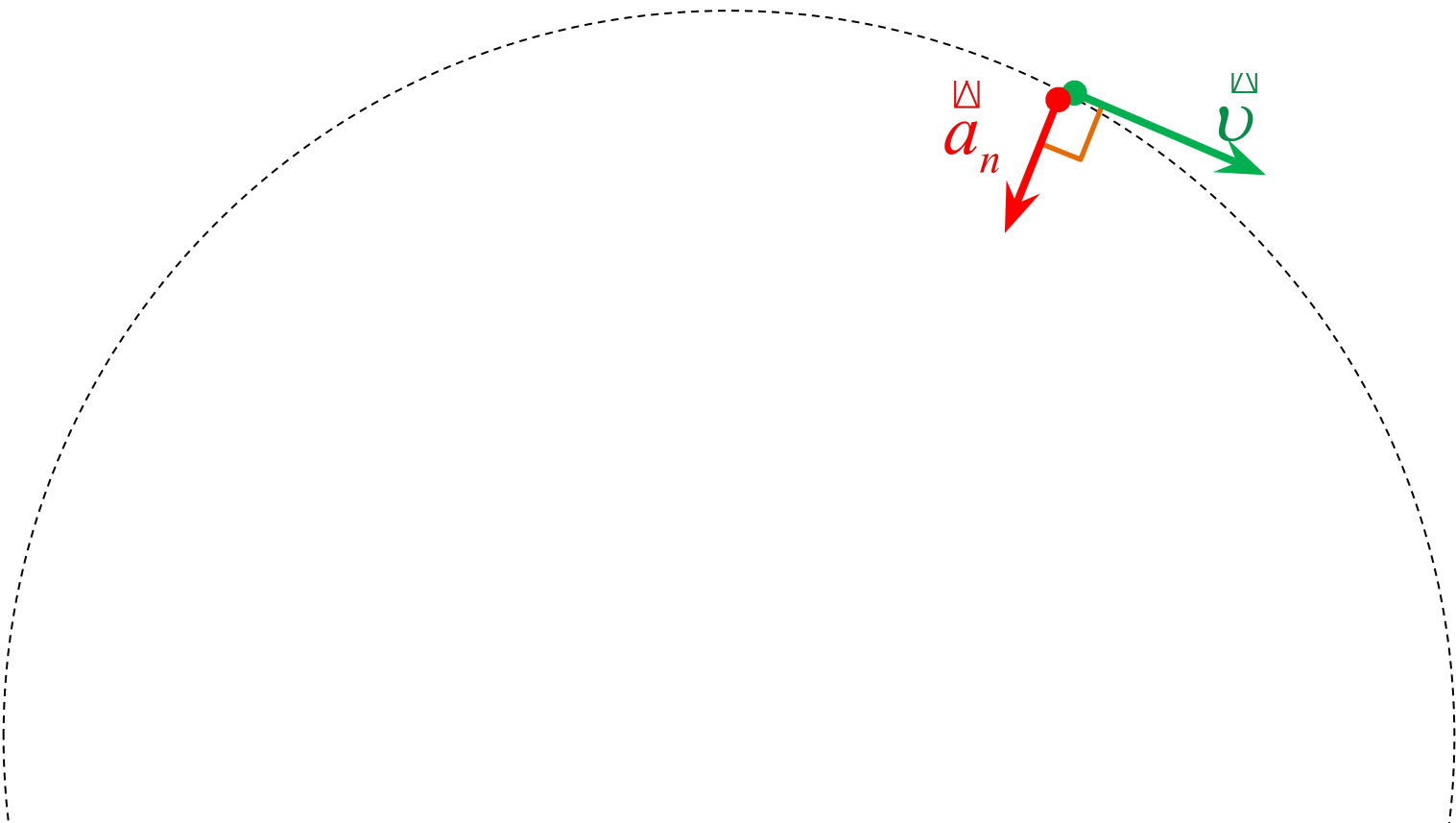
$$\vec{a}_n \perp \vec{v}$$



# Нормальное ускорение

- это ускорение, характеризующее изменение направления вектора скорости.

$$\vec{a}_n \perp \vec{v}$$



*Определите, какие признаки свидетельствуют о криволинейном движении и наличии центростремительного ускорения?*



**Кот, уснувший в  
над отрицательно  
стиральной машине,  
длиной 5 см, на  
преснулся только на  
скоростью 15 см/с.  
пятом круге, но уже на  
электрона с  
шестом вышел в  
лидеры, обогнав носки  
и футболки...**

От чего зависит величина  
центробежного ускорения?

$$\frac{|\Delta \vec{v}|}{v} = \frac{|\Delta \vec{r}|}{R}$$

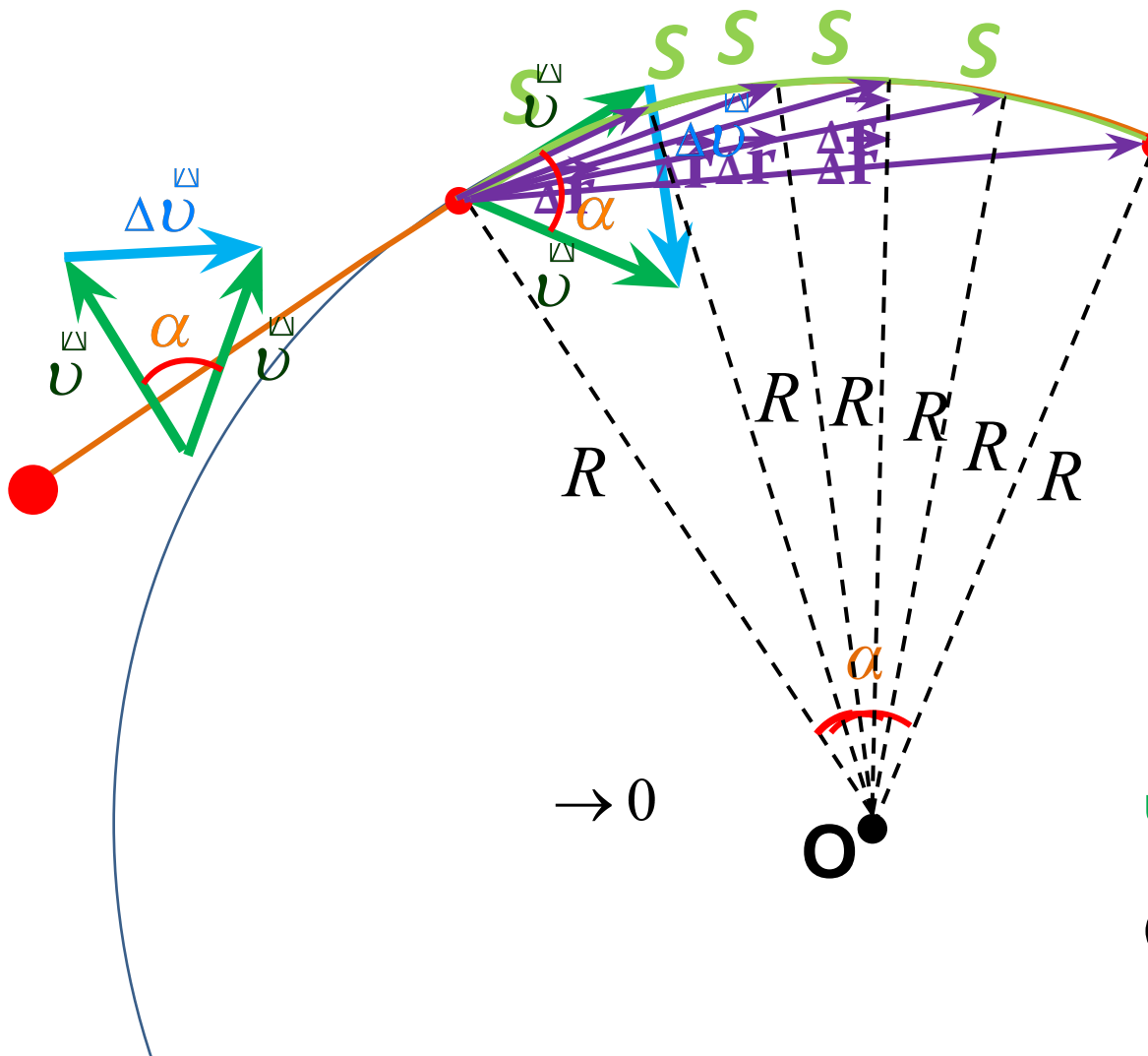
Т.к. при  $\alpha \rightarrow 0$ ,  $S \approx |\Delta \vec{r}| \Rightarrow$

$$S = v \cdot \Delta t$$

$$\frac{|\Delta \vec{v}|}{v} = \frac{v \cdot \Delta t}{R}$$

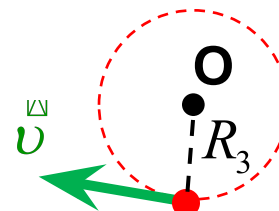
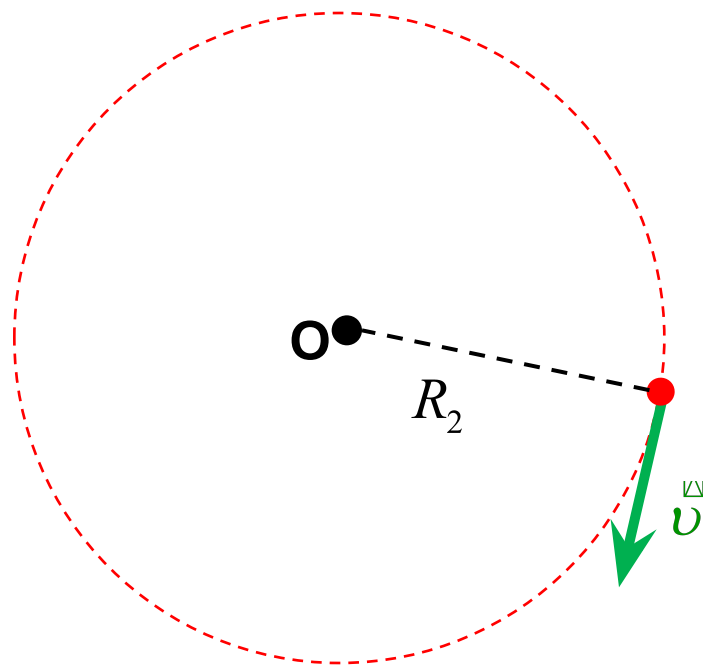
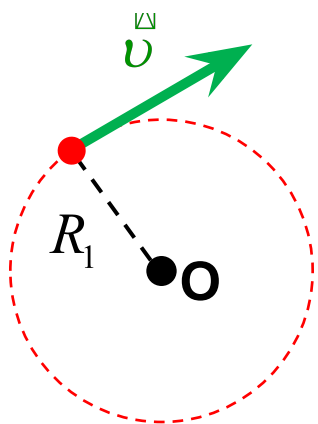
$$\frac{|\Delta \vec{v}|}{\Delta t} = \frac{v^2}{R}$$

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



$v$  – скорость (м/с);  
 $R$  – радиус кривизны траектории (м)

# Где центростремительное ускорение больше? Почему?



$$a_{n2} < a_{n1} < a_{n3}$$

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



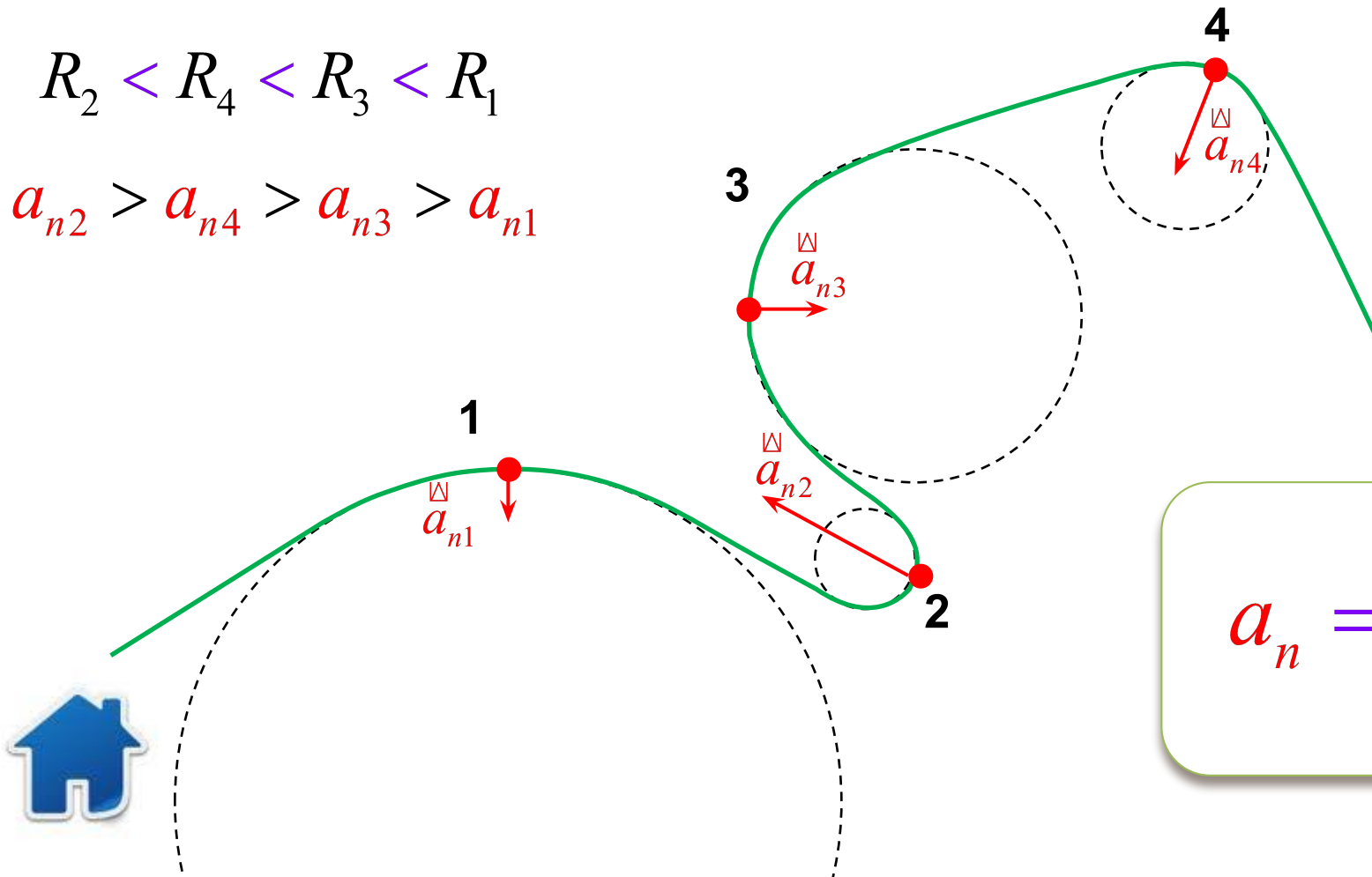


На каких участках траектории центростремительное ускорение больше, и куда оно направлено?

Считать  $\vec{v} = \text{const}$

$$R_2 < R_4 < R_3 < R_1$$

$$a_{n2} > a_{n4} > a_{n3} > a_{n1}$$



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

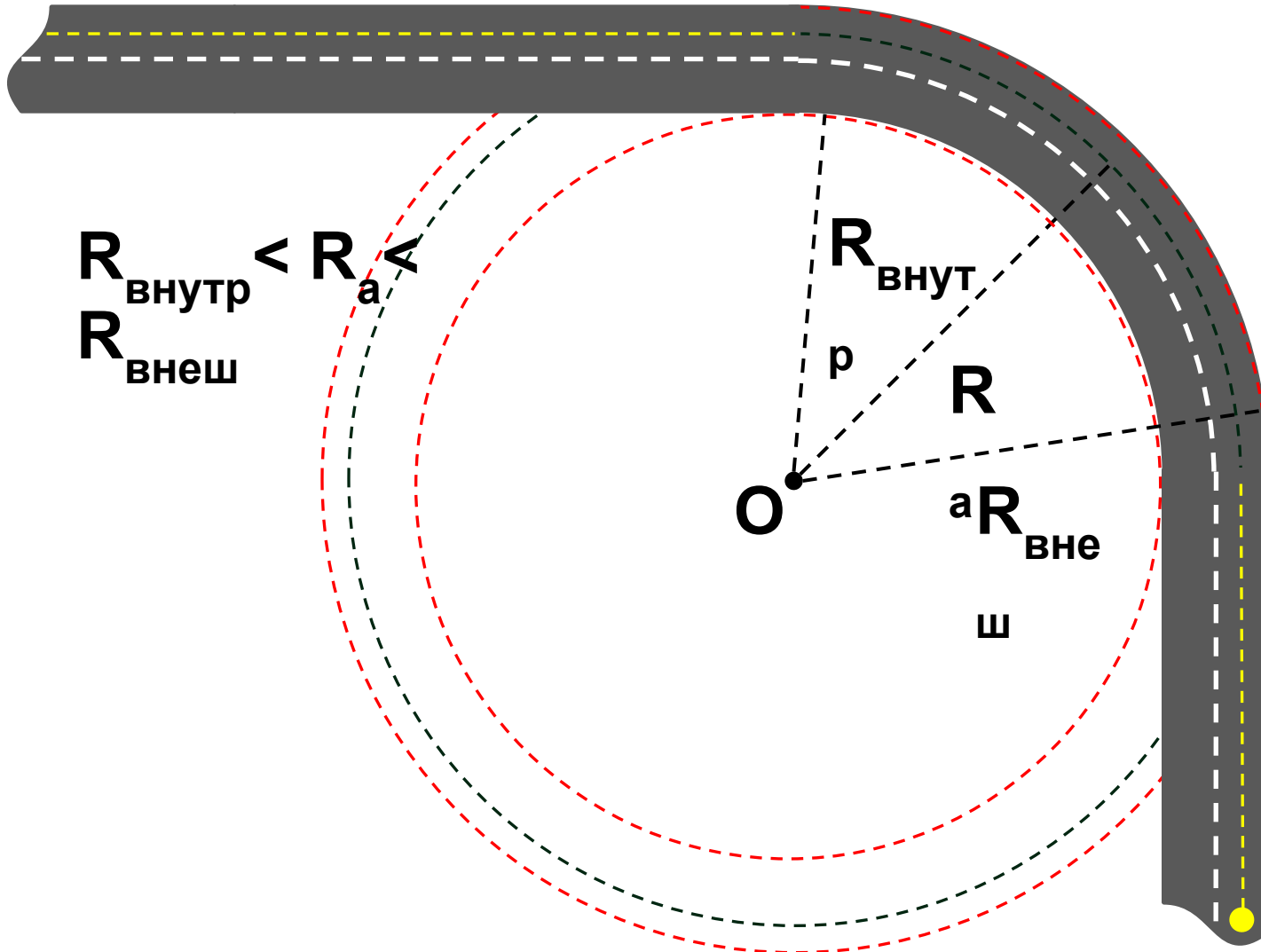
*Автомобиль движется по обледенелой дороге со скоростью 36 км/ч, через некоторое время на пути возникло закругление дороги внутренним радиусом 245 м и внешним 255 м.*

*Центростремительное ускорение, сообщаемое взаимодействием колес автомобиля с дорогой, составляет  $0,2 \text{ м/с}^2$ .*

*Что должен предпринять водитель автомобиля?*

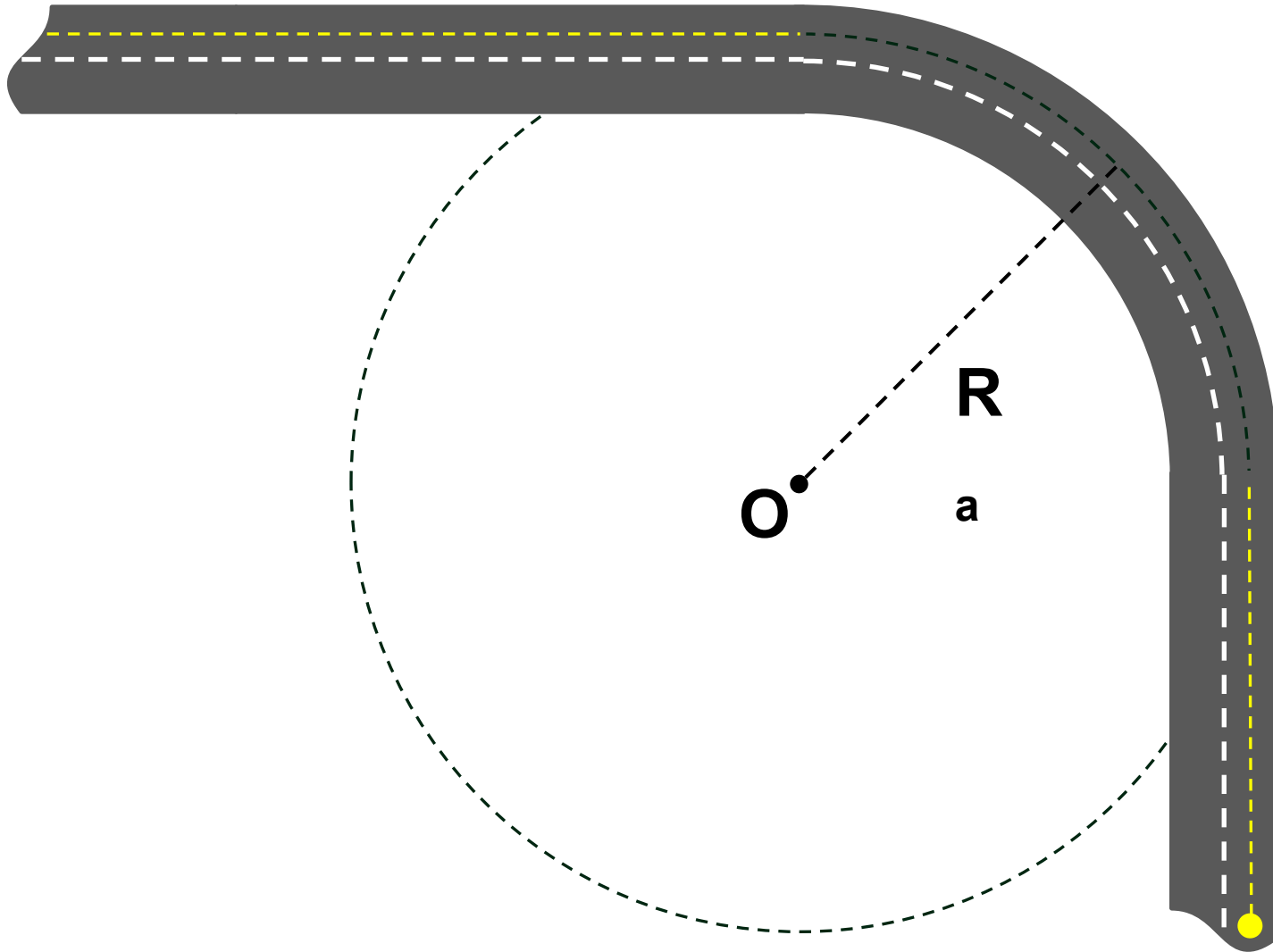
А.  $|\vec{v}| = \text{const}$

Б.  $|\vec{v}|$  – **уменьшить**



А.  $|\vec{v}| = \text{const}$

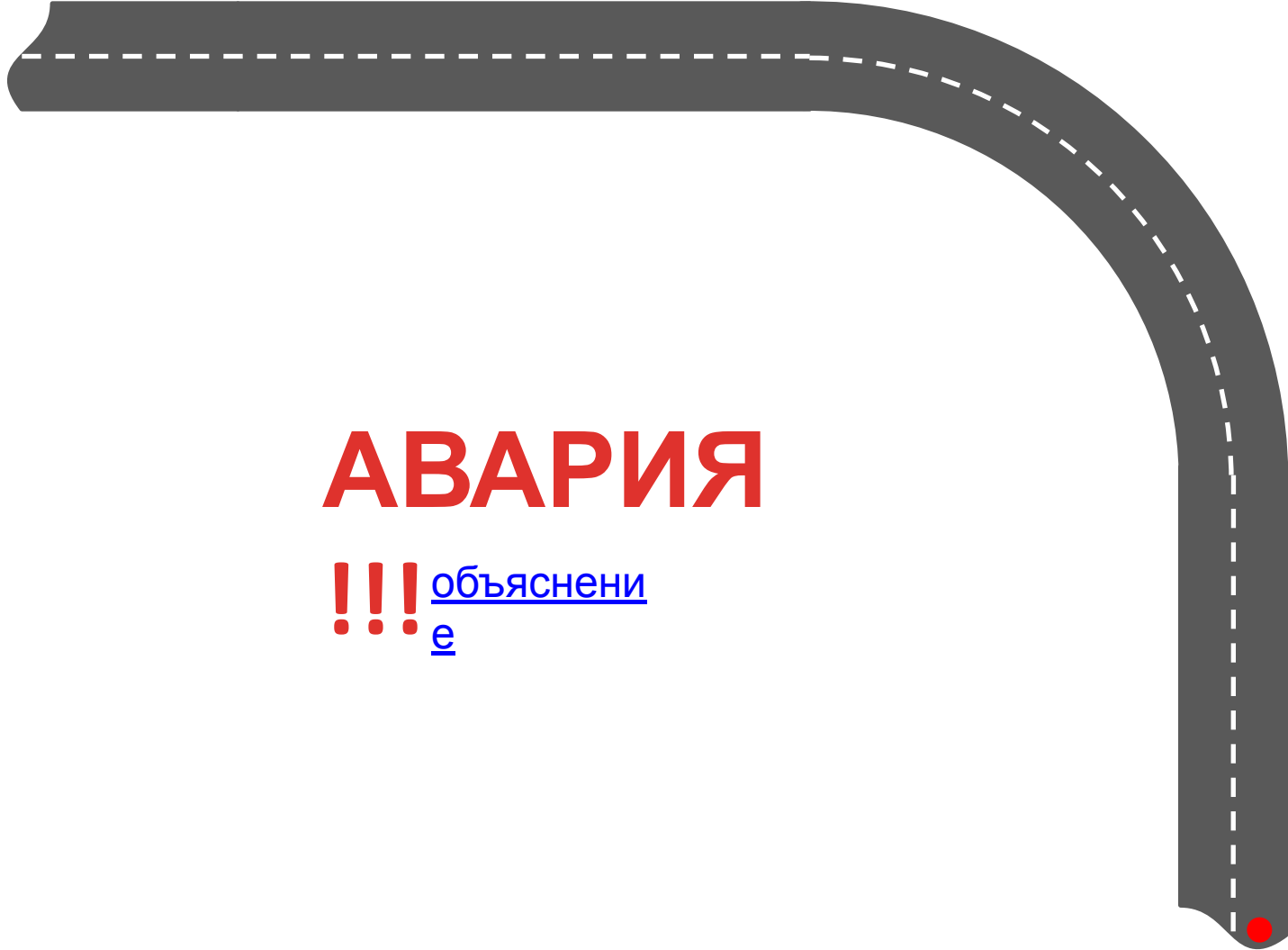
Б.  $|\vec{v}|$  – **уменьшить**



ЕСЛ  $\vec{v} = \text{const}$   
И

АВАРИЯ

!!! объяснени  
е

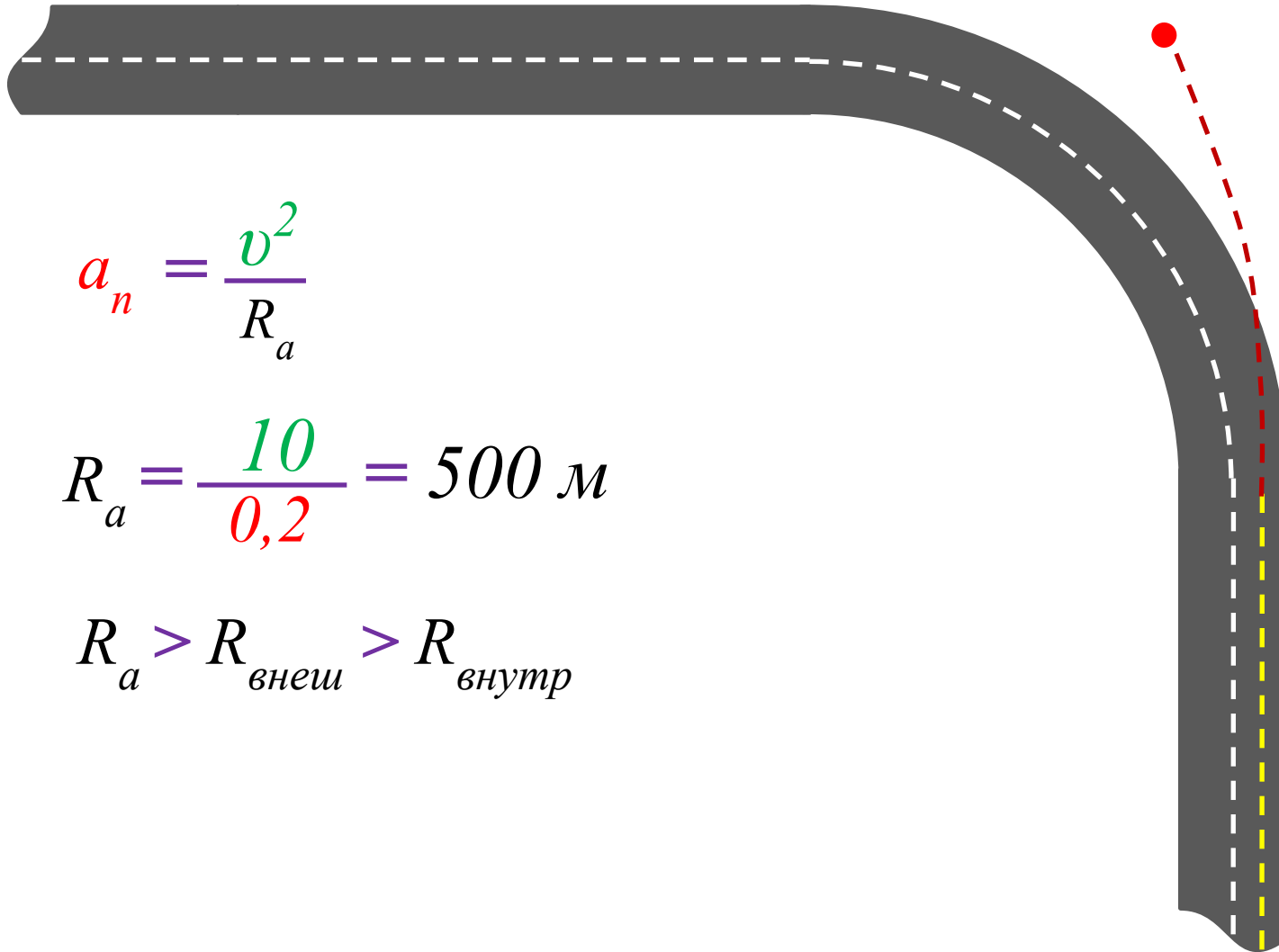


ЕСЛ  $\vec{v} = const$   
И

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

$$R_a = \frac{10}{0,2} = 500 \text{ м}$$

$$R_a > R_{\text{внеш}} > R_{\text{внутр}}$$



ЕСЛ  $|\vec{v}|$  – уменьшить  
И

$$\sqrt{\cdot a_n} = \frac{v^2}{R_a}$$

$$v = \sqrt{R_a \cdot a_n}$$

$$v = \sqrt{250 \cdot 0,2} = \sqrt{50} \approx 7 \text{ м/с}$$

$$v \approx 25 \text{ км/ч}$$







# Итог

О чем свидетельствует изменение траектории движения тела?

От чего зависит величина центростремительного (нормального) ускорения?

Что характеризует центростремительное ускорение?



## «Кастрюлька с задачками»

1

2

3

4

5

## Задача 1



**Каков радиус закругления если  
тело движущееся со скоростью  
1,5 м/с , имеет  
центробежное ускорение  
0,5 м/с<sup>2</sup> ?**



Ответ

Отв. 4,5 м.

## Задача 2



**С какой скоростью необходимо двигаться по закруглению радиусом 150 м и нормальным ускорением  $2 \text{ м/с}^2$  ?**



*Ответ.*

Ответ

## Задача 3



**С каким ускорением двигается лошадка по арене цирка, если ее скорость движения  $2 \text{ м/с}$  , а диаметр арены  $20 \text{ м}$ ?**



Отв

Ответ

с

## Задача 4



**С какой скоростью необходимо двигаться по закруглению радиусом 300 м, чтобы удержаться на нем под действием силы 10 Н, если масса тела 450 г ?**



*Ответ.*

**Ответ**

*с*

## Задача 5



**Какая сила действует на тело массой 150 кг двигающееся по закруглению радиусом 200 метров со скоростью 5 м/с?**



*Ответ.*

**Ответ**





# Решение №1



Дано

$$a_n = 0,5 \frac{м}{с^2}$$

$$v = 1,5 \frac{м}{с}$$

$R$  – ?

Решение

$$a_n = \frac{v^2}{R} \quad \Rightarrow \quad R = \frac{v^2}{a_n}$$

$$R = \frac{1,5^2}{0,5} = 4,5 ( )$$

Ответ : 4,5 м.



# Решение №2



Дано

$$a_n = 2 \frac{м}{с^2}$$

$$R = 150$$

$v$  – ?

Решение

$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v^2 = a_n \cdot R \Rightarrow v = \sqrt{a_n \cdot R}$$

$$v = \sqrt{2 \cdot 150} = \sqrt{300} = 10\sqrt{3} \approx 17,3 \left( \frac{м}{с} \right)$$

Ответ:  $\approx 17,3 м/с$



# Решение №3



Дано

$$v = 2 \frac{M}{c}$$

$$D = 20$$

$$a_n = ?$$

Решение

$$\left. \begin{aligned} a_n &= \frac{v^2}{R} \\ R &= \frac{D}{2} \end{aligned} \right\} a_n = \frac{2v^2}{D}$$

$$a_n = \frac{2 \cdot 2^2}{20} = 0,4 \left( \frac{M}{c^2} \right)$$

Ответ :  $0,4 \frac{M}{c^2}$



# Решение №4



Дано

СИ

Решение

$$a_n = 0,5 \frac{\text{м}}{\text{с}^2}$$

$$R = 300$$

$$H = 10$$

$$m = 450$$

0,45 кг

$v$  — ?

$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow v = \sqrt{a_n \cdot R}$$

$$a_n = \frac{F}{m} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{F}{m} \cdot R}$$

$$v = \sqrt{\frac{10}{0,45} \cdot 300} \approx 81,65 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Ответ :  $\approx 81,65 \frac{\text{м}}{\text{с}}$





# Решение №5



Дано

$$m = 150$$

$$v = 5 \frac{м}{с}$$

$$R = 200$$

$F = ?$

Решение

$$a_n = \frac{F}{m}$$

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

$$\frac{F}{m} = \frac{v^2}{R}$$

$\Rightarrow$

$$F = \frac{m \cdot v^2}{R}$$

$$F = \frac{150 \cdot 5^2}{200} = 18,75 ( \quad )$$

Ответ : 18,75 Н



**THE END**