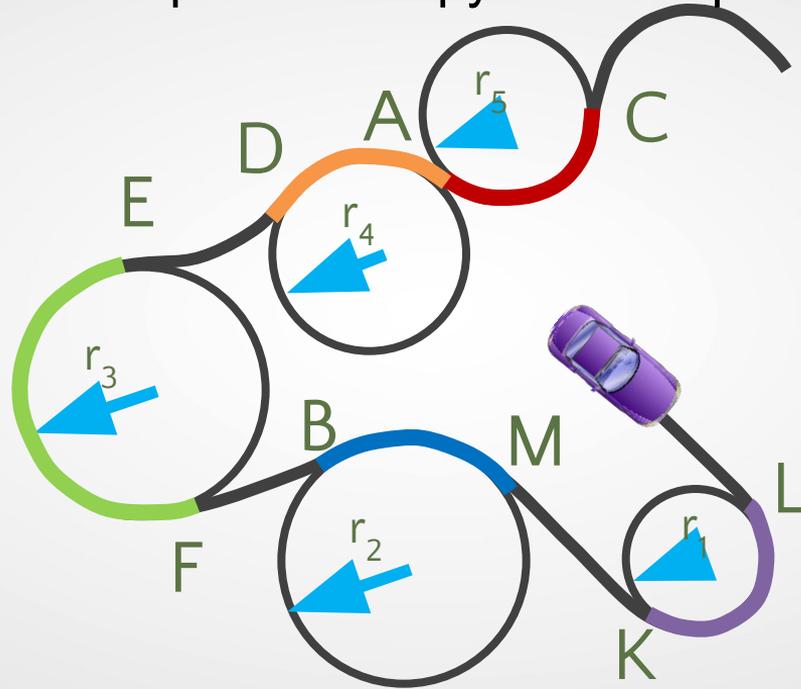
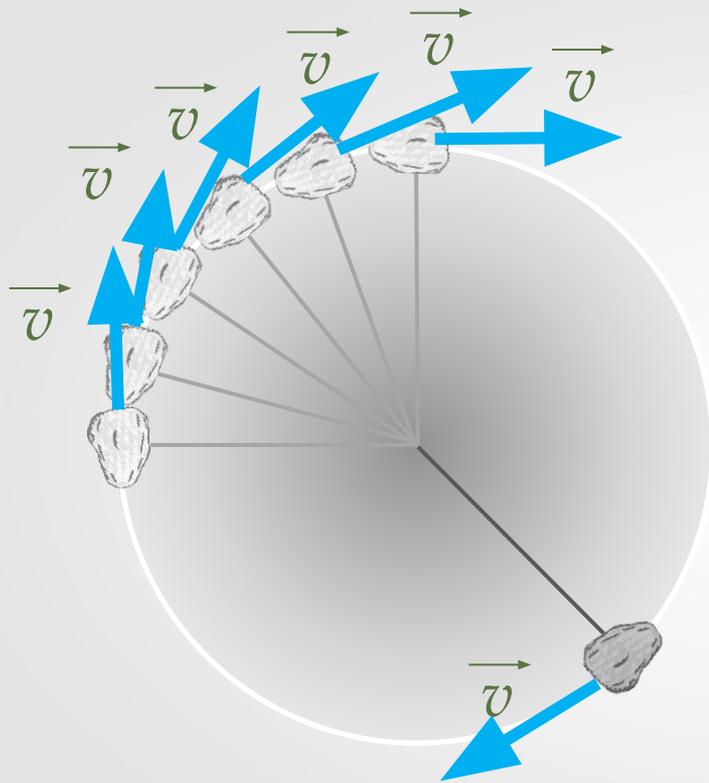


Равномерное криволинейное движение
— это криволинейное ускоренное
движение
с постоянной по модулю скоростью.

Движение по криволинейной

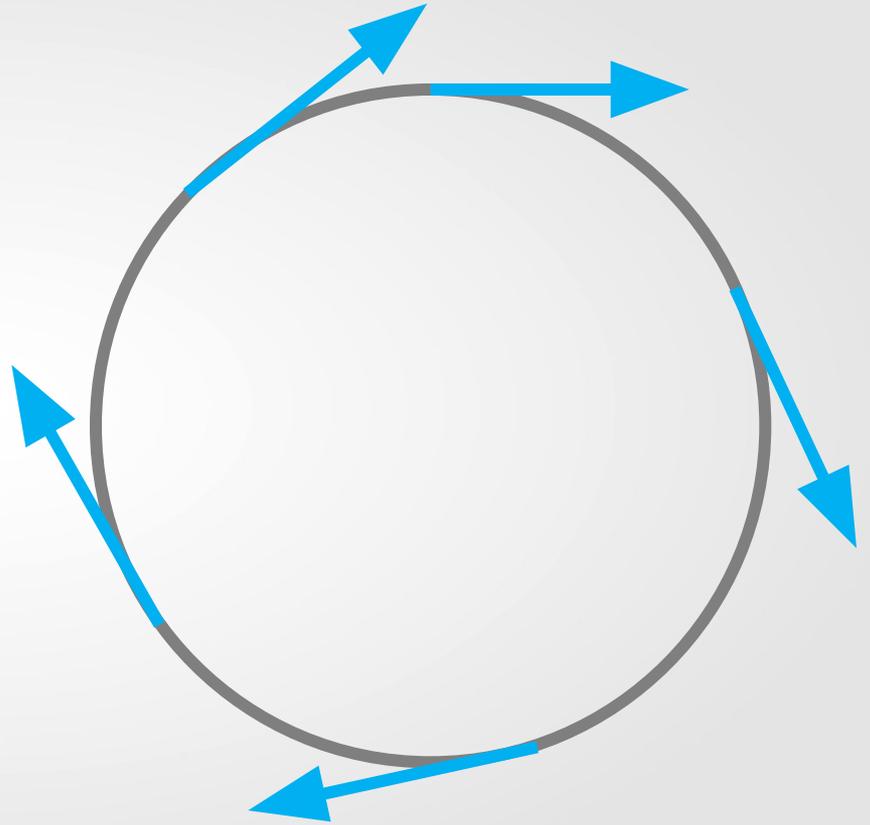
Любое сложное криволинейное движение можно представить как движение по отрезкам прямых и окружностей различных радиусов

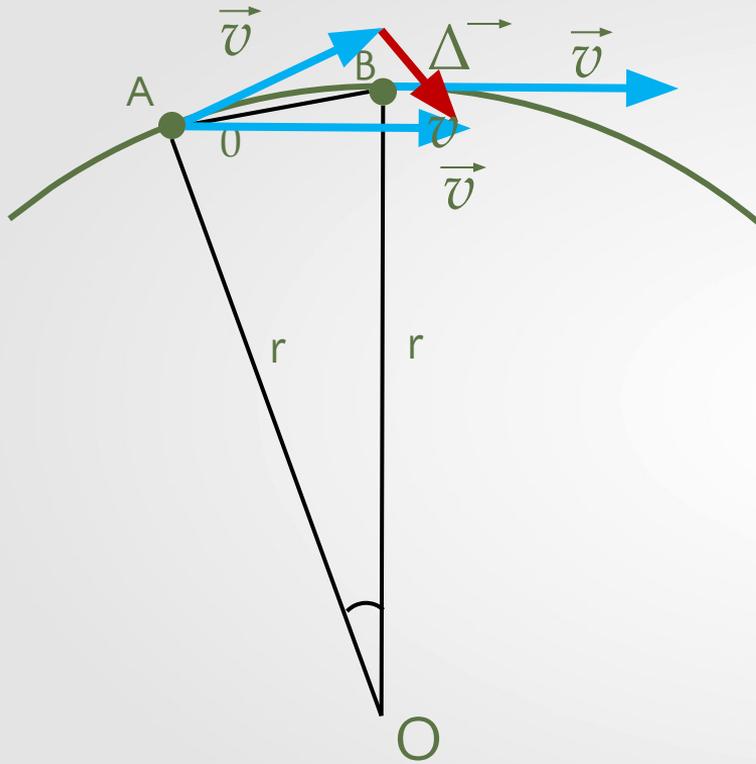




Так как тело при движении по окружности постоянно меняет направление, то такое движение происходит с **ускорением.**

Вектор скорости
при движении тела
по окружности направлен
по касательной к окружности.





$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

— скорость в точке А — это начальная скорость

$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

— скорость в точке В — это конечная скорость

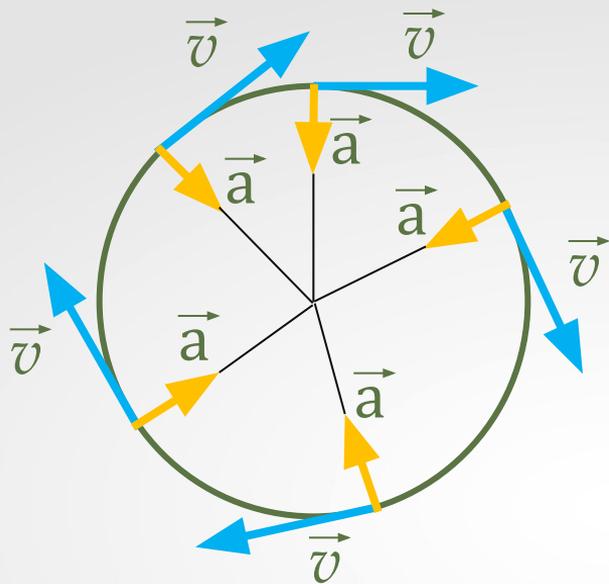
r

— радиус окружности, по которой движется тело

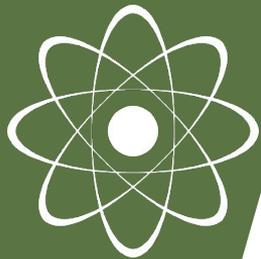
$$\vec{a} = \frac{\vec{v} - \vec{v}_0}{t}$$

$$\vec{a} = \frac{v - v_0}{t}$$

$$\vec{a} = \frac{v - v_0}{t} \rightarrow \vec{a} = \frac{v - v_0}{t}$$



$\vec{a}_{\text{ц.с.}}$ – центростремительное ускорение

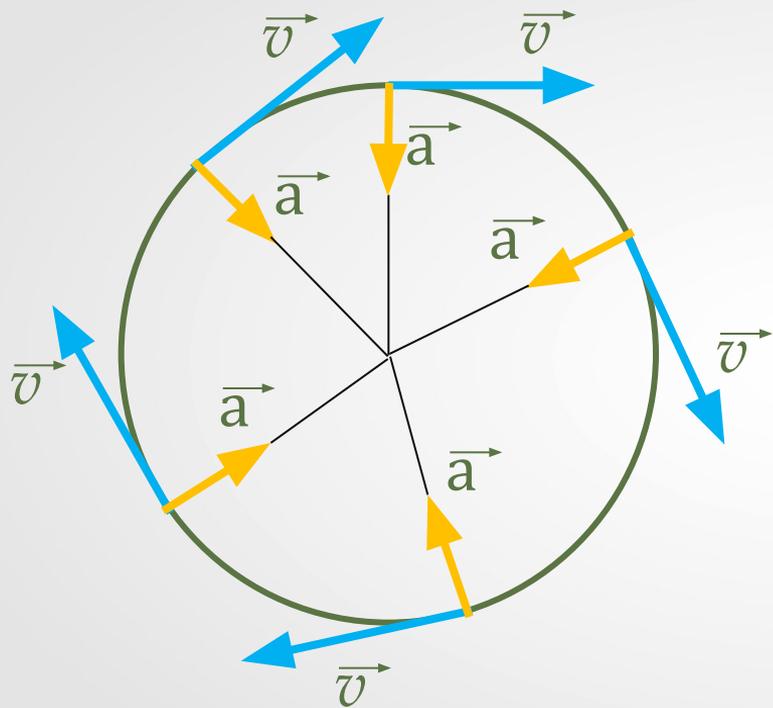


Ускорение при движении по окружности, которое направлено вдоль радиуса окружности к центру окружности, называется **центростремительным**.

Модуль центростремительного ускорения

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

где $a = \frac{v - v_0}{t}$ — постоянная по модулю
 $v - v_0$ — скорость
 $a = \frac{v - v_0}{t}$ — радиус
окружности



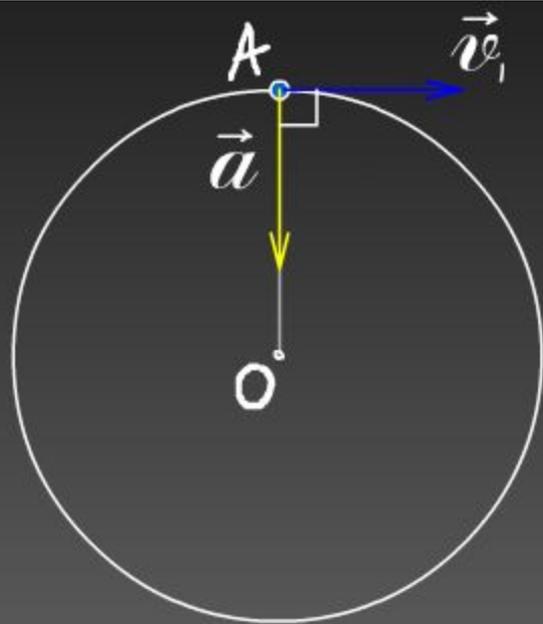
При движении по окружности с постоянной скоростью ускорение по модулю имеет одно и то же значение.

$$F = ma$$

$$\vec{a}_{\text{ц.с.}} \uparrow\uparrow \vec{F}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$

$$a = \frac{v - v_0}{t}$$



При движении по окружности вектор ускорения перпендикулярен вектору скорости.

Мотоцикл движется по закруглённому участку дороги радиусом **120 м** со скоростью **36 км/ч**. Чему равно центростремительное ускорение мотоцикла?

Дано

$$r = 120 \text{ м}$$

$$v = 36 \text{ км/ч}$$

С

И

$$= 10 \text{ м/с}$$

Решени

е:

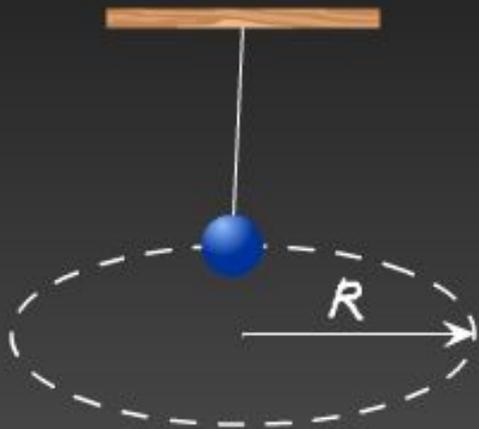
$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{r}$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{(10 \text{ м/с})^2}{120 \text{ м}} = 0,83 \text{ м/с}^2$$

Найти: $a_{\text{ц}} = ?$

Ответ: $a_{\text{ц}} = 0,83 \text{ м/с}^2$.

Дополнительная информация (есть в ОГЭ!)

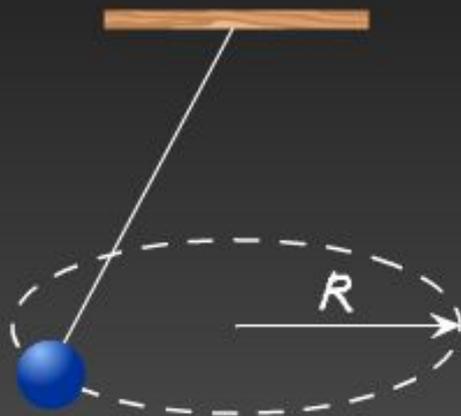


*За один период тело проходит путь
равный длине окружности:*

$$s = 2\pi R$$

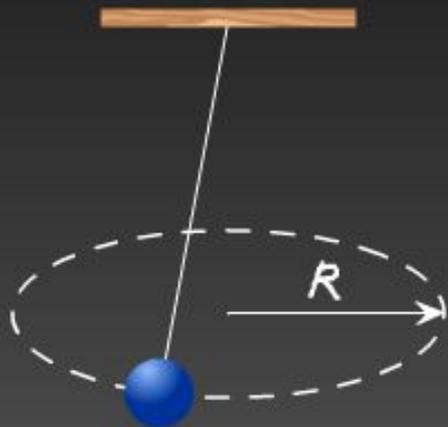
Скорость тела: $v = \frac{s}{t} = \frac{2\pi R}{T}$

T - период, т.е. время одного полного оборота.



Ускорение тела: $a_{ц} = \frac{v^2}{R}$,

$$a_{ц} = \frac{4\pi^2 R}{T^2}$$



Частота обращения: $\nu = \frac{1}{T}$
Читается «ню»

Частота показывает, сколько оборотов делает тела за единицу времени. $[\nu] = 1/\text{с} = \text{Гц}$ (Герц)

$$\nu = \frac{N}{t}$$

N – число оборотов
t – все время обращения

Угловая скорость показывает «как много угла» проходит тело за определенное время. То есть это скорость поворота. Обозначается ω (омега). $\omega = 2\pi\nu$.
Изменяется в рад/с

Связь скорости тела с частотой: $v = 2\pi R\nu$

Связь ускорения тела с частотой: $a_{\text{ц}} = 4\pi^2 R\nu^2$

Название величины	Обозначение	Единица измерения	Связь с другими величинами
Радиус окружности	r	м	$r = \frac{v^2}{a}$
Линейная скорость (модуль)	v	м/с	$v = \sqrt{ar}$
Центростремительное ускорение (модуль)	a	м/с ²	$a = \frac{v^2}{r}$
Центростремительная сила (модуль)	F	Н	$F = \frac{mv^2}{r}$
Масса тела	m	кг	$m = \frac{Fr}{v^2}$

Образец решения задачи:

Какова линейная скорость тела, движущегося по окружности радиусом 40 м с ускорением 2,5 м/с²?

<i>Дано:</i>	<i>Решение:</i>
$a = 2,5 \text{ м/с}^2$	$a = \frac{v^2}{r}; \quad v = \sqrt{ar}$
$r = 40 \text{ м}$	$v = \sqrt{2,5 \cdot 40} = 10 \text{ (м/с)}$
$v - ?$	<i>Ответ:</i> 10 м/с

Образец решения задачи:

С какой наибольшей скоростью может двигаться автомобиль массой 1 т на повороте радиусом 100 м, чтобы его не «занесло», если максимальная сила трения 4 кН?

<i>Дано:</i>	СИ	<i>Решение:</i>
$m = 1 \text{ т}$	10^3 кг	$F = \frac{mv^2}{r}; \quad v = \sqrt{\frac{Fr}{m}}$
$F = 4 \text{ кН}$	$4 \cdot 10^3 \text{ Н}$	$v = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^3 \cdot 100}{10^3}} = 20 \text{ (м/с)}$
$v - ?$		<i>Ответ:</i> 20 м/с

Центростремительное ускорение

Задачи для самостоятельного решения:

- 1) Определите центростремительное ускорение трамвая, движущегося по закруглению дороги радиусом 50 м со скоростью 18 км/ч.
- 2) Определите скорость и ускорение секундной стрелки часов, если радиус циферблата 15 см. (Указание: секундная стрелка совершает один оборот за 1 мин, т. е. за 60 с, проходя путь, равный длине окружности: $s = l = 2\pi r$. Для нахождения скорости примените формулу $v = \frac{s}{t}$.) Число $\pi = 3,14$.
- 3) Точка, находящаяся на конце лопасти воздушного винта самолета ИЛ-18, движется с линейной скоростью 254 м/с и с ускорением 12 840 м/с². Определите длину лопасти.
- 4) Каков радиус выпуклого моста, если его середину автомобиль проходит с ускорением 5 м/с² при скорости 54 км/ч?

Центростремительная сила

Задачи для самостоятельного решения:

- 1) Груз массой 400 г, подвешенный на нити длиной 1 м, двигаясь равномерно со скоростью 2 м/с, описывает окружность в вертикальной плоскости. Какова сила упругости нити?
- 2) Автомобиль массой 800 кг совершает поворот на горизонтальном участке дороги, двигаясь со скоростью 36 км/ч. Определите радиус закругления дороги, если сила трения равна 2 кН.
- 3) Какова масса велосипеда вместе с велосипедистом, если он совершает поворот по закруглению дороги радиусом 200 м, двигаясь со скоростью 36 км/ч, а сила трения резины о дорогу равна 40 Н?