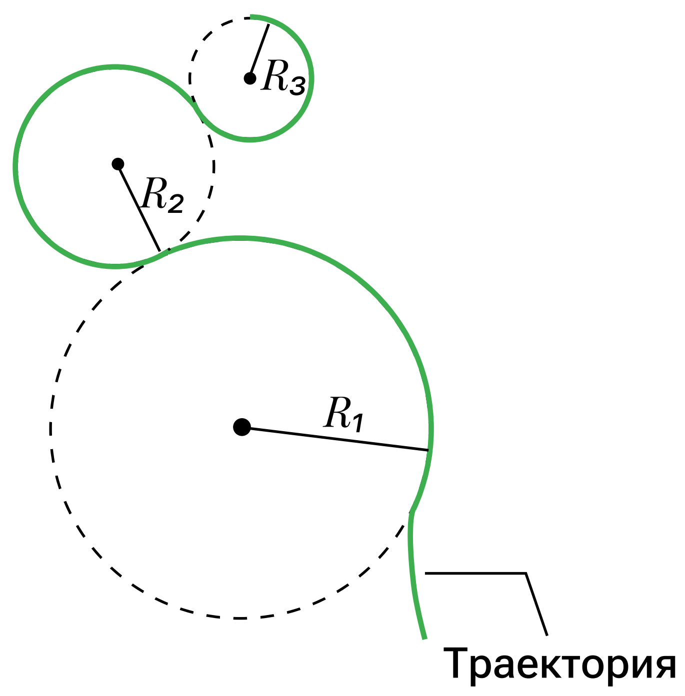
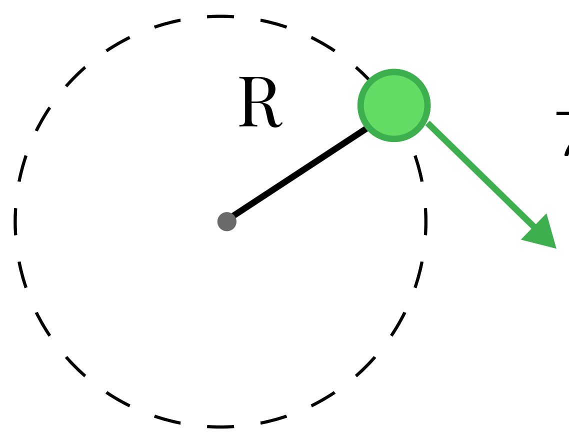
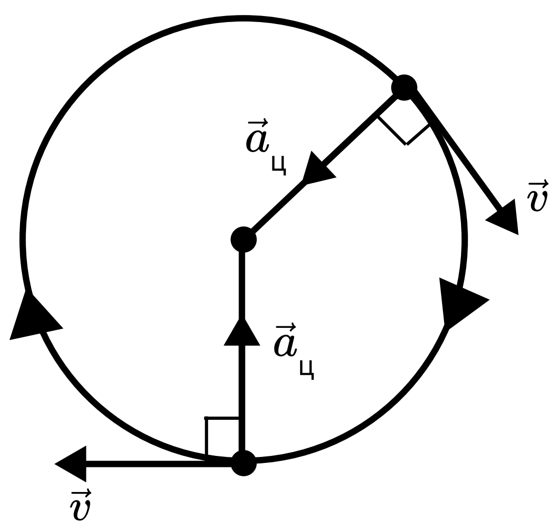
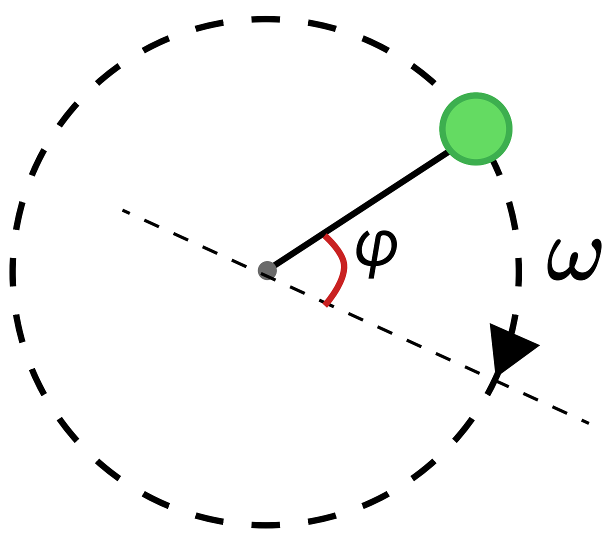
РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ



Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью — частный случай криволинейного движения.

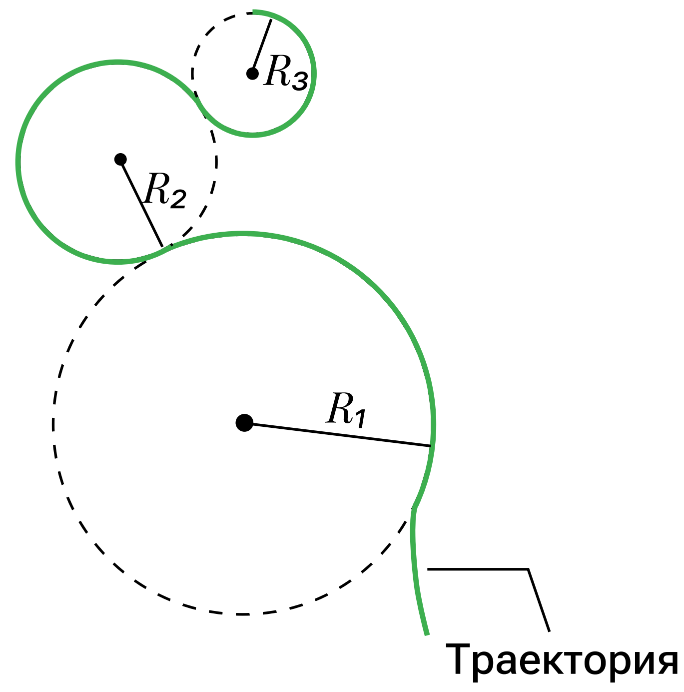
Любую криволинейную траекторию можно достроить до окружности.

Физическая величина	Формула
Период – это время, за которое тело совершает один полный оборот. [T] = 1 с	$T = \frac{t}{N}$
Частота вращения – это число оборотов за единицу времени. [ν] = 1 с$^{-1}$ (Гц)	$\nu = \frac{N}{t}$
Связь периода и частоты $\nu = \frac{1}{T}$ и $T = \frac{1}{\nu}$	
Линейная скорость – это скорость, с которой тело движется по окружности. [v] = 1 м/с Направлена по касательной к траектории	 $\vec{v}$ $(\lvert v \rvert = \text{const})$ $v = \frac{2\pi R}{T}$ $v = \omega R$
Центростремительное ускорение – это ускорение, характеризующее быстроту изменения направления вектора линейной скорости. [$a_ц$] = м/с^2 Направлено по радиусу окружности к ее центру	 $a_ц = \frac{v^2}{R}$ $a_{цс} = \omega^2 R$
Угловая скорость – это физическая величина, равная отношению угла поворота к времени, за которое поворот произошел. [ω] = 1 рад/с	 $\omega = \frac{\varphi}{\Delta t}$ $\omega = 2\pi\nu$ $\omega = \frac{2\pi}{T}$

ТЕОРИЯ № 9. РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ПО ОКРУЖНОСТИ

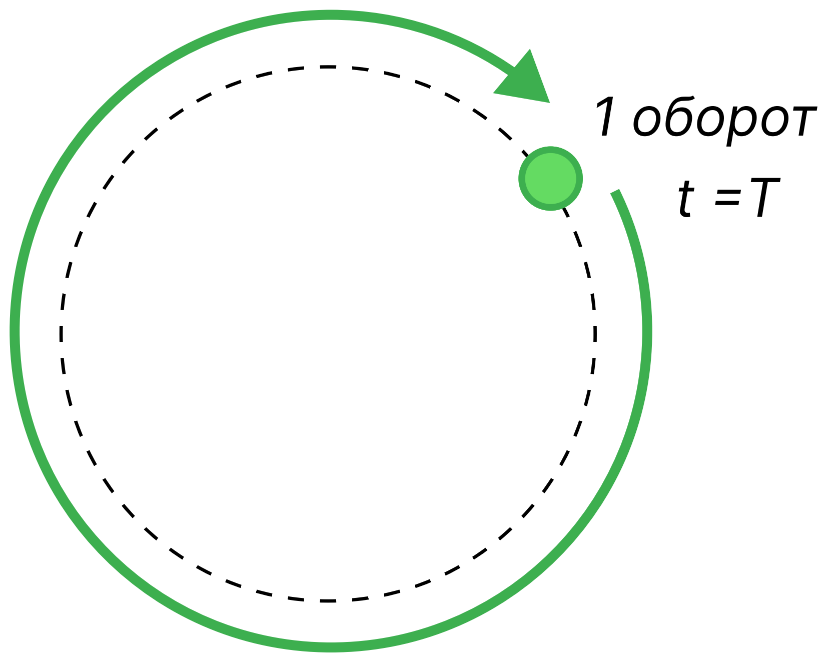
КРИВОЛИНЕЙНОЕ ДВИЖЕНИЕ

Движение по окружности с постоянной по модулю скоростью — частный случай криволинейного движения. Любую криволинейную траекторию можно достроить до окружности.



Движение по окружности встречается в повседневной жизни довольно часто: вращение колеса автомобиля, пластинка на проигрывателе, Земля движется вокруг Солнца, стрелки часов ходят по кругу.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ



Главной отличительной особенностью этого вида движения является то, что оно периодическое (повторяющееся). Рассмотрим некоторую точку, после совершения 1 оборота она возвращается в исходное положение.

Интервал времени, за который тело совершает один оборот по окружности, называется периодом обращения.

Период (T) — это время, за которое тело совершает один полный оборот.

В СИ: [T] = 1 с

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

где N — количество оборотов,

t — время, за которое эти обороты совершены.

Частота вращения (ν) — это число оборотов за единицу времени.

В СИ: [ν] = 1 с$^{-1}$ (Гц)

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

Период и частота — взаимно обратные величины:

!

$$\boxed{\nu = \frac{1}{T} \text{ и } T = \frac{1}{\nu}}$$

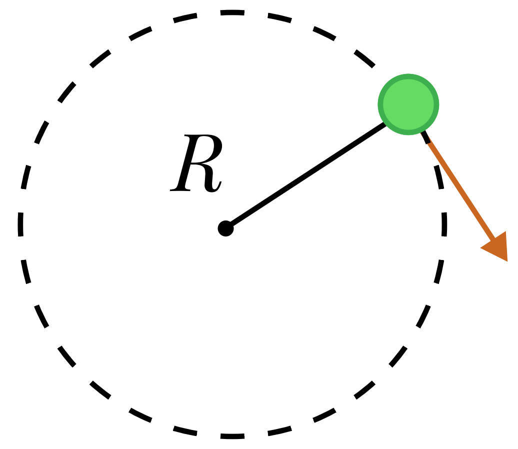
КИНЕМАТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДВИЖЕНИЯ

При прямолинейном движении скорость тела направлена в ту же сторону, куда и движется тело. При движении по окружности вектор скорости направлен по касательной к окружности.

Линейная скорость (v) — это скорость, с которой тело движется по окружности.

В СИ: $[v]$ = 1 м/с

При изучении движения по окружности мы рассматриваем только случай, когда скорость тела остаётся постоянной. Поскольку движение равномерное, то и скорость будем искать как:



$$v = \frac{S}{T}$$

Из курса геометрии вы уже знаете, что S — длина окружности может быть найдена S=$2\pi R$

$$\boxed{v = \frac{2\pi R}{T}}$$

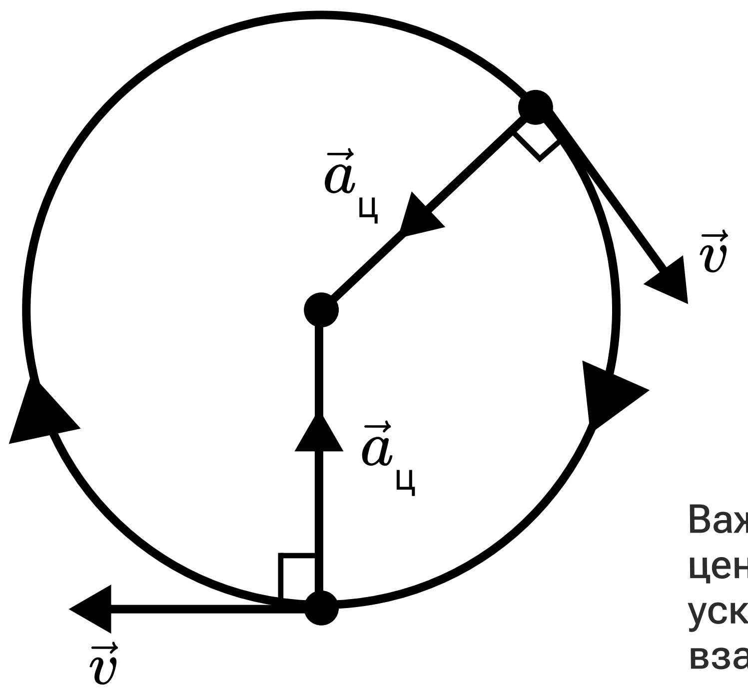
УСКОРЕНИЕ

Мы рассматриваем только равномерное движение по окружности (это означает, что числовое значение скорости не меняется). В таком случае есть ли у тела ускорение?

Мы привыкли считать, что ускорение появляется только в случаях изменения скорости подразумевая под этим модуль. Однако, обратите внимание, что в различных точках окружности вектор скорости меняет направление.

ВАЖНО!

Ускорение возникает при любом изменении скорости по модулю или по направлению.



Важно помнить, что вектор центростремительного ускорения и вектор скорости взаимно перпендикулярны.

Так как при равномерном движении по окружности меняется направление вектора скорости, то такое движение является движением с ускорением. Ускорение, которое изменяет направление скорости, называется центростремительным.

Центростремительное ускорение ($a_ц$) — это ускорение, характеризующее быстроту изменения направления вектора линейной скорости.

В СИ: $[a_ц]$ = м/с^2

В соответствии с названием легко понять, что центростремительное ускорение всегда направлено по радиусу окружности к её центру.

Модуль вектора центростремительного ускорения определяется формулой:

$$\boxed{a_ц = \frac{v^2}{R}}$$

УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ

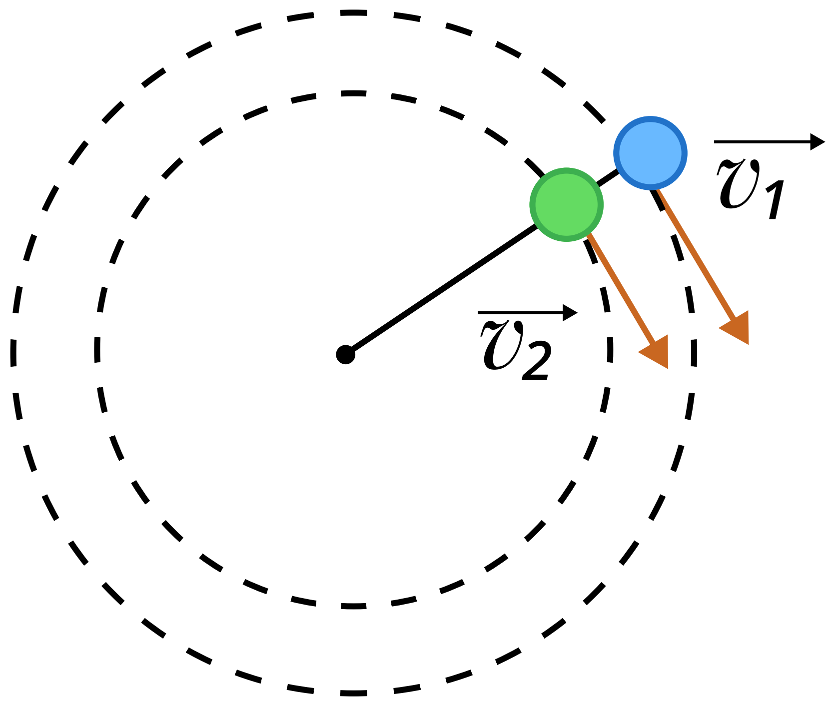
Линейная скорость тела не всегда удобна для описания движения по окружности.

Обращали ли вы внимание на разметку стадиона для легкоатлетов? Линия старта смещена. Очевидно, чем дальше спортсмен от центра стадиона тем больший путь он будет проходить (радиус окружности связан с путём через $S=2\pi R$). Что было бы, если линия старта находилась на одном уровне для всех участников?

Чтобы прийти к финишу одновременно, т.е. потратить равное время бегуны должны пройти разный путь, а значит двигаться с разной скоростью. Участнику, находящемуся на большем радиусе изначально будет сложнее. Это несправедливые условия для соревнований.

ВАЖНО!

Линейная скорость для тел, находящихся на одной линии, но на окружностях разных радиусов будет разной. Чем больше радиус окружности, тем больше линейная скорость. Данную прямую зависимость выражает сама формула линейной скорости.



$T_1 = T_2$

$v_1 \neq v_2$

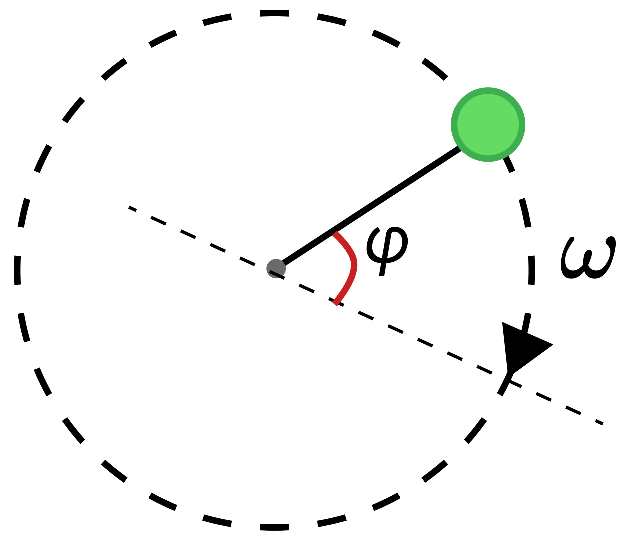
Однако, обратите внимание, что тела вращающиеся относительно оси, и находящиеся на разных радиусах, поворачиваются вокруг оси на одинаковый угол. Поэтому была введена физическая величина, характеризующая угол поворота — угловая скорость.

Угловая скорость (ω) — это физическая величина, равная отношению угла поворота к времени, за которое поворот произошёл.

ω — греческая буква «омега»

В СИ: [ω] = 1 рад/с (радиан в секунду)

$$\omega = \frac{\varphi}{\Delta t}$$

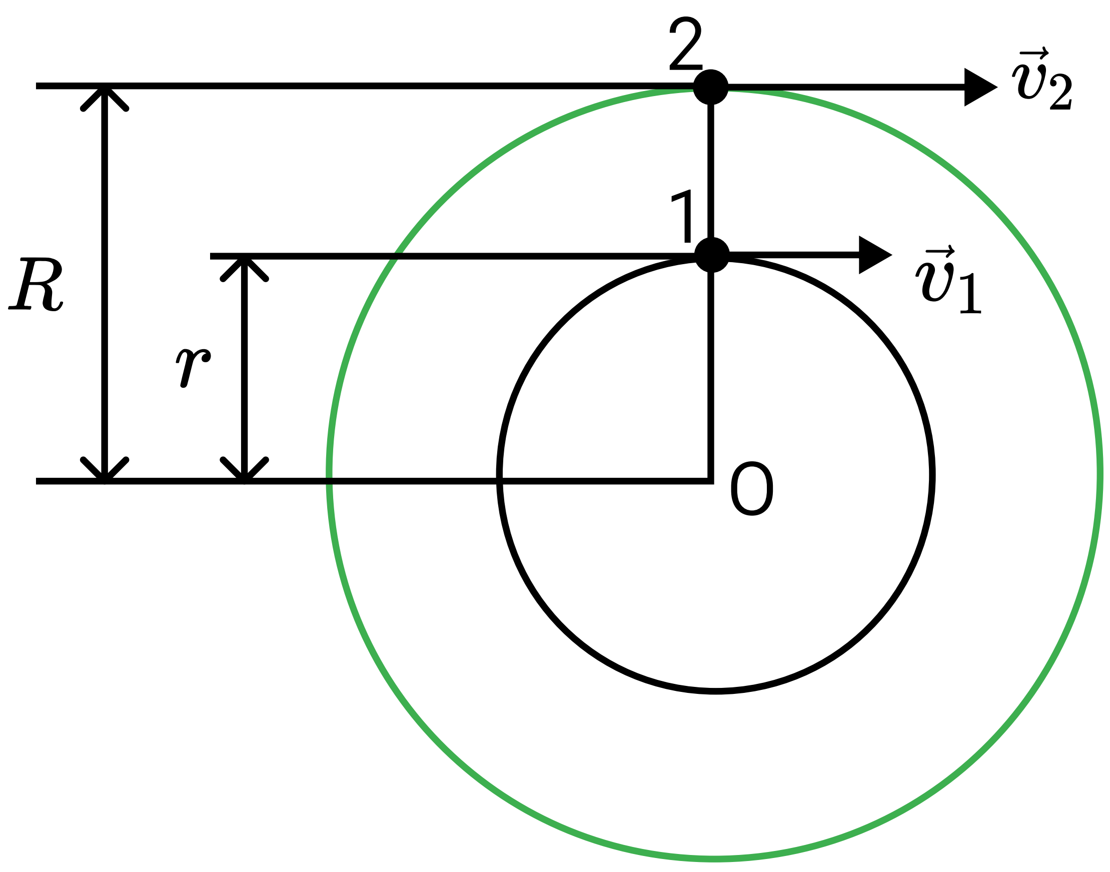


где φ — угол поворота, рад

Δt — промежуток времени, с

Для тел, находящихся на одной линий, но на разных радиусах линейная скорость различна, угловая одинакова.

$$v_1 = \omega r \quad v_2 = \omega R \quad \frac{v_1}{v_2} = \frac{r}{R}$$



Если мы рассматриваем один полный оборот, то угол этого поворота составит $\varphi = 2\pi$ в радианах, а промежуток времени $\Delta t = T$.

Тогда

!

$$\boxed{\omega = \frac{2\pi}{T}}$$

Используем связь периода и частоты

$$\boxed{\omega = 2\pi\nu}$$

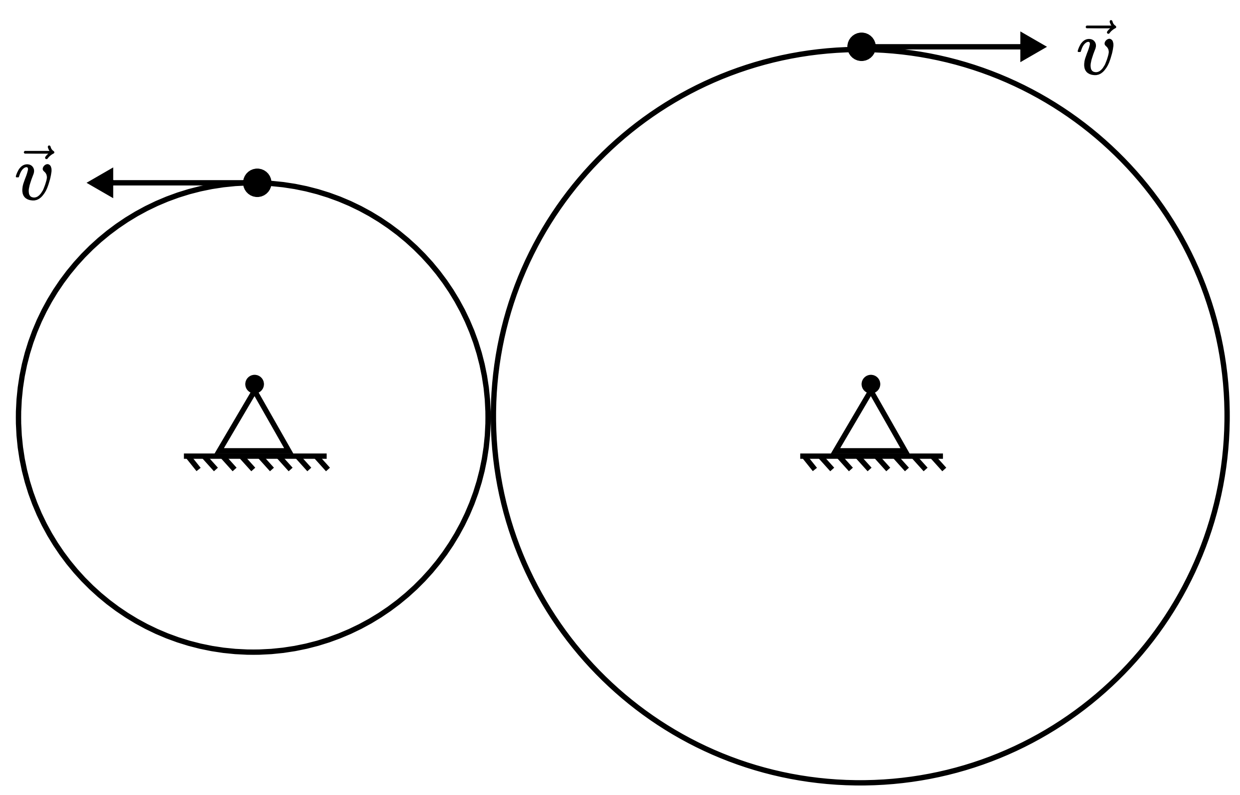
Линейная скорость может быть выражена через угловую:

$$\boxed{v = \omega R}$$

Центростремительное ускорение через угловую скорость

$$a_{цс} = \omega^2 R$$

Если рассматривать равномерное движение двух сцепленных тел, то в этом случае одинаковыми будут линейные скорости, а угловые скорости тел будут различны в зависимости от радиуса тела:



$$v = \omega_1 R_1 \quad v = \omega_2 R_2 \quad \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1}$$

РАДИАНЫ

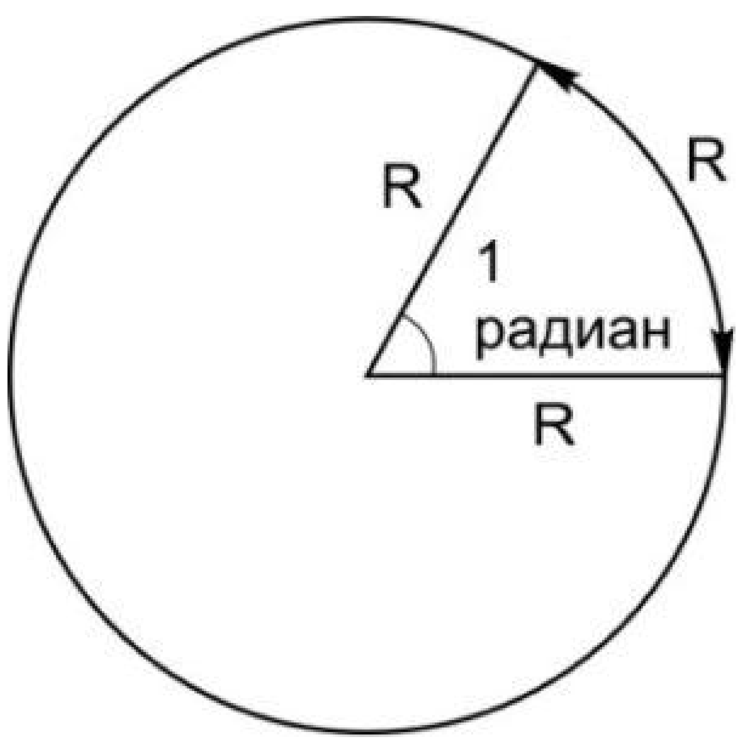
Мы привыкли измерять углы в градусах. Полный круг — это 360°. Радиан — это гораздо более естественная и фундаментальная единица измерения углов.

Так, чтобы найти длину дуги в градусах необходимо воспользоваться формулой

$$L = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ}$$

где α — угол в градусах. Постоянное деление на 180 — это некрасиво и усложняет расчёты.

Радиан — это центральный угол, который опирается на дугу, равную по длине радиусу окружности.



Если 1 радиан опирается на дугу длиной R, то: угол в 2 радиана опирается на дугу длиной 2R, угол в 3 радиана опирается на дугу длиной 3R и так далее...

Возникает простая формула для нахождения длины дуги:

$L = R \cdot \varphi$
φ — угол в радианах

Длина всей окружности $2\pi R$ и мы теперь знаем новую формулу для нахождения $R \cdot \varphi$

Приравняем их

$2\pi R = R \cdot \varphi$

Отсюда получаем, что $\varphi = 2\pi$

Вывод: В полной окружности содержится 2π радиан.
Это и есть ключевое соотношение:

$$360° = 2\pi \text{ радиан.}$$

Отсюда легко получить:

$180° = \pi$ радиан

$90° = \pi/2$ радиан

$60° = \pi/3$ радиан

$45° = \pi/4$ радиан

$30° = \pi/6$ радиан