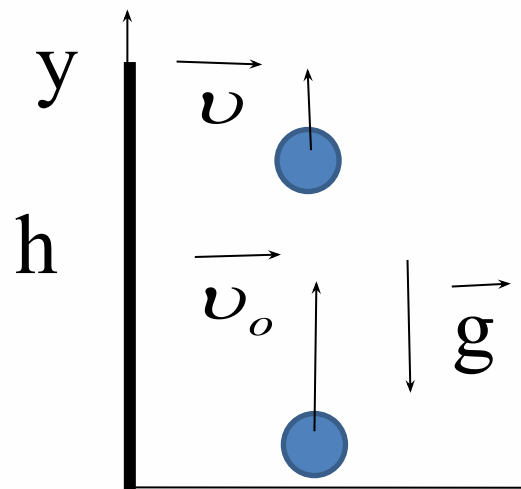
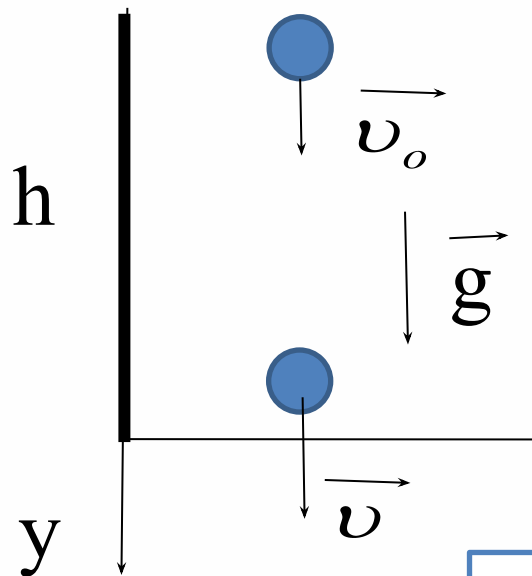


# Свободное падение тел



$$v = v_0 \pm gt$$

$$h = v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$

$$y = y_0 \pm v_0 t \pm \frac{gt^2}{2}$$



$$t_{\text{полн}} = \frac{2v_0}{g}$$

$$t_{\uparrow} = t_{\downarrow} = \frac{v_0}{g}$$

$$h_{\text{max}} = \frac{v_0^2}{2g} \text{ - максимальная высота}$$

подъема

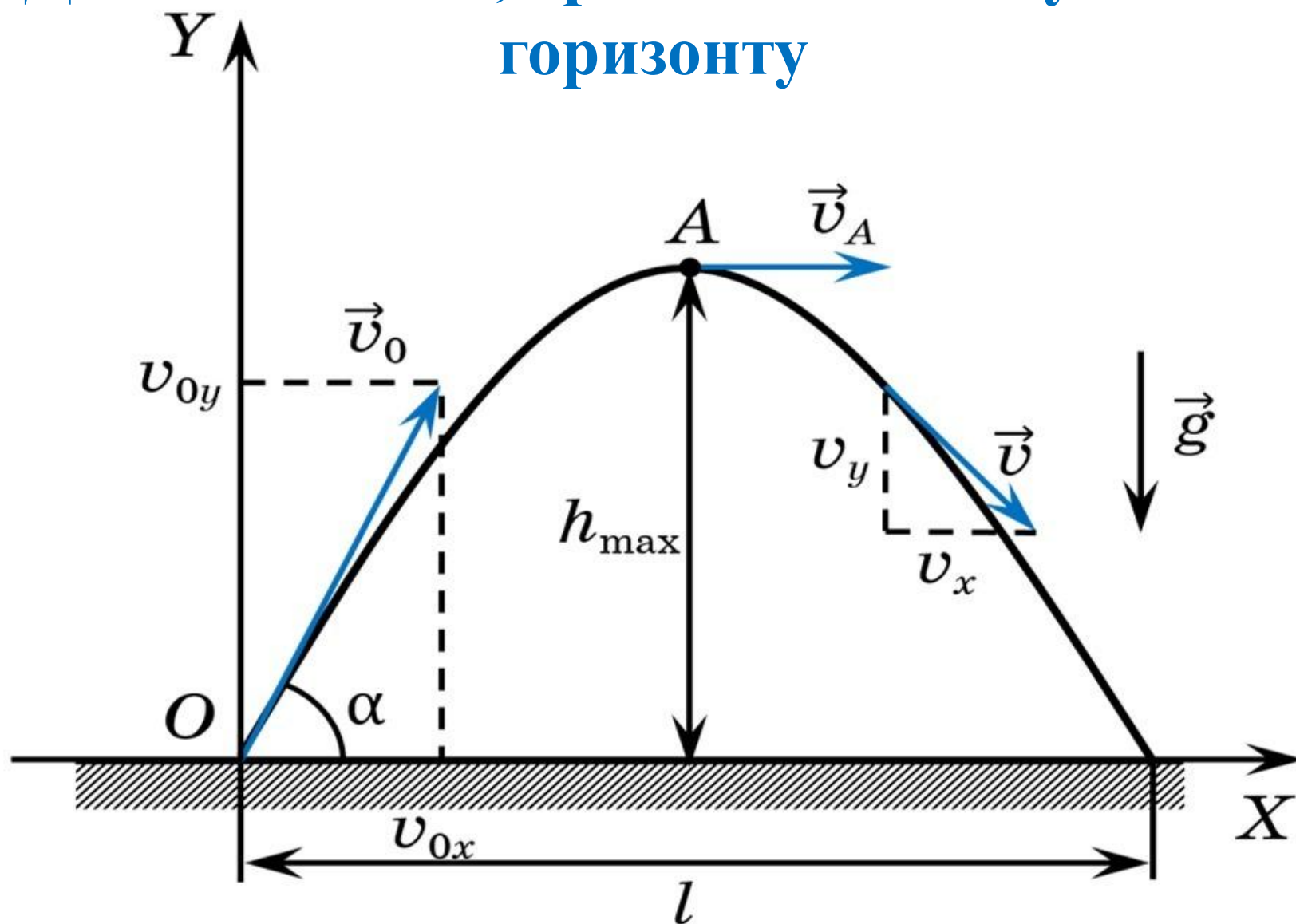
$$t_{\downarrow} = \sqrt{\frac{2h}{g}} \text{ - время падения, если } v_0 = 0$$

$$v = \sqrt{2gh} \text{ - скорость в момент}$$

падения, если  $v_0 = 0$



# Движение тела, брошенного под углом к горизонту



Проекции начальной скорости на оси X и Y:

$$v_{ox} = v_o \cdot \text{Cos}\alpha \quad v_{oy} = v_o \cdot \text{Sin}\alpha$$

По оси X тело движется равномерно:

$$v_x = v_{ox} = v_o \cdot \text{Cos}\alpha = \text{Const}$$

$$x = x_o + v_o t \cdot \text{Cos}\alpha$$

- уравнение  
равномерного  
движения по OX

Если  $x_o=0$ , то  $x = v_o t \cdot \text{Cos}\alpha$



По оси  $Y$  тело движется с ускорением, т.к. на него действует сила тяжести:

$$g \uparrow \downarrow OY$$

$$v_y = v_{oy} - gt = v_o \cdot \text{Sin} \alpha - gt$$

$$y = y_o + v_o t \cdot \text{Sin} \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

- уравнение равнозамедленного движения по  $OY$

Если  $y_o=0$ , то 
$$y = v_o t \cdot \text{Sin} \alpha - \frac{gt^2}{2}$$



Из этой формулы найдем время всего полета.  
Полет закончится, когда  $y=0$ .

$$0 = v_0 t \cdot \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

$$0 = \left( v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{gt}{2} \right) \cdot t$$

$$0 = v_0 \cdot \sin \alpha - \frac{gt}{2} \quad t = 0$$

$$v_0 \cdot \sin \alpha = \frac{gt}{2}$$

$$t_{\uparrow} = t_{\downarrow} = \frac{v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$t = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

- время всего  
полета



$$x_{\max} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

- максимальная  
дальность полета

$$h_{\max} = y_{\max} = \frac{v_0^2 \sin^2 \alpha}{2g}$$

- максимальная  
высота подъема

$$y = x \cdot \operatorname{tg} \alpha - \frac{gx^2}{2v_0^2 \operatorname{Cos}^2 \alpha}$$

- уравнение  
траектории;  
график -  
парабола



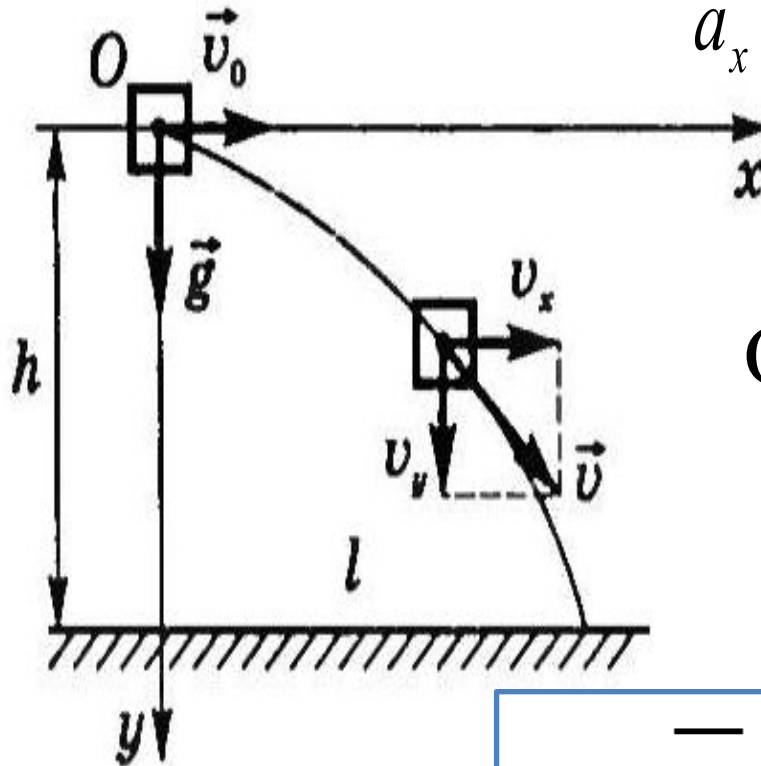
# Движение тела, брошенного

## ГОРИЗОНТАЛЬНО

OX:  $x_0=0$

$$v_x = v_{ox} = v_o = \text{Const}$$

$a_x = 0$  - равномерное движение



$$x = v_o \cdot t$$

OY:  $y_0=0$   $v_{oy} = 0$   $v_y = g \cdot t$

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2}$$

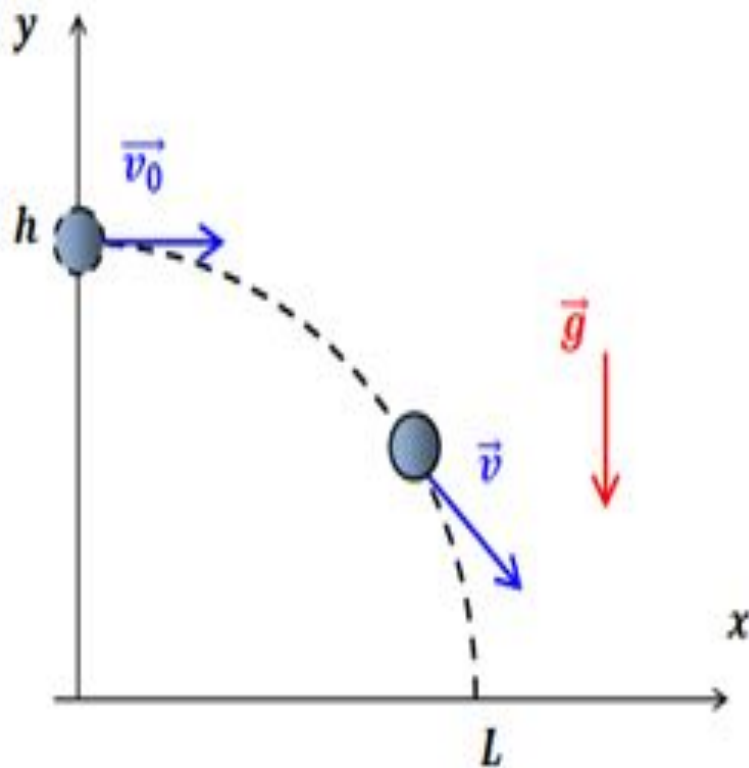
$$x = v_o \cdot t$$

$$y = \frac{g \cdot t^2}{2}$$





# Движение тела, брошенного горизонтально



$$y_0 = h \quad v_y = -gt$$

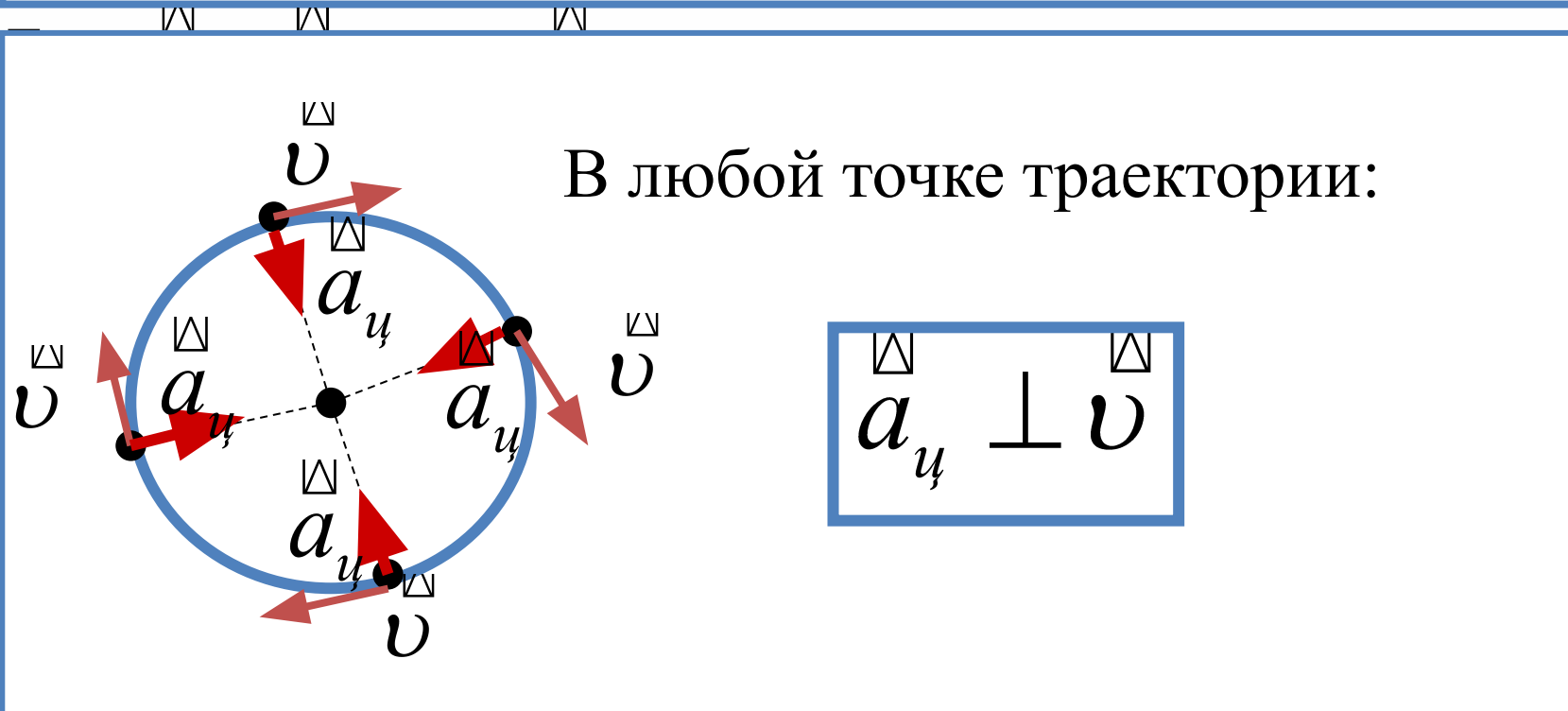
$$v_y^2 = v_0^2 - \frac{gx^2}{2}$$

$$y = h - \frac{gx^2}{2v_0^2}$$

- уравнение траектории



**Равномерное движение по окружности** – это движение по окружности с постоянной по модулю скоростью.

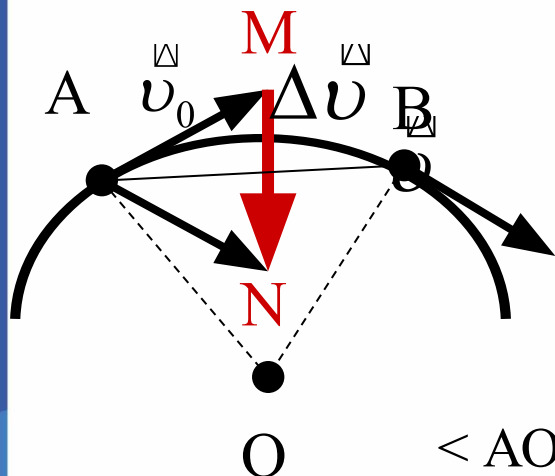


При равномерном движении по окружности его ускорение во всех точках окружности устремлено к центру – **центростремительное ускорение.**

$a_c$  – центростремительное ускорение



Найдём модуль ускорения:



Рассмотрим  $\triangle AOB$  и  $\triangle AMN$

$\triangle AOB$  – равнобедренный, т.к.  $OA=OB=R$

$\triangle AMN$  – равнобедренный, т.к.  $v_0 = v$

$\angle AOB = \angle MAN$ , т.к. они образованы взаимно  $\perp$  сторонами:  $v_0 \perp OA$   $v \perp OB$

$$\Rightarrow \triangle AOB \text{ подобен } \triangle AMN \Rightarrow \frac{\Delta v}{AB} = \frac{v}{R} \quad \text{но т.к. } AB = l =$$

$$\frac{\Delta v}{vt} = \frac{v}{R} \quad \text{или} \quad \frac{\Delta v}{t} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R}$$

Т. к.  $v = const$  и  $R = const$  то  $a = const$



$$\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} \Rightarrow \boxed{\vec{a} \uparrow \uparrow \vec{F}}$$

Сила, под действием которой тело движется по окружности с постоянной по модулю скоростью в каждой точке направлена по радиусу к центру окружности – *сила центростремительная*.

$$F_{ц} = ma = \frac{v^2 m}{R}$$

$$\boxed{F_{ц} = \frac{v^2 m}{R}}$$

Центростремительная сила

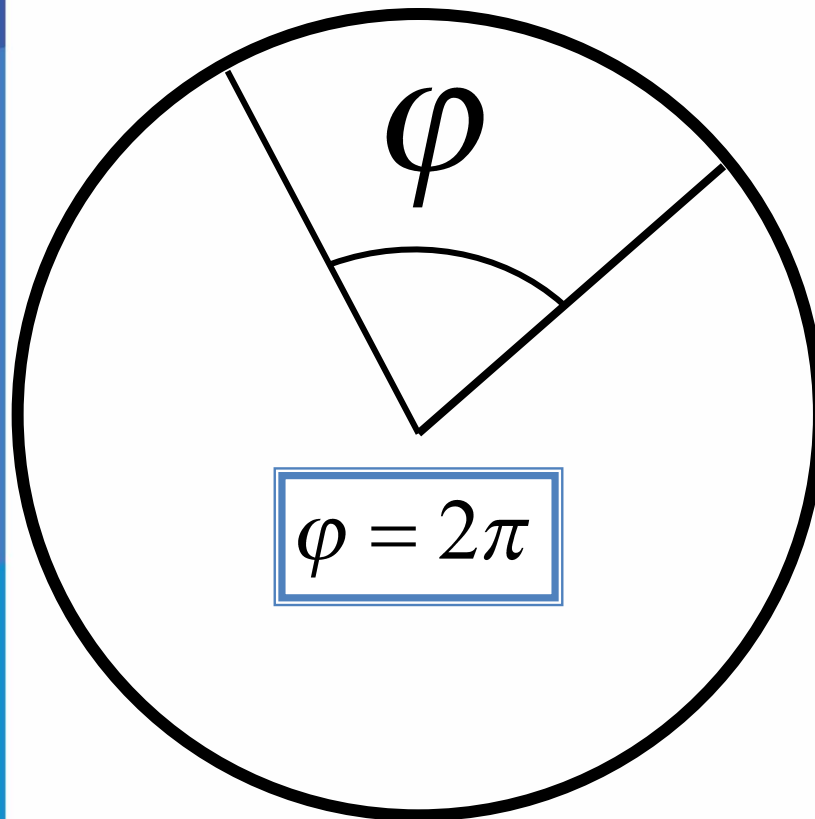


# Характеристики

$\varphi$  - угловое перемещение

$[\varphi] - \text{рад}$

за один период



**Радян** – угол между двумя радиусами, длина дуги между которыми равна радиусу.



*Период обращения*  $T$  – это промежуток времени, в течение которого материальная точка совершает один оборот при равномерном движении по окружности.

$$[T] = 1c$$

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

$t$  – время обращения;  
 $N$  – число оборотов



*Частота обращения  $\nu$*  – это число оборотов, совершаемых материальной точкой при равномерном движении по окружности за единицу времени.

$$\nu = \frac{1}{T}$$

$$[\nu] = 1 \text{ об} / \text{с} = 1 \text{ с}^{-1} = 1 \text{ Гц}$$



Период в случае равномерного кругового движения будет равен отношению длины окружности к скорости, с которой движется тело:

$$l = 2\pi R$$

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

$$[v] = \text{м} / \text{с}$$

← Линейная скорость

**Линейная** скорость показывает путь, пройденный телом за единицу времени.





Движение по окружности характеризуется также угловой скоростью  $\omega$

$$[\omega] = \text{рад} / \text{с}$$

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

За один период

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

$$a = \omega^2 R$$

