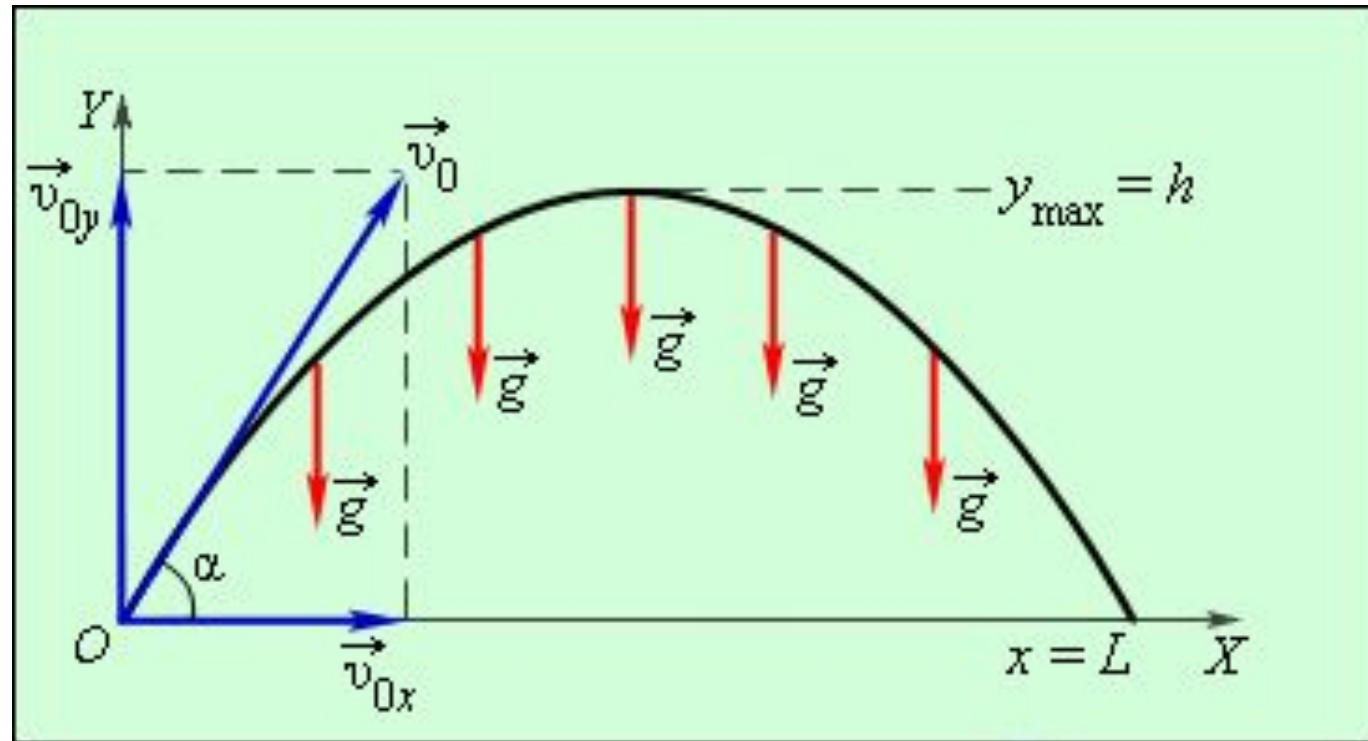


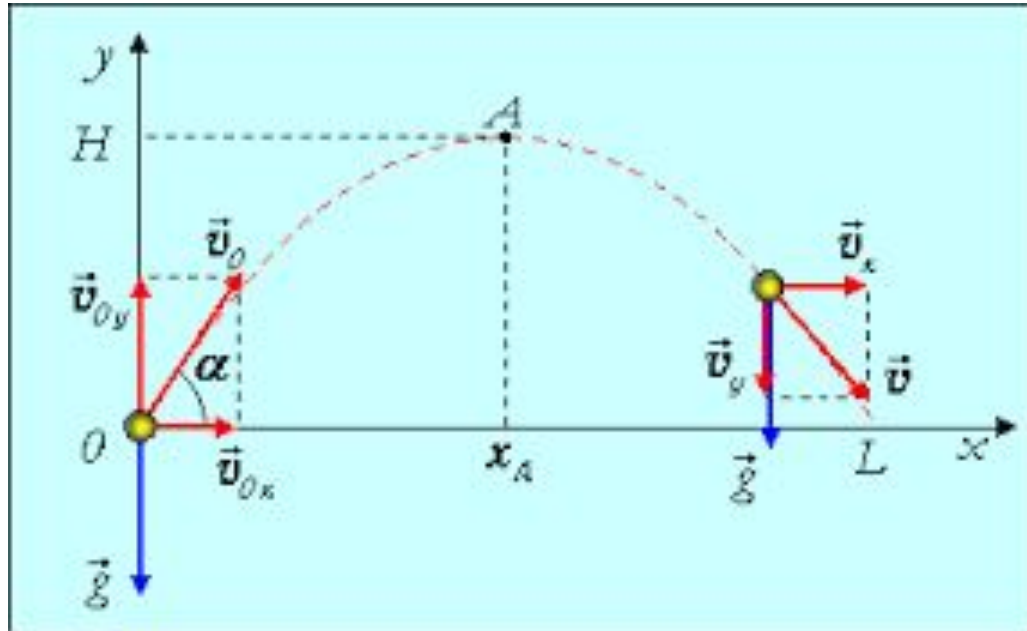
# Кинематика 3

© В.Е. Фрадкин, 2016

# Движение тела, брошенного горизонтально или под углом к горизонту



# Движение тела, брошенного горизонтально или под углом к горизонту



- Движение вдоль оси  $Ox$  – равномерное
- Движение вдоль оси  $Oy$  – равноускоренное с ускорением  $\vec{g}$

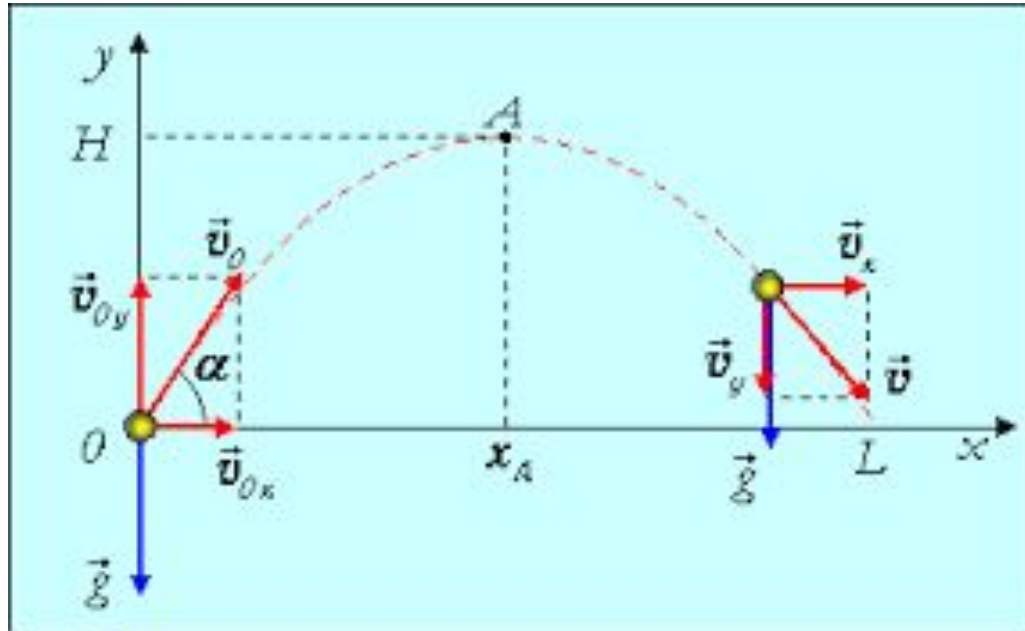
$$x = v_{0x}t = v_0 t \cos \alpha$$

$$y = v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$

# Движение тела, брошенного горизонтально или под углом к горизонту

$$x = v_{0x}t = v_0 t \cos \alpha$$

$$y = v_{0y}t + \frac{g_y t^2}{2} = v_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2}$$



- Точка падения:  $x = L$

$$y = 0$$

$$v = v_0$$

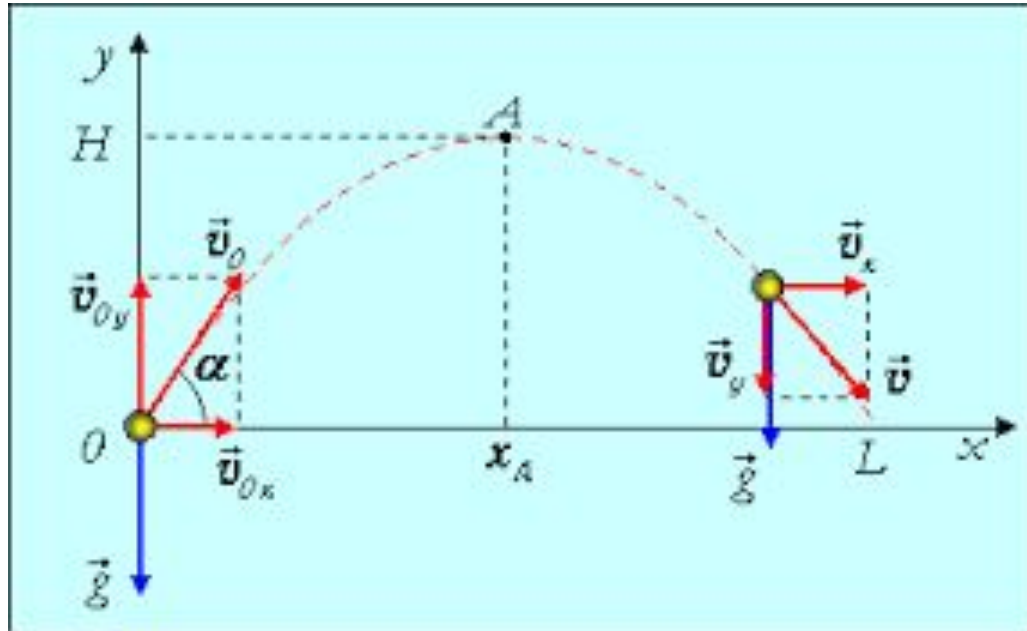
$$t = t_{\text{полета}}$$

- Максимальная высота:  $x = \frac{L}{2}$

$$y = H$$

$$v = v_0 \cos \alpha$$

# Движение тела, брошенного горизонтально или под углом к горизонту



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

$$0 = t_{\text{полета}} \left( v_0 \sin \alpha - \frac{gt_{\text{полета}}}{2} \right)$$

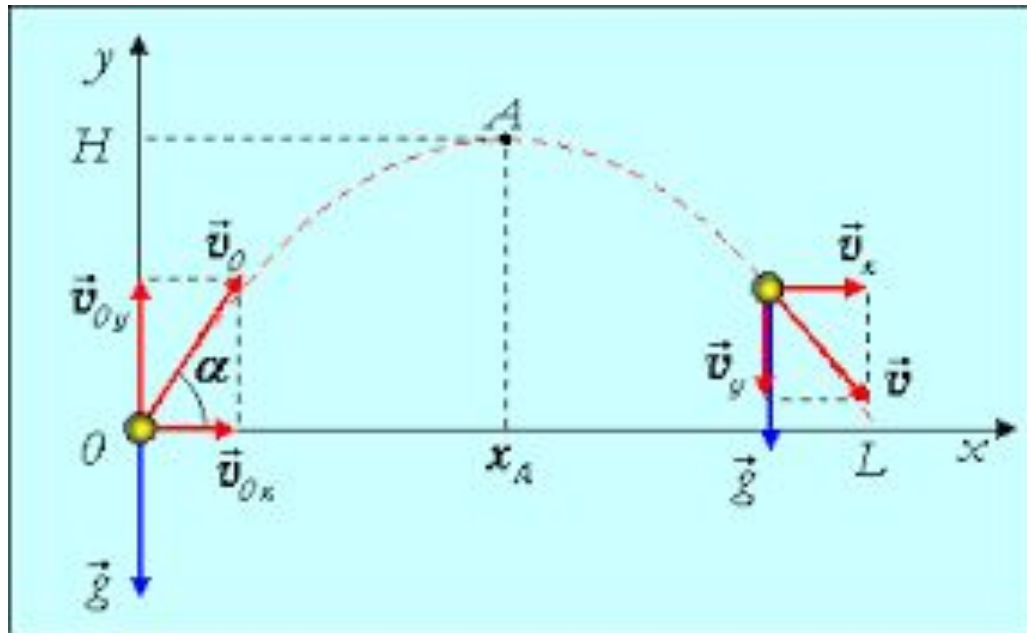
$$t_{\text{полета}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

• Точка падения:  $x = L$

$$y = 0$$

$$v = v_0$$

# Движение тела, брошенного горизонтально или под углом к горизонту



$$t_{\text{полета}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

$$L = v_0 t_{\text{полета}} \cos \alpha$$

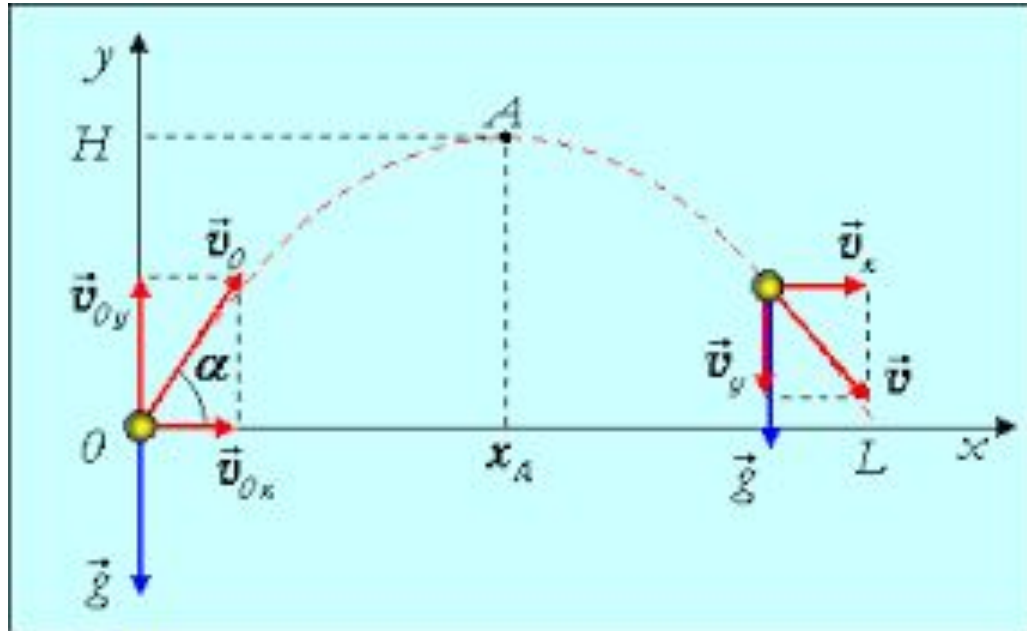
$$L = \frac{2v_0^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g} = \frac{v_0^2 \sin 2\alpha}{g}$$

• Точка падения:  $x = L$

$$y = 0$$

$$v = v_0$$

# Движение тела, брошенного горизонтально или под углом к горизонту



$$t_{\text{полета}} = \frac{2v_0 \sin \alpha}{g}$$

Максимальная высота:  $x = \frac{L}{2}$   
 $y = H$

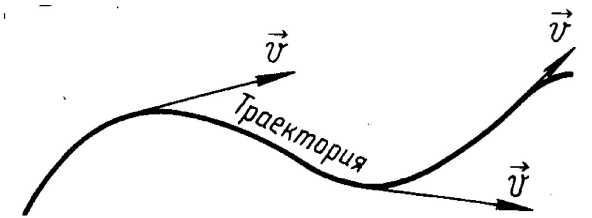
$$v = v_0 \cos \alpha$$

$$H = v_0 t_{\text{полета}} \sin \alpha - \frac{g t_{\text{полета}}^2}{2} =$$

$$\frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g} - \frac{g}{2} \frac{4v_0^2 \sin^2 \alpha}{g^2} = \frac{2v_0^2 \sin^2 \alpha}{g}$$

# Криволинейное движение

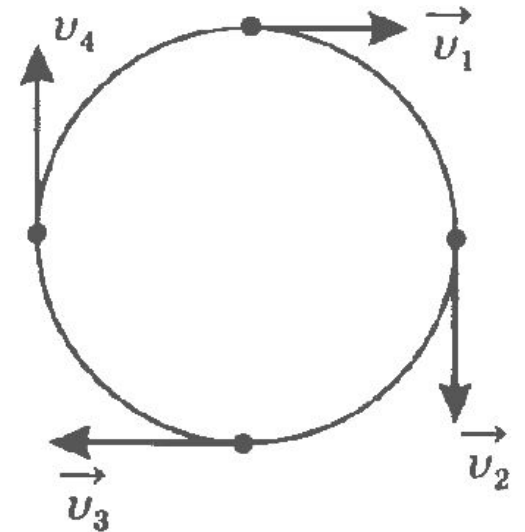
- При криволинейном движении вектор скорости всегда направлен по касательной к траектории движения.
- Любое криволинейное движение можно представить в виде суммы прямолинейных движений и движений по окружностям разных радиусов.
- Скорость изменяется как по величине, так и по направлению. Вектор ускорения направлен под углом к вектору скорости





# РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ

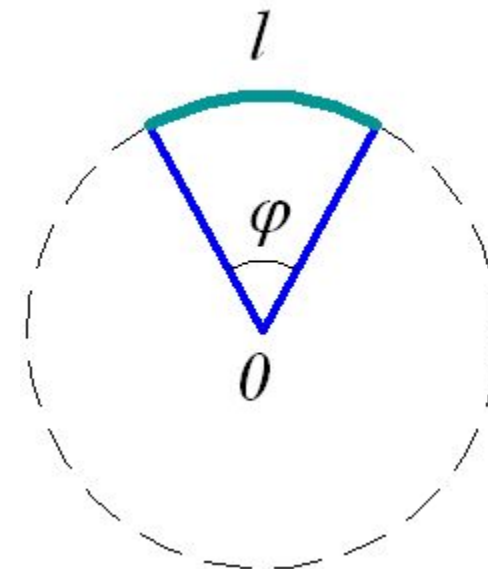
- **Равномерное движение точки по окружности** - движение точки с постоянной по модулю скоростью ( $v = \text{const}$ ) по траектории, представляющей собой окружность.
- Но, т.к. скорость всегда направлена по касательной к траектории движения, то по направлению она изменяется. Значит равномерное движение по окружности – *ускоренное движение!*



# РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ

- Линейная скорость. Вектор линейной скорости направлен по касательной к окружности в данной точке.

$$v = \frac{\Delta s}{t}$$



- Угол поворота (угловое перемещение)  $\varphi = \frac{\ell}{r}$
- Единица измерения угла наз. **радианом** (сокращение – *рад*)

# РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ

- Равномерное движение точки по окружности – это движение, при котором точка за любые равные промежутки времени совершает одинаковые угловые перемещения (поворачивается на одинаковые углы).
- Угловая скорость:  $\omega = \frac{\varphi}{t}$

$$v = \frac{\ell}{t} = \frac{\varphi \cdot r}{t} = \omega \cdot r$$

# РАВНОМЕРНОЕ ДВИЖЕНИЕ ТОЧКИ ПО ОКРУЖНОСТИ

- **Период** - физическая величина, показывающая, чему равно время, за которое точка совершает один полный оборот.

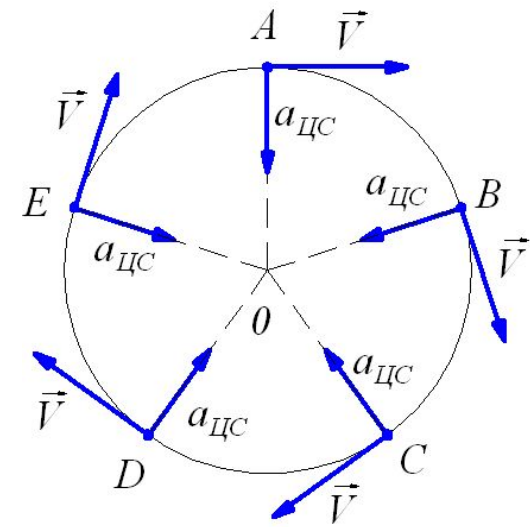
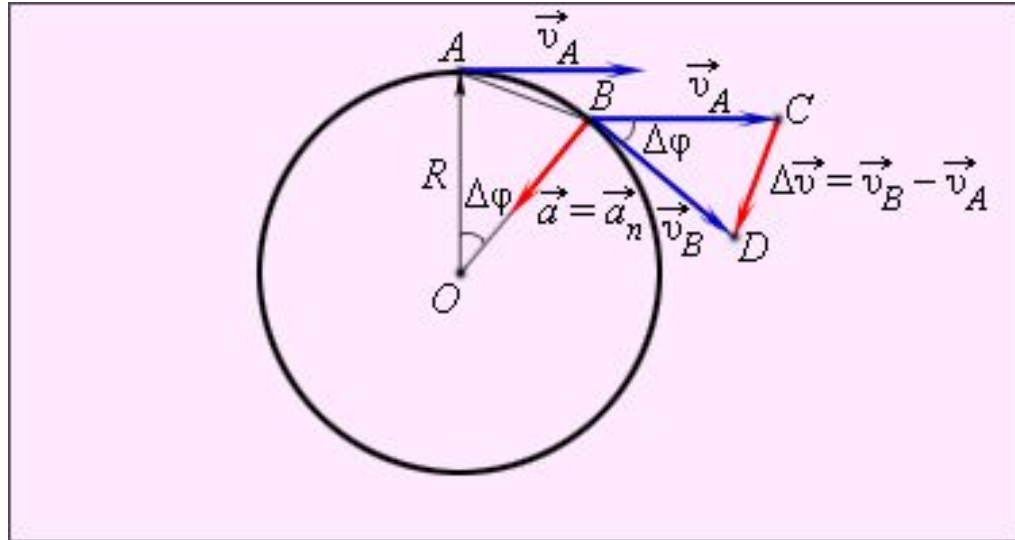
$$T = \frac{t}{N}$$

- За период точка поворачивается на угол  $2\pi$ :  $\omega = \frac{2\pi}{T}$
- **Частота** – количество оборотов, которое совершила точка за единицу времени

$$\nu = \frac{N}{t} \quad \nu = \frac{1}{T}$$

$$\omega = 2\pi\nu$$

# Центростремительное ускорение



$$a_{цс} = \frac{v^2}{r} = \omega^2 r$$