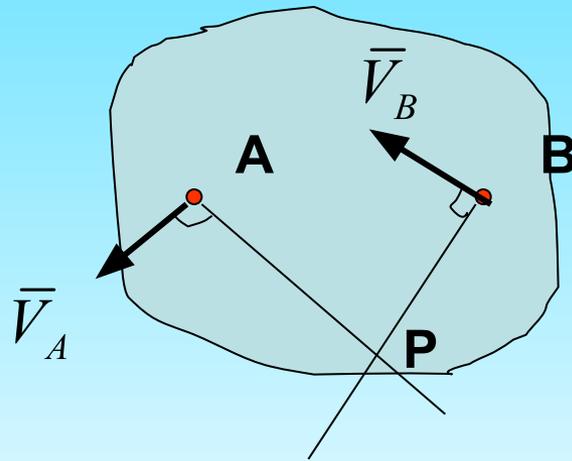


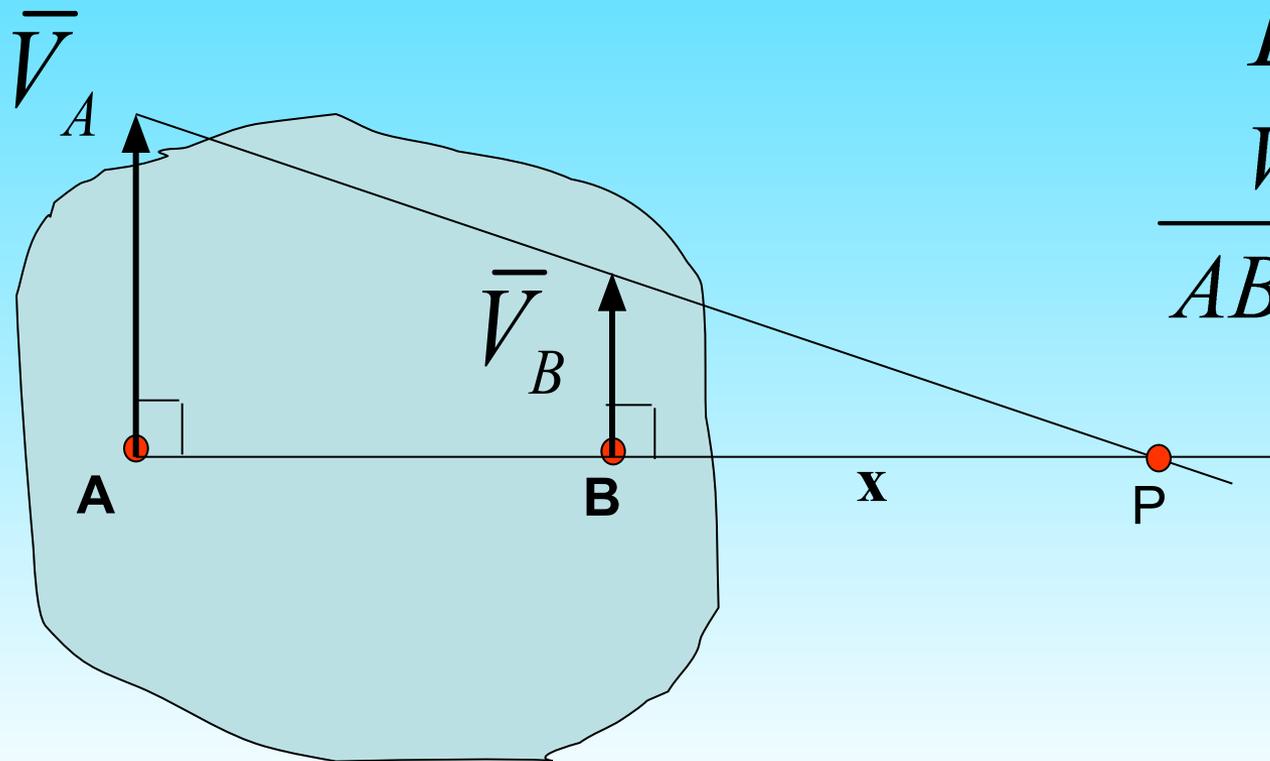
# Плоское движение твердого тела

- Известны направления скоростей 2х точек, причем скорости не параллельны



# Плоское движение твердого тела

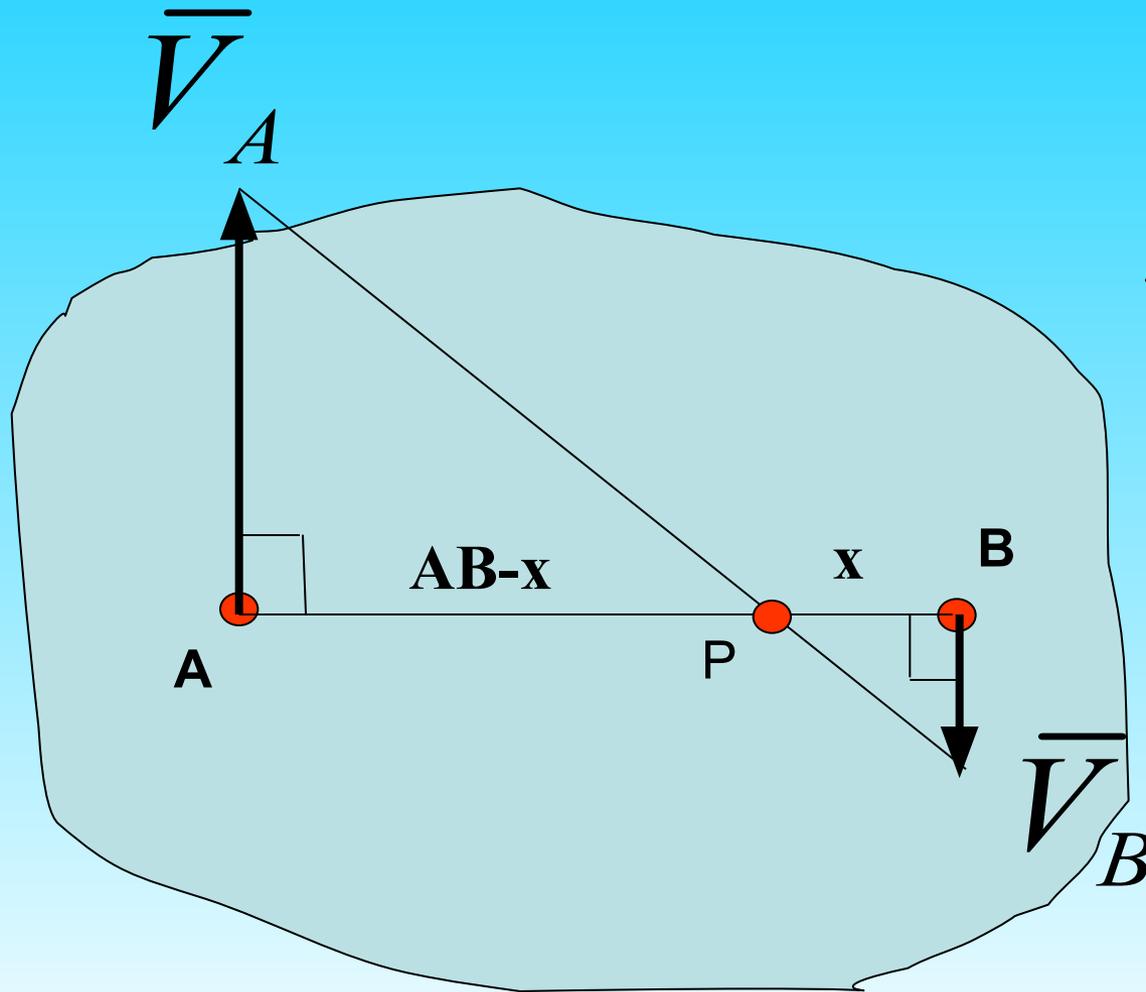
- Скорости двух точек тела параллельны, не равны между собой и перпендикулярны прямой, соединяющей эти точки



$$BP = x$$

$$\frac{V_A}{AB + x} = \frac{V_B}{x} = \omega.$$

# Плоское движение твердого тела

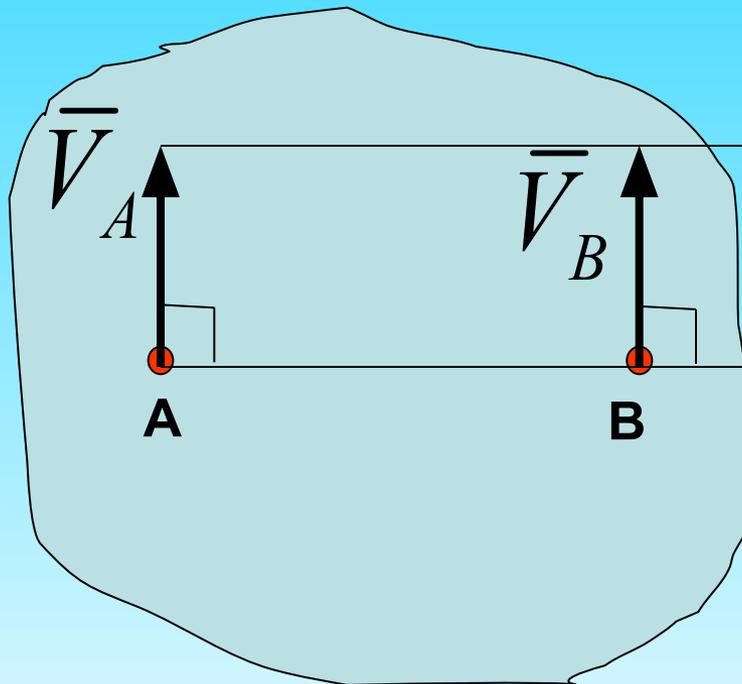


$$BP = x$$
$$\frac{V_A}{AB - x} = \frac{V_B}{x} = \omega.$$

# Плоское движение твердого тела

Скорости двух точек параллельны и равны и перпендикулярны прямой, соединяющей эти точки

$$\vec{V}_A = \vec{V}_B$$



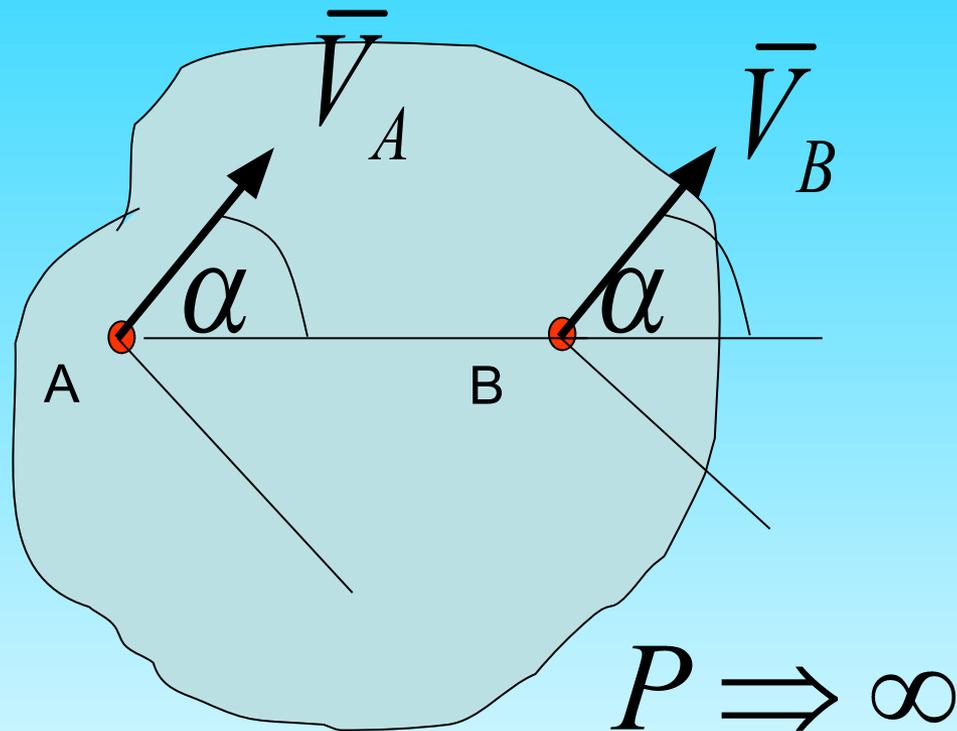
$$P \Rightarrow \infty$$

$$\omega = 0.$$

Движение называется *мгновенно поступательным*

# Плоское движение твердого тела

Скорости двух точек параллельны, но не перпендикулярны прямой, соединяющей эти точки



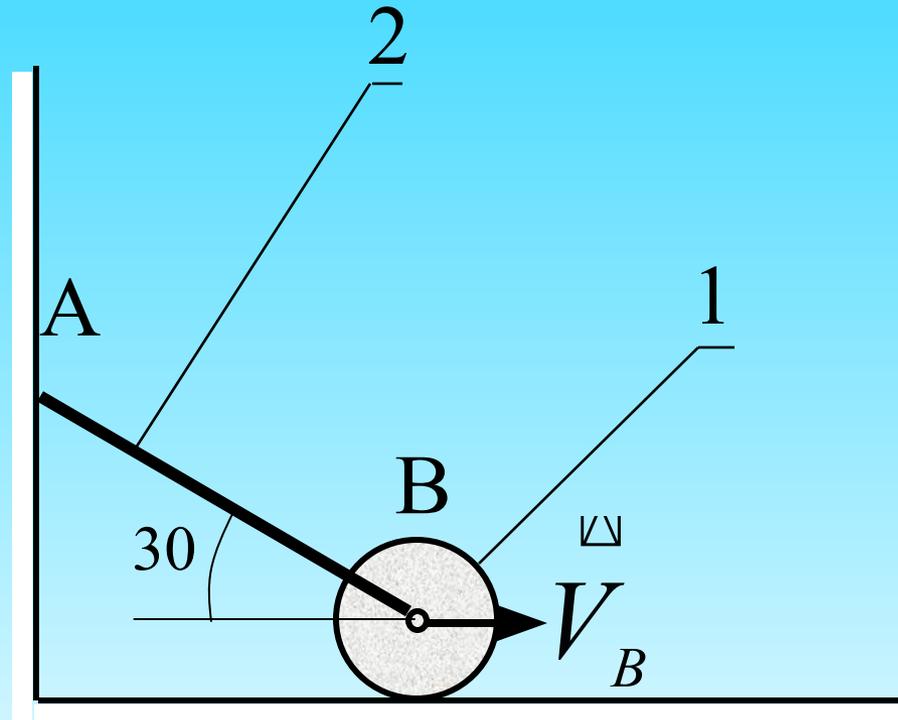
$$V_A = V_B; \quad \omega = 0.$$

Движение называется *мгновенно поступательным*

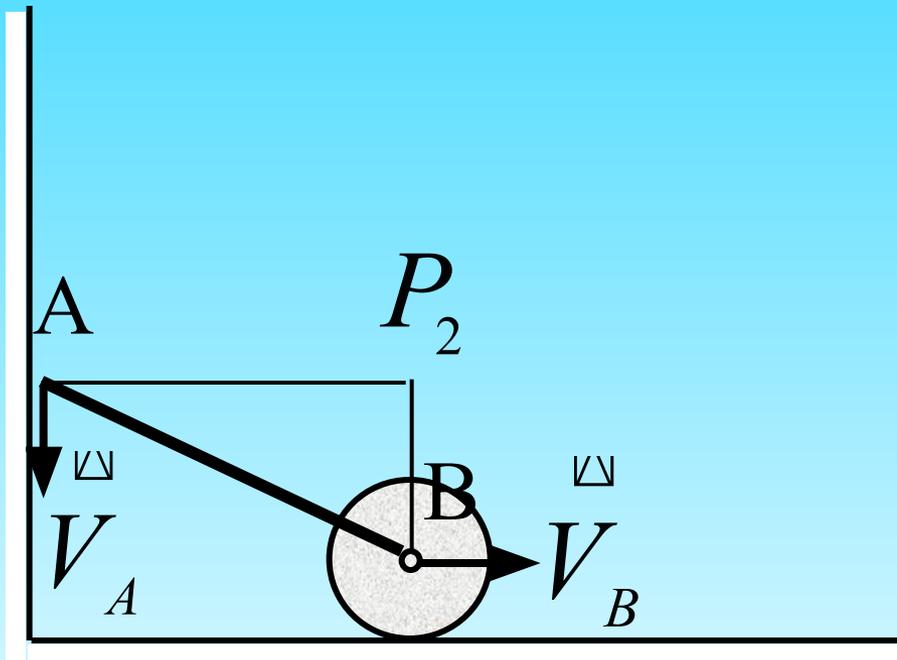
# Плоское движение твердого тела

Примеры

$$V_A = ?$$



# Плоское движение твердого тела



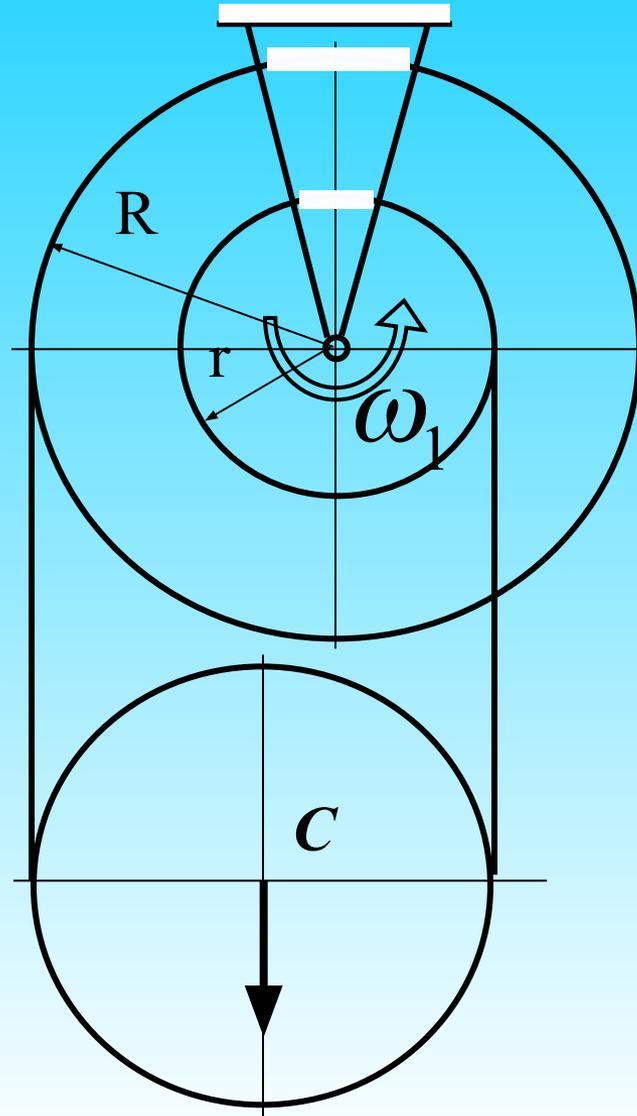
$$\frac{V_A}{AP_2} = \frac{V_B}{BP_2}$$

$$\frac{V_A}{AB \cos 30} = \frac{V_B}{AB \sin 30}$$

$$\frac{V_A \cdot 2}{\sqrt{3}} = \frac{V_B \cdot 2}{1}$$

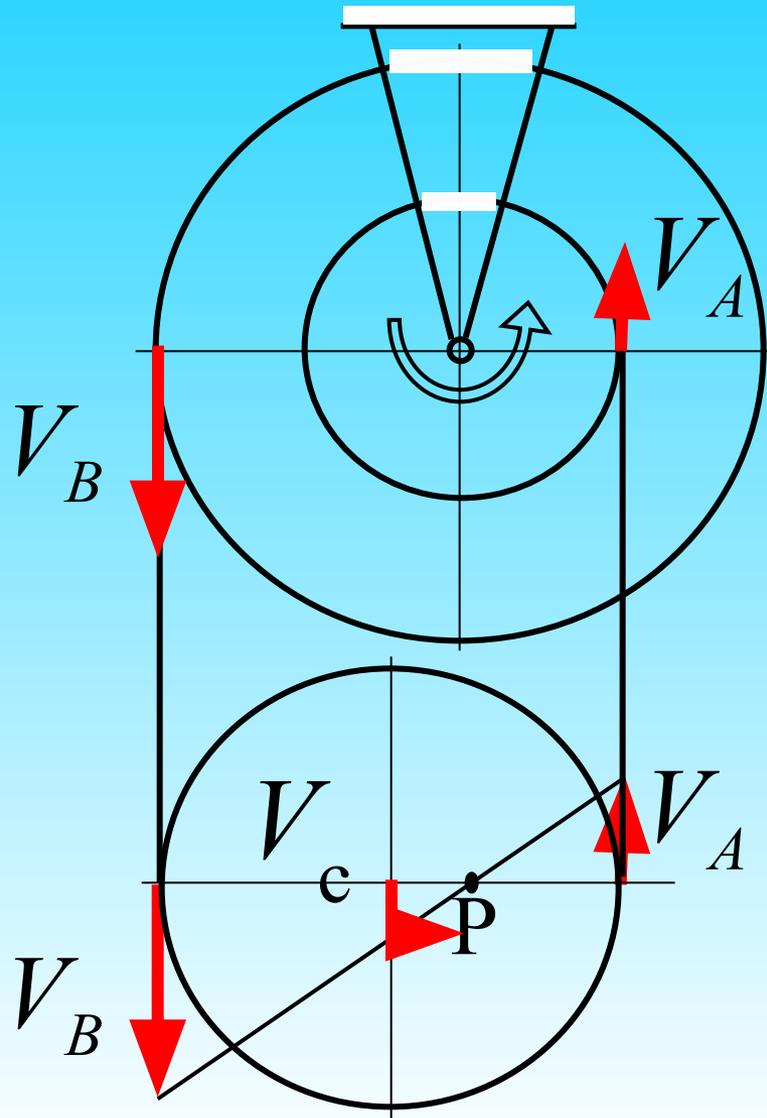
$$V_A = \sqrt{3} V_B$$

# Плоское движение твердого тела



$$V_c = ?$$

# Плоское движение твердого тела



$$V_A = \omega \cdot r$$

$$V_B = \omega \cdot R$$

$$\frac{V_A}{AP} = \frac{V_B}{BP} = \frac{V_C}{CP}$$

$$\frac{V_A}{x} = \frac{V_B}{2R_2 - x}$$

# Плоское движение твердого тела

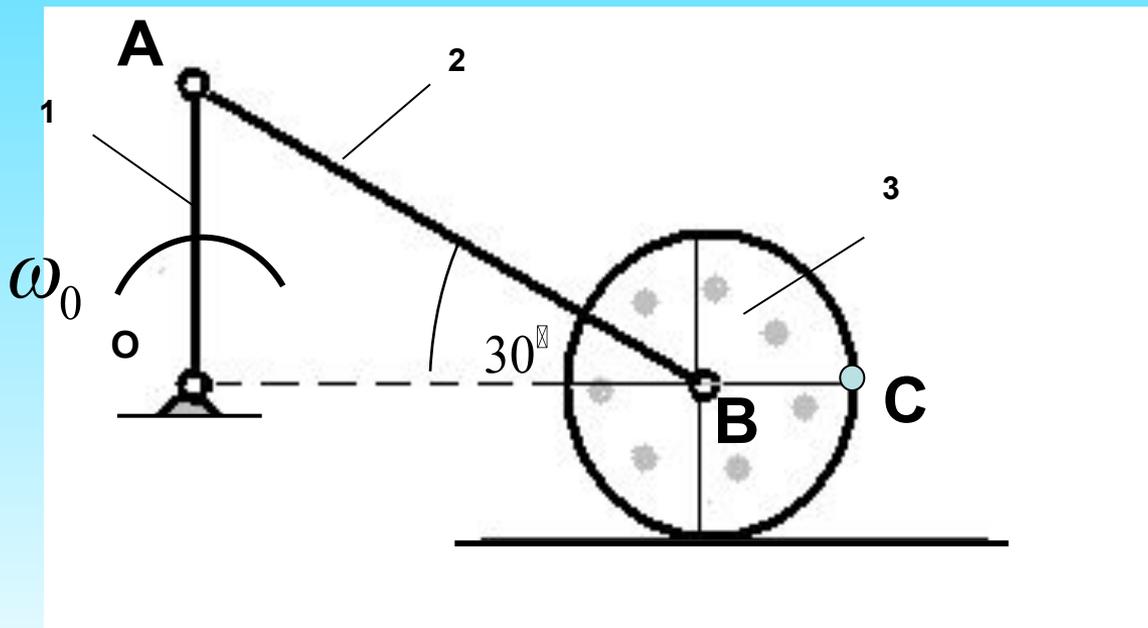
Дано:  $\omega_0 = const$ ;  $R_3 = r$ ;

$OA = 2r$ ;  $AB = 4r$ .

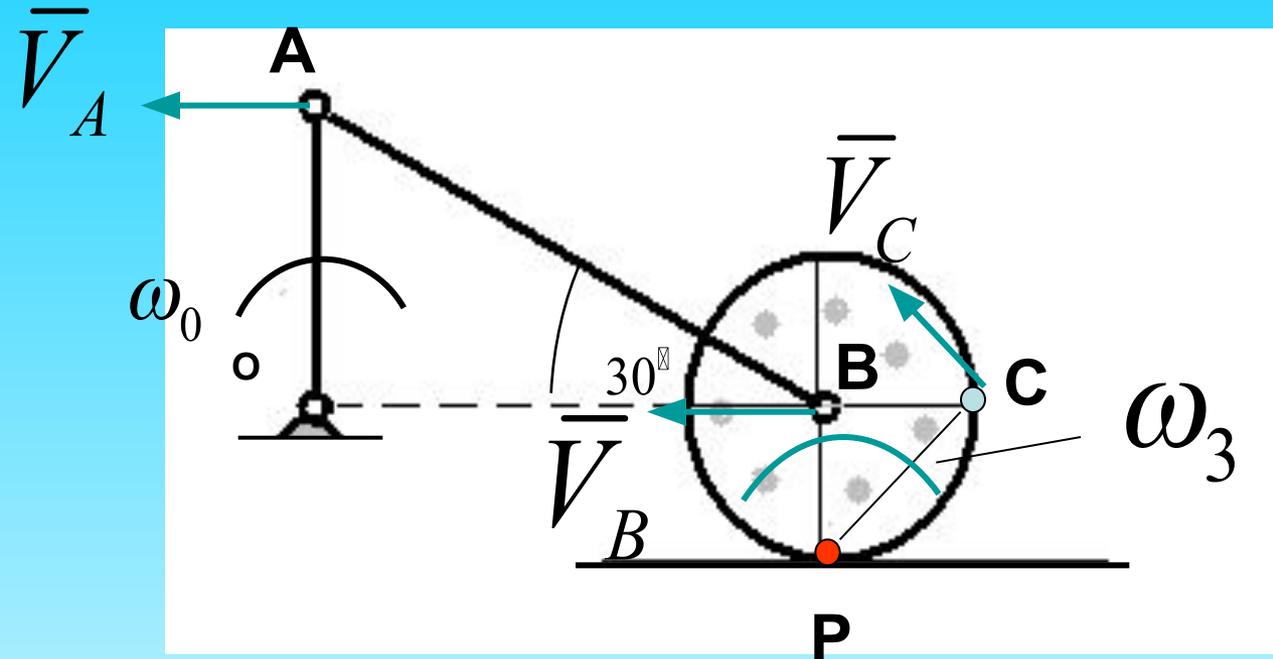
Качение без скольжения

$\omega_2 = ?$ ;  $\omega_3 = ?$ ;

$V_C = ?$ ;  $V_B = ?$ ;



# Плоское движение твердого тела



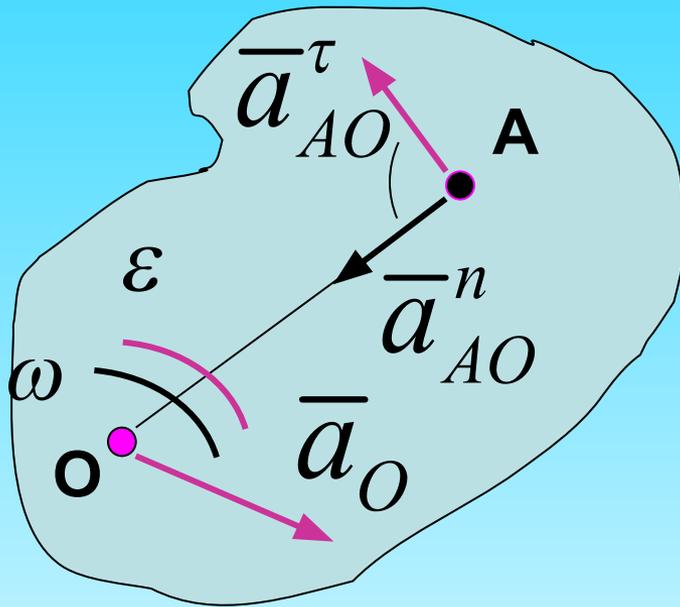
$$V_A = \omega_0 \cdot OA = 2r\omega_0; \quad \omega_2 = 0.$$

$$V_B = V_A$$

$$\omega_3 = V_B / BP = 2\omega_0; \quad V_C = \omega_3 \cdot PC = 2\omega_0 r \sqrt{2}.$$

# Плоское движение твердого тела

## Ускорения точек плоской фигуры



$$\bar{a}_A = \bar{a}_O + \bar{a}_{AO}^\tau + \bar{a}_{AO}^n;$$

$$\bar{a}_{AO}^\tau \perp OA; \quad \bar{a}_{AO}^n \parallel OA;$$

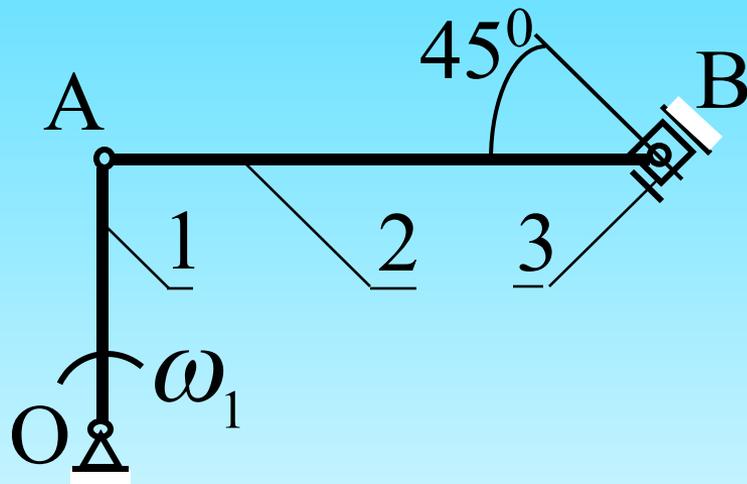
$$a_{AO}^\tau = \varepsilon \cdot OA;$$

$$a_{AO}^n = \omega^2 \cdot OA.$$

Ускорение любой точки  $A$  геометрически складывается из ускорения полюса  $O$  и осеостремительного и вращательного ускорений во вращении тела вокруг полюса

# Плоское движение твердого тела

## Пример



*Дано :*

$$OA = 40 \text{ см}$$

$$AB = 80 \text{ см}$$

$$\omega_1 = 2 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

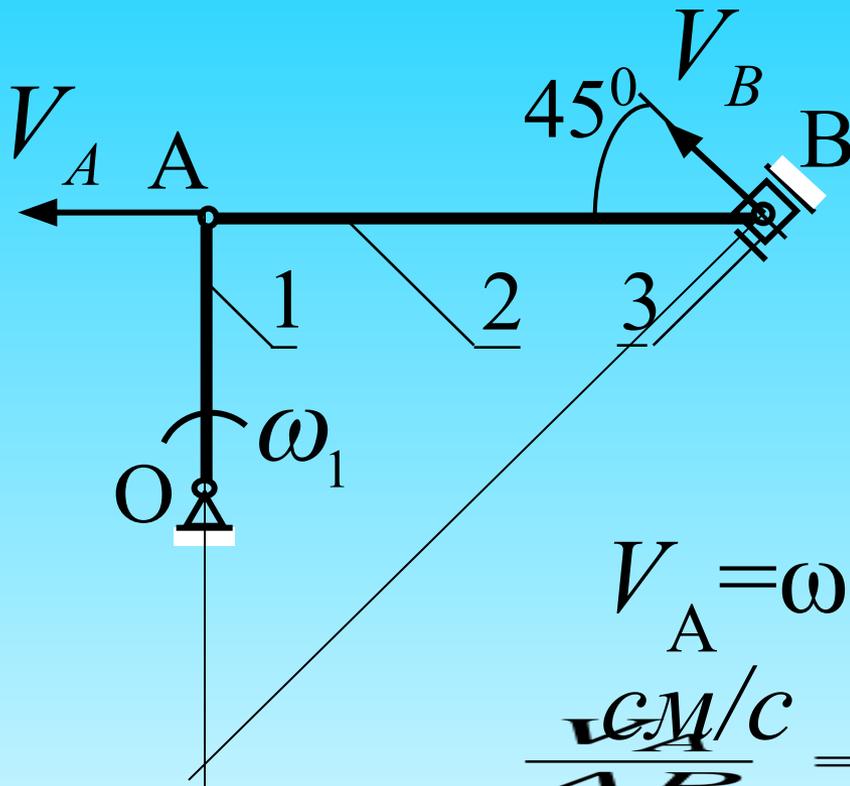
$$\varepsilon_1 = 0$$

---

*Найти :*

$$a_B ; \varepsilon_2$$

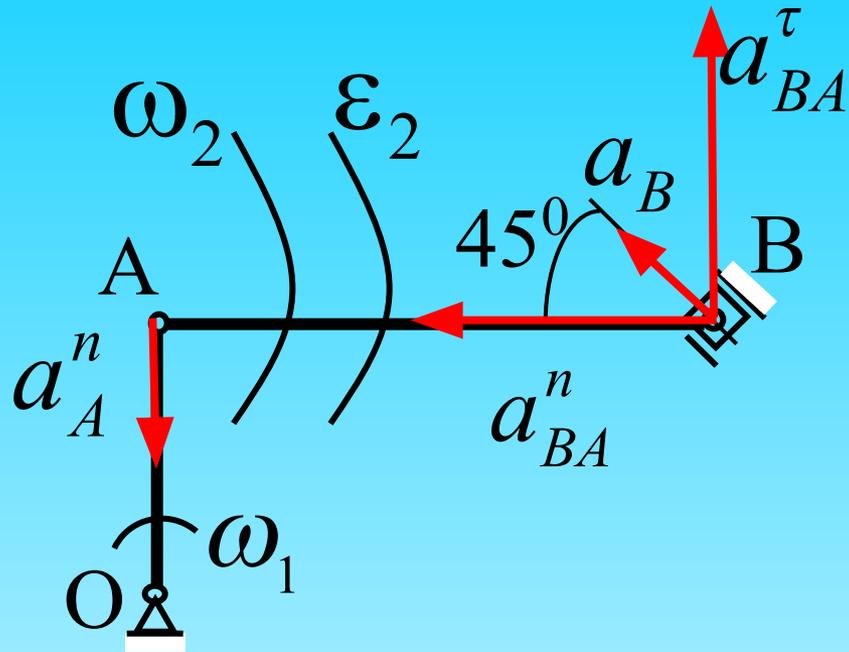
# Плоское движение твердого тела



$$V_A = \omega \cdot OA = 2 \cdot 40 = 80$$

$$\frac{V_A}{AP} = \frac{V_B}{BP} = \frac{V_C}{CP}$$
$$\frac{V_A}{x} = \frac{V_B}{2R_2 - x}$$

# Плоское движение твердого тела

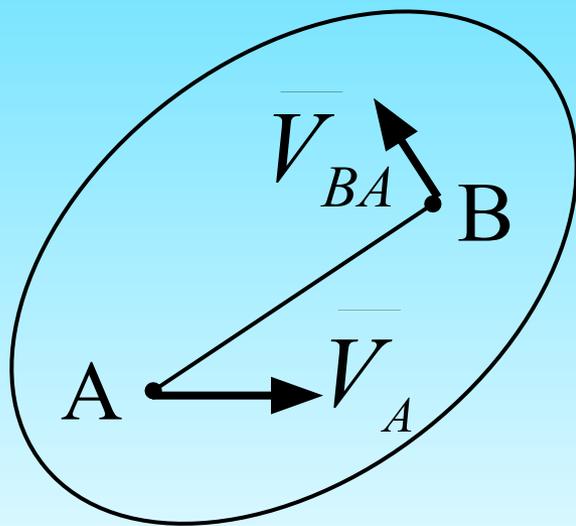


$$\frac{V_A}{AP} = \frac{V_B}{BP} = \frac{V_C}{CP}$$

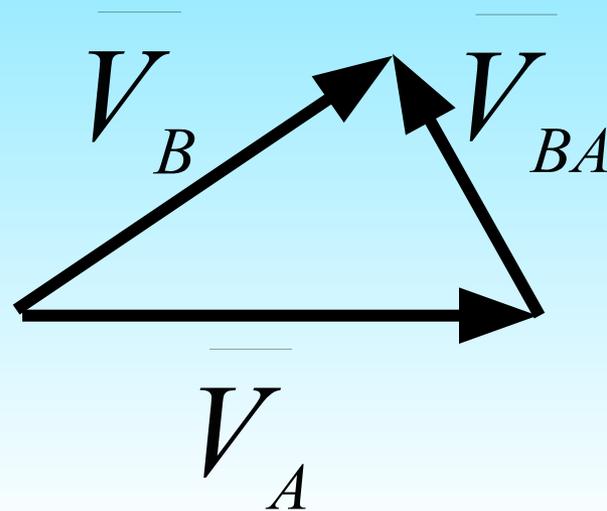
$$\frac{V_A}{x} = \frac{V_B}{2R_2 - x}$$

# Планы скоростей и ускорений

**Планом скоростей (ускорений)** называется диаграмма, на которой от некоторого центра (полюса) отложены векторы скоростей (ускорений) точек тела

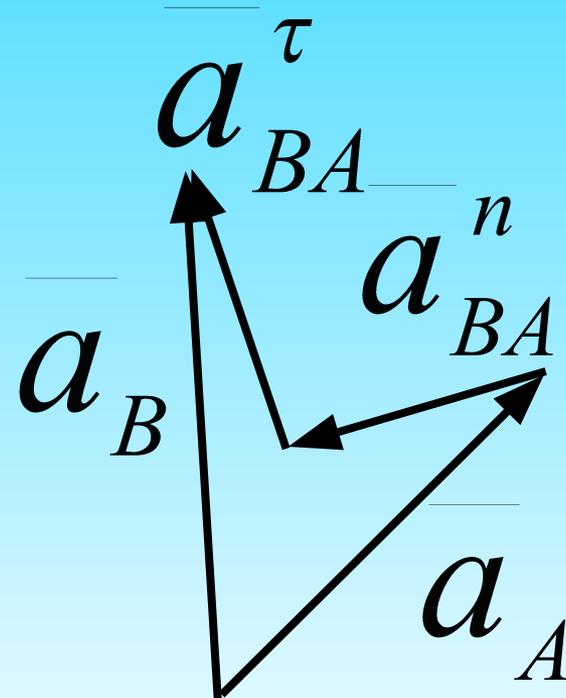
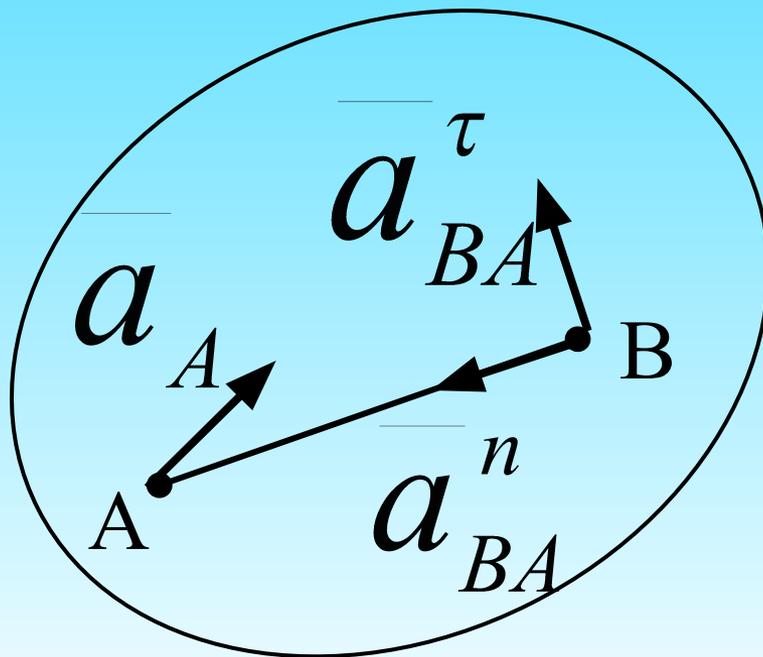


$$\vec{V}_B = \vec{V}_A + \vec{V}_{BA}$$



# Планы скоростей и ускорений

$$\overline{a}_B = \overline{a}_A + \overline{a}_{BA}^n + \overline{a}_{BA}^\tau$$



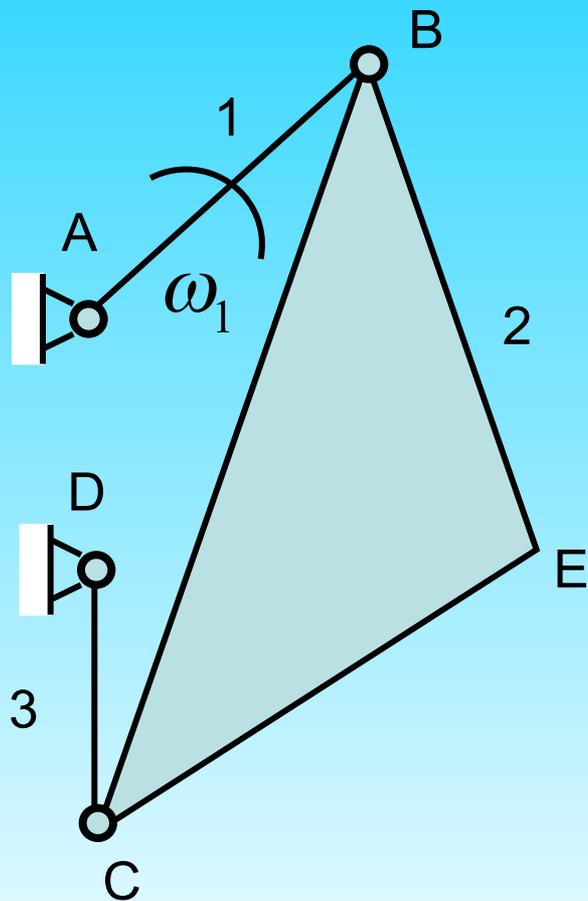
# Планы скоростей и ускорений

## Свойства планов скоростей и ускорений

1. Векторы выходящие из полюса плана скоростей (ускорений) изображают в масштабе векторы абсолютных скоростей (ускорений) соответствующих точек
2. Отрезки, соединяющие концы векторов, выходящих из полюса, изображают в масштабе векторы относительных скоростей (ускорений) соответствующих точек
3. Сходственные фигуры звеньев на плане механизма и плане скоростей (ускорений) – подобны

**Примечание** (правило обхода букв): направление обхода букв сходственных фигур на плане механизма и плане скоростей (ускорений)- одинаково

# Планы скоростей и ускорений



Определить

$$V_B, V_C, V_E$$

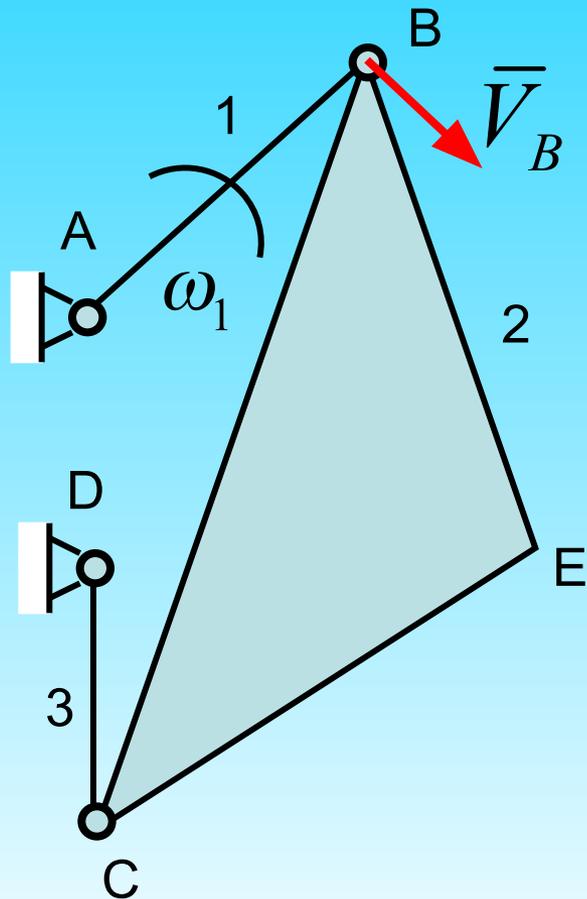
$$a_B, a_C, a_E$$

$$\omega_2, \omega_3$$

$$\varepsilon_2, \varepsilon_3$$

# Планы скоростей и ускорений

$$V_B = \omega_1 \cdot l_{AB}$$

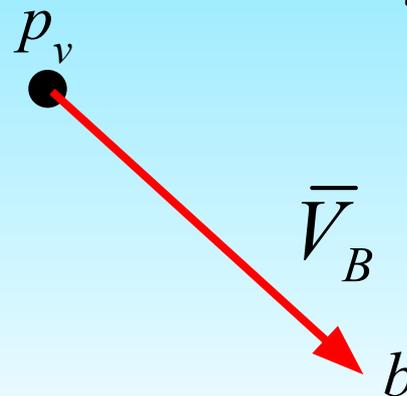


Задаем масштаб плана скоростей

$$\frac{V_A}{AP} = \frac{V_B}{BP} = \frac{V_C}{CP}$$
$$\frac{V_A}{x} = \frac{V_B}{2R_2 - x}$$

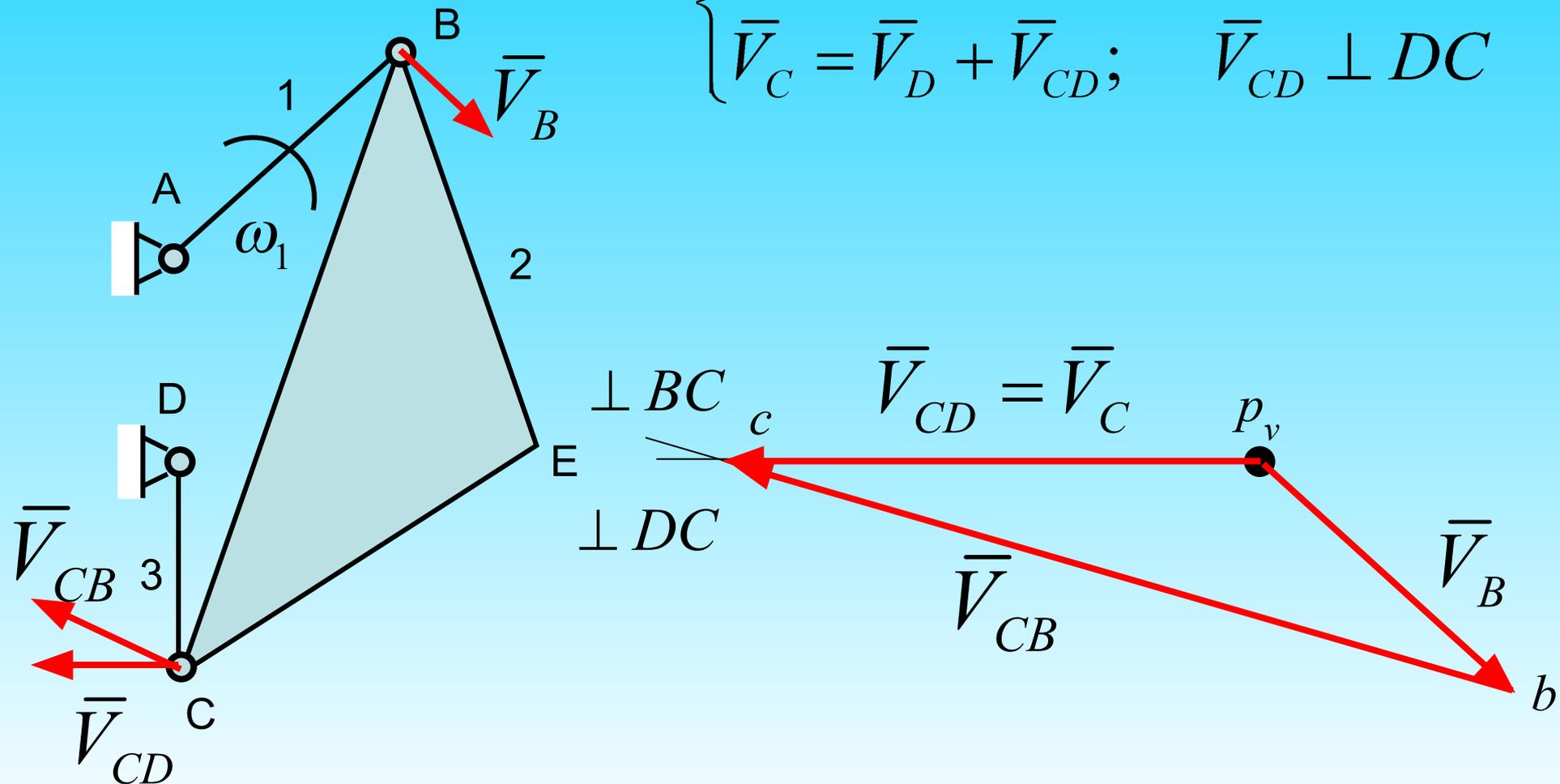
Длина вектора скорости точки B:

$$p_v b = \frac{V_B}{\mu_V}$$

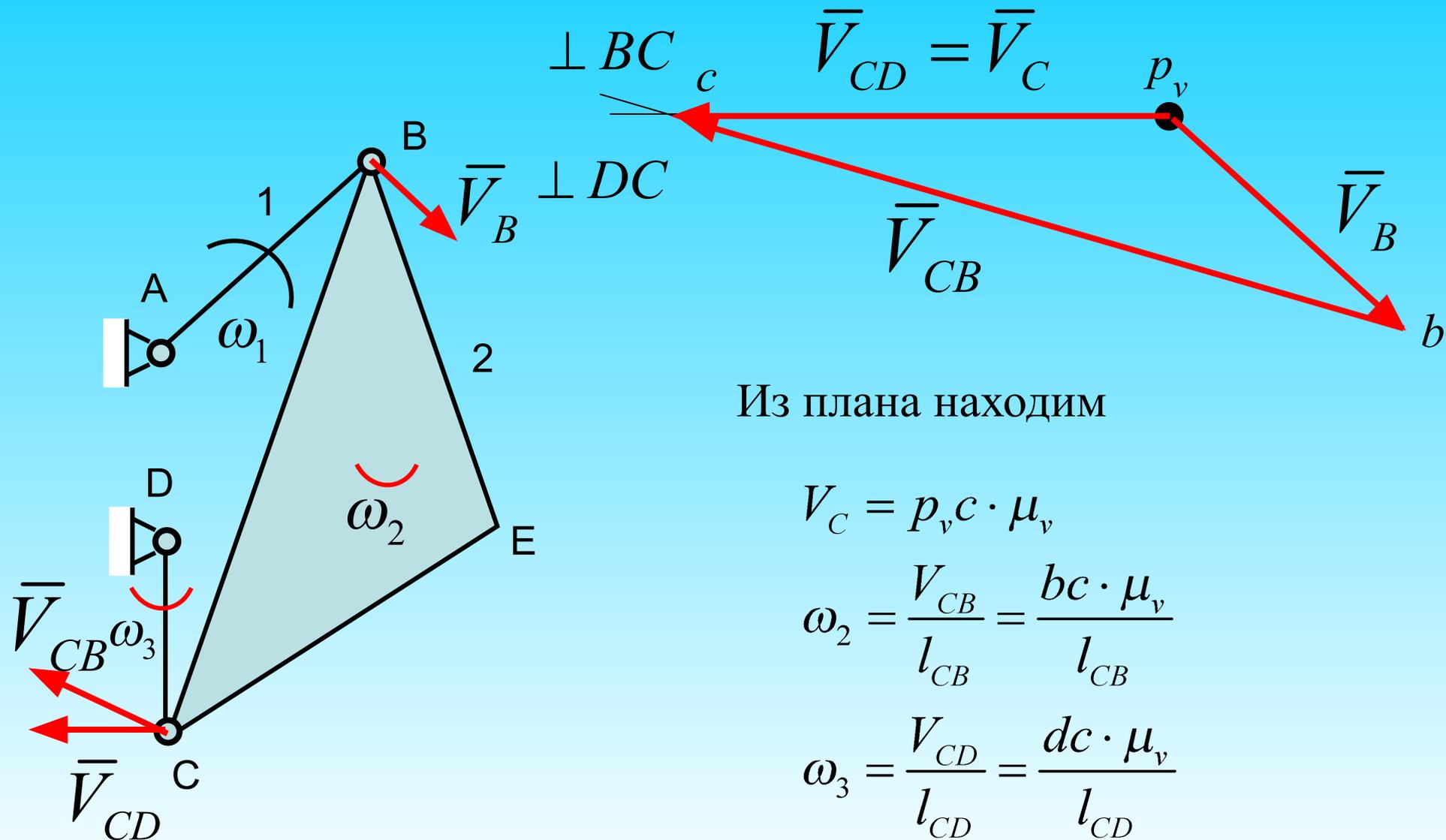


# Планы скоростей и ускорений

$$\begin{cases} \bar{V}_C = \bar{V}_B + \bar{V}_{CB}; & \bar{V}_{CB} \perp BC \\ \bar{V}_C = \bar{V}_D + \bar{V}_{CD}; & \bar{V}_{CD} \perp DC \end{cases}$$



# Планы скоростей и ускорений



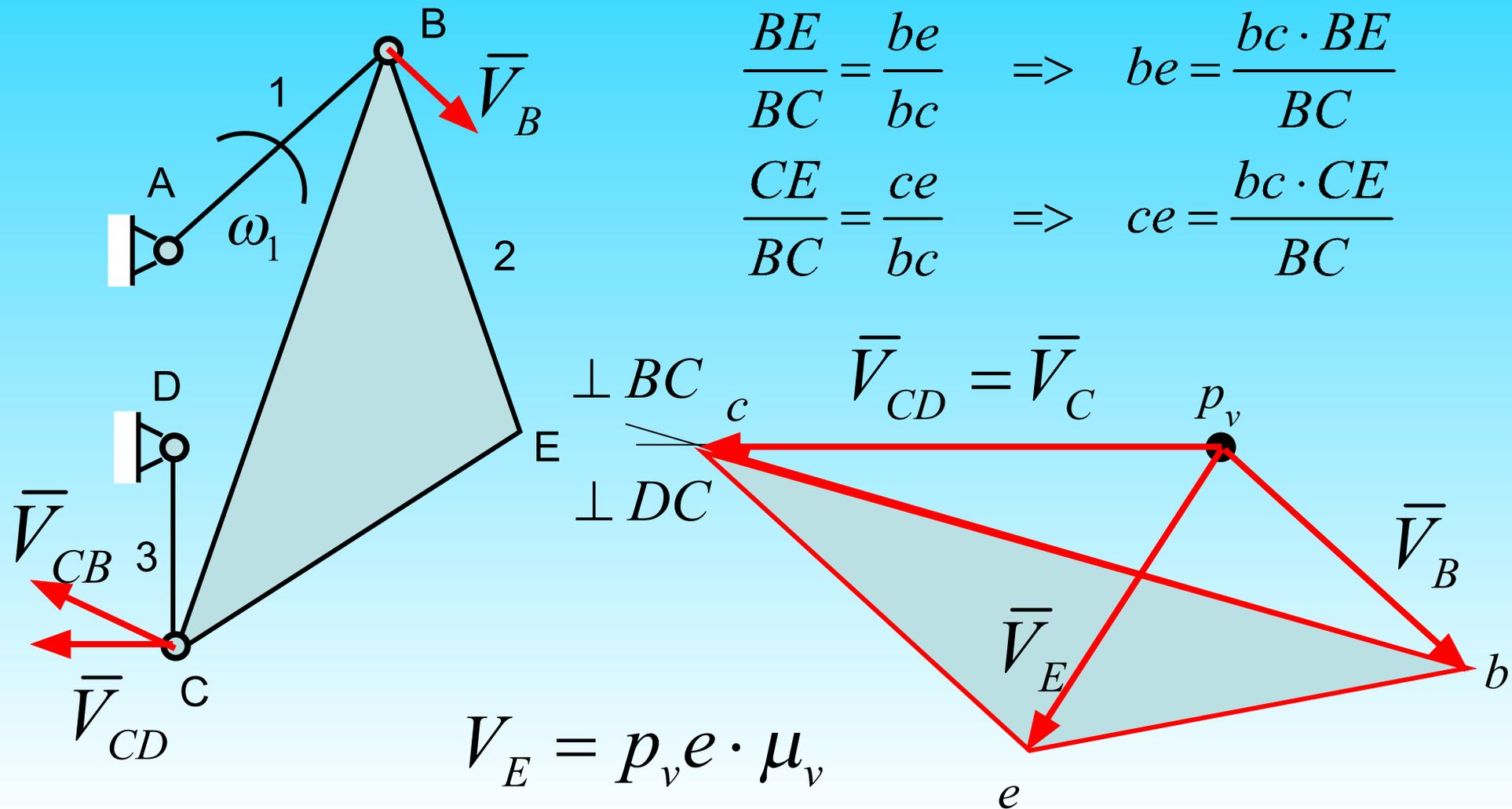
# Планы скоростей и ускорений

Скорость точки  $E$  найдем по правилу подобия

$$\triangle BCE \sim \triangle bce$$

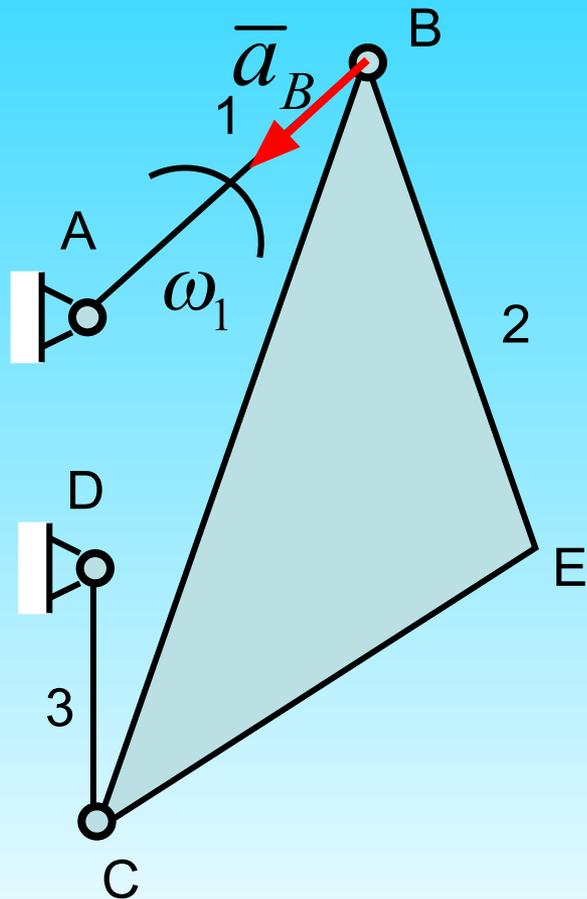
$$\frac{BE}{BC} = \frac{be}{bc} \Rightarrow be = \frac{bc \cdot BE}{BC}$$

$$\frac{CE}{BC} = \frac{ce}{bc} \Rightarrow ce = \frac{bc \cdot CE}{BC}$$



# Планы скоростей и ускорений

$$a_B = a_B^n = \omega_1^2 \cdot l_{AB}$$

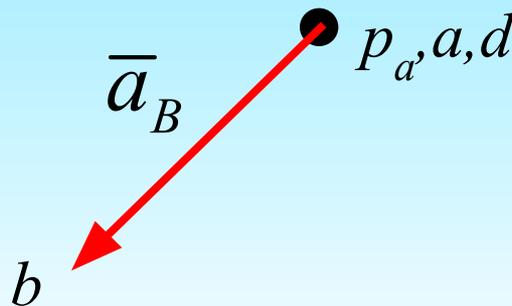


Задаем масштаб плана ускорений

$$\frac{V_A}{AP} = \frac{V_B}{BP} = \frac{V_C}{CP}$$
$$\frac{V_A}{x} = \frac{V_B}{2R_2 - x}$$

Длина вектора ускорения точки B:

$$p_a b = \frac{a_B}{\mu_a}$$



# Планы скоростей и ускорений

$$\begin{cases} \bar{a}_C = \bar{a}_B + \bar{a}_{CB}^n + \bar{a}_{CB}^\tau; & \bar{a}_{CB}^n \parallel BC, \bar{a}_{CB}^\tau \perp BC \\ \bar{a}_C = \bar{a}_D + \bar{a}_{CD}^n + \bar{a}_{CD}^\tau; & \bar{a}_{CD}^n \parallel DC, \bar{a}_{CD}^\tau \perp DC \end{cases}$$

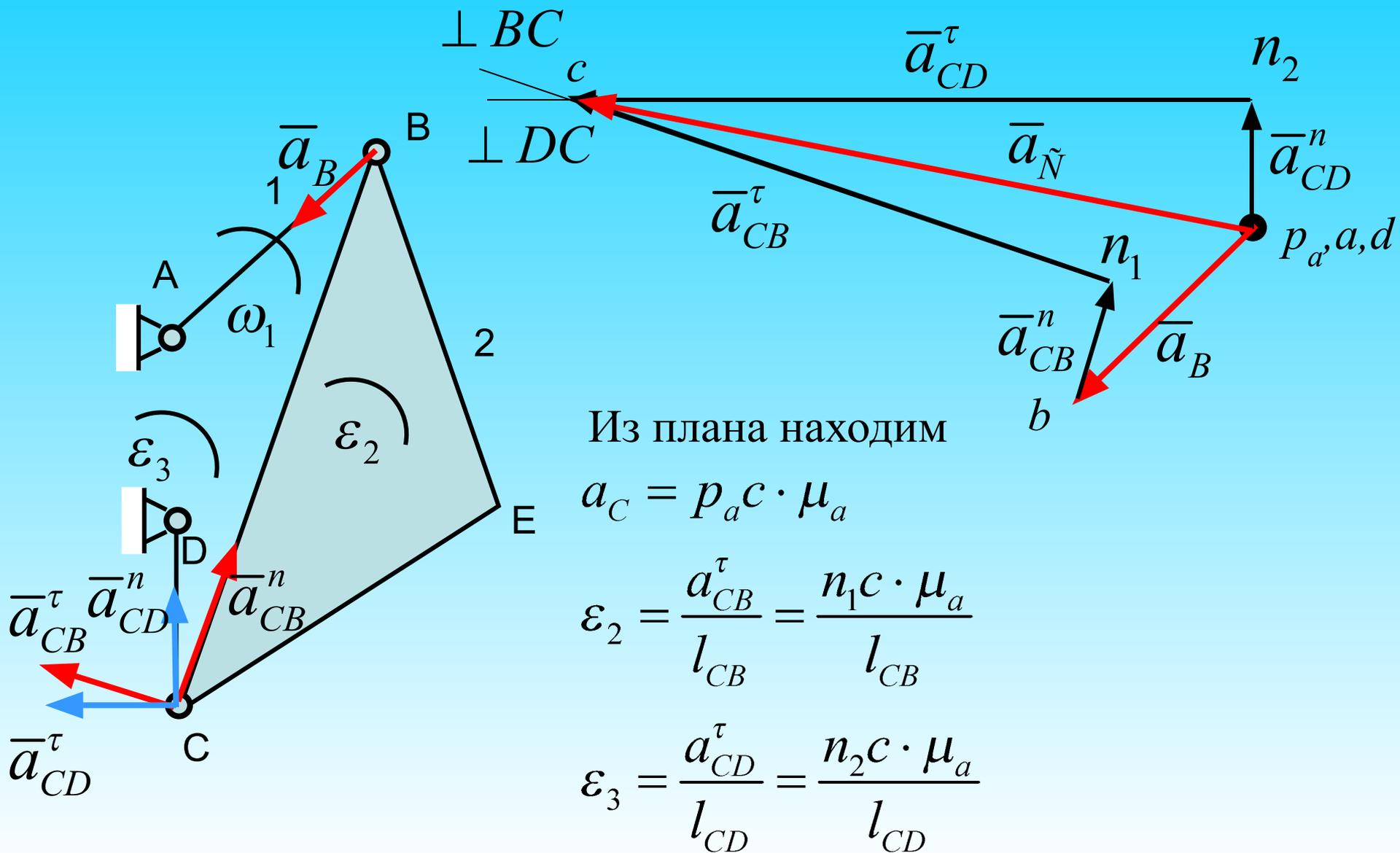
$$a_{CB}^n = \omega_2^2 \cdot l_{BC} \quad \Rightarrow \quad bn_1 = \frac{a_{CB}^n}{\mu_a}$$

$$a_{CD}^n = \omega_3^2 \cdot l_{DC} \quad \Rightarrow \quad dn_2 = \frac{a_{CD}^n}{\mu_a}$$

$$a_{CB}^\tau = \varepsilon_2 \cdot l_{BC}$$

$$a_{CD}^\tau = \varepsilon_3 \cdot l_{DC}$$

# Планы скоростей и ускорений



# Планы скоростей и ускорений

