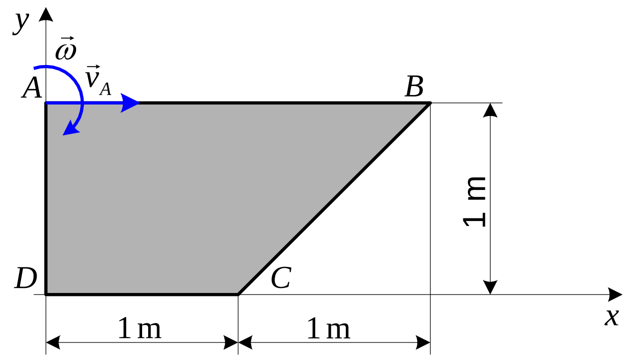
4. MECHANIKA-MOZGÁSTAN GYAKORLAT

(kidolgozta: Németh Imre óraadó tanár, Bojtár Gergely egyetemi ts., Szüle Veronika, egy. ts.)

Merev test síkmozgása, sebességábra, gyorsulásábra

4/1. feladat: Merev test síkmozgása, sebességábra



Adott: az A, B, C, D pont helye, a mozgás síkja: x, y sík,

$$\vec{\omega} = \left(-1\,\vec{k}\right)\frac{1}{\text{s}},\ \vec{v}_A = \left(4\,\vec{i}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Feladat:

a) $\vec{v}_B = ?$

b) A sebességpólus megszerkesztése.

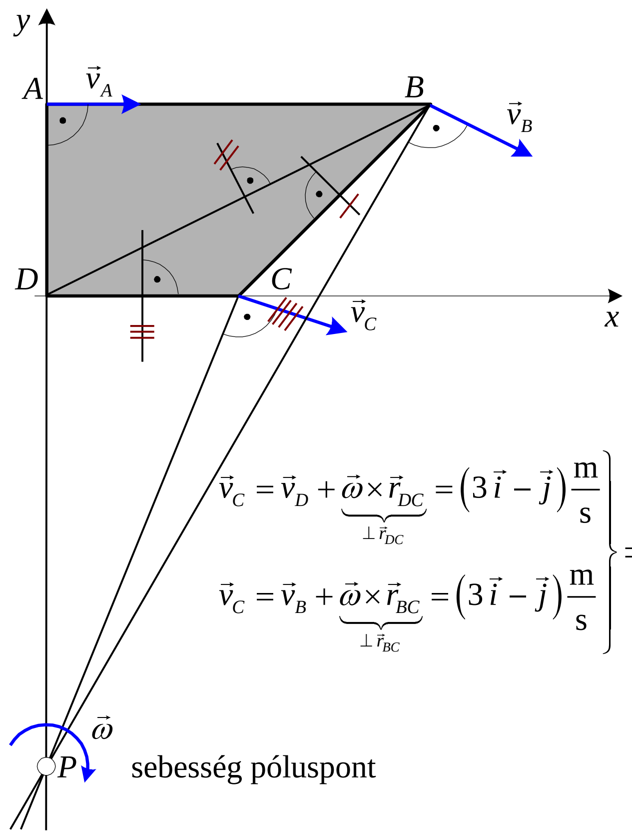
c) A sebességábra megszerkesztése.

a) A test B pontjának sebessége: $\vec{v}_B$

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{\omega}\times\vec{r}_{AB} = \left(4\,\vec{i}\right) + \left(-1\,\vec{k}\right)\times\left(2\,\vec{i}\right) = \left(4\,\vec{i} - 2\,\vec{j}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

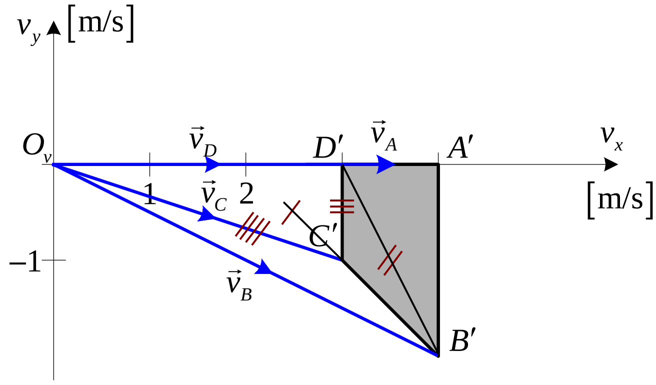
$$\vec{v}_B = \left(4\,\vec{i} - 2\,\vec{j}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

b) Sebesség póluspont megrajzolása: P pont



$$\left.\begin{aligned}\vec{v}_C &= \vec{v}_D + \underbrace{\vec{\omega}\times\vec{r}_{DC}}_{\perp\vec{r}_{DC}} = \left(3\,\vec{i} - \vec{j}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}\\ \vec{v}_C &= \vec{v}_B + \underbrace{\vec{\omega}\times\vec{r}_{BC}}_{\perp\vec{r}_{BC}} = \left(3\,\vec{i} - \vec{j}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}\right\}\Rightarrow C'$$

c) Sebességábra



$$\left.\begin{aligned}\vec{v}_D &= \vec{v}_A + \underbrace{\vec{\omega}\times\vec{r}_{AD}}_{\perp\vec{r}_{AD}} = \left(3\,\vec{i}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}\\ \vec{v}_D &= \vec{v}_A + \underbrace{\vec{\omega}\times\vec{r}_{BD}}_{\perp\vec{r}_{BD}} = \left(3\,\vec{i}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}\end{aligned}\right\}\Rightarrow D'$$

- A helyzetábra és a sebességábra hasonló!
- A sebességábra a helyzetábrához képest 90° -kal el van forgatva $\vec{\omega}$ irányában!

Sebesség póluspont meghatározása számítással:

$$\vec{v}_P = \vec{v}_A + \vec{\omega} \times \vec{r}_{AP}$$

$$\vec{v}_P = \vec{0} = \left(4\,\vec{i}\,\right) + \left(-1\,\vec{k}\right) \times \left(x_{AP}\;\vec{i} + y_{AP}\,\vec{j}\,\right)$$

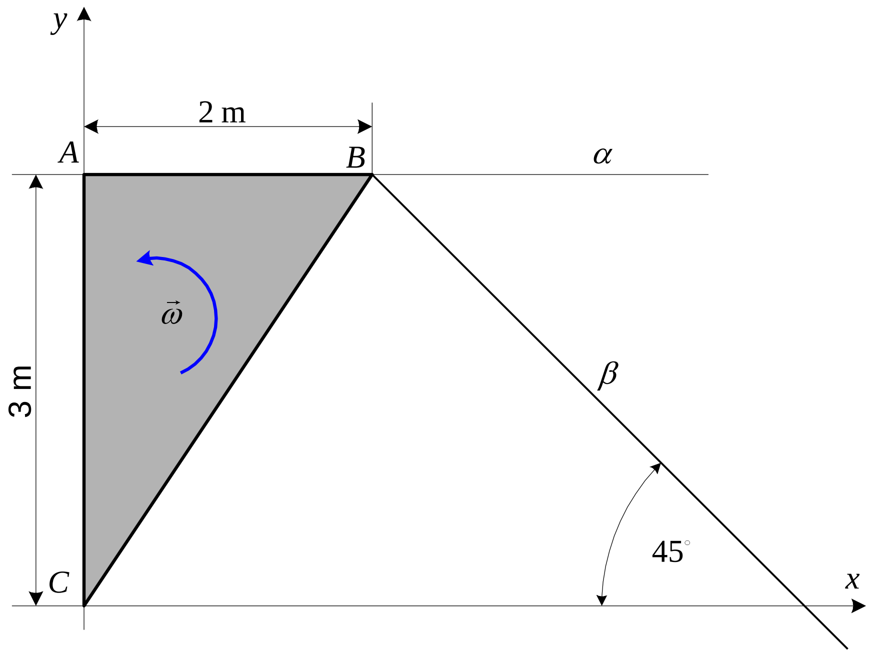
$$\vec{0} = \left(4\,\vec{i}\,\right) + \left(-x_{AP}\,\vec{j} + y_{AP}\,\vec{i}\,\right)$$

1) $0 = 4 + y_{AP} \qquad \Rightarrow \qquad y_{AP} = -4$

2) $0 = -x_{AP}$

$$\vec{r}_{AP} = \left(-4\,\vec{j}\,\right) m$$

4/2. feladat: Merev test síkmozgása, sebességábra



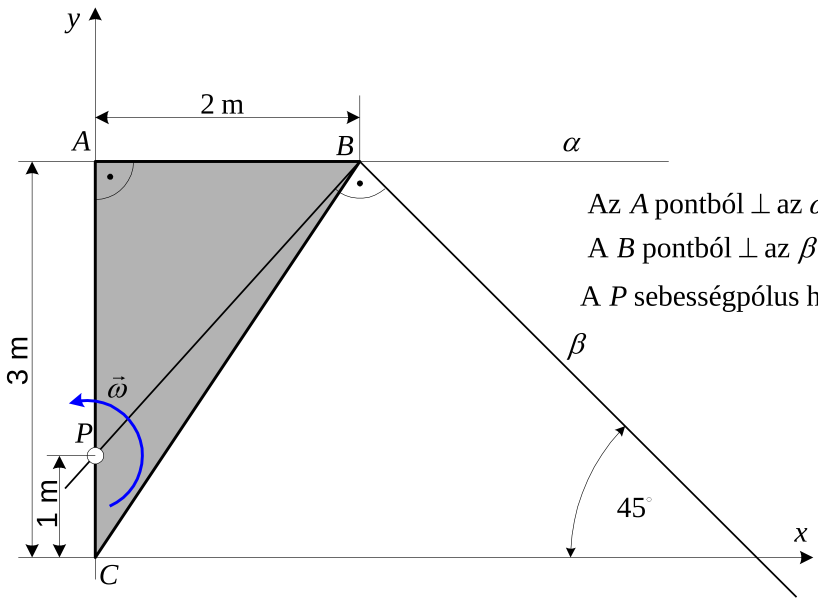
Adott: az A, B, C pont helye,
a mozgás síkja: x, y sík.
$\vec{v}_A$ hatásvonala: α ,
$\vec{v}_B$ hatásvonala: β ,
$\vec{\omega} = \left(3\,\vec{k}\right)\frac{1}{\text{s}}$, .

Feladat:

a) A sebességpólus helyének meghatározása.

b) $\vec{v}_A = ?$, $\vec{v}_B = ?$

a) P póluspont szerkesztése:



$$\left.\begin{array}{l}\text{Az } A \text{ pontból} \perp \text{az } \alpha \text{ hatásvonalra,}\\ \text{A } B \text{ pontból} \perp \text{az } \beta \text{ hatásvonalra.}\end{array}\right\} \Rightarrow P \text{ póluspont}$$

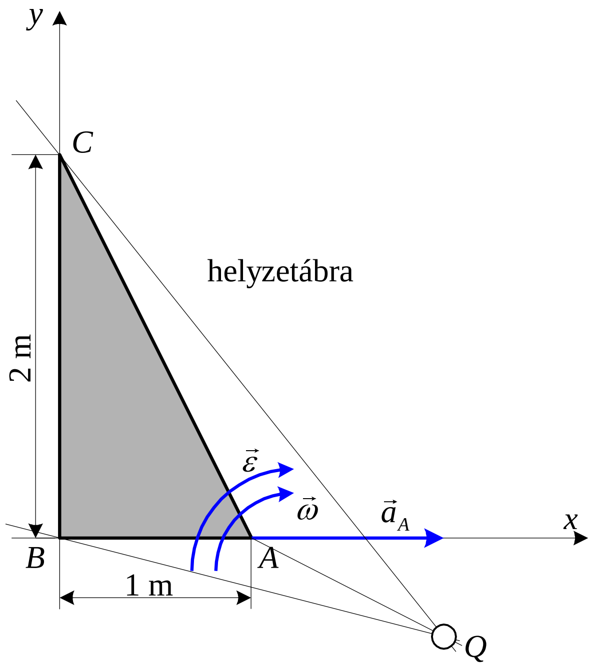
A P sebességpólus helyvektora: $\vec{r}_P = \left(+1\,\vec{j}\right)\text{m}$

b) P póluspont szerkesztése:

$$\vec{v}_A = \underbrace{\vec{v}_P}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{PA} = \left(3\,\vec{k}\right)\times\left(2\,\vec{j}\right) = \left(-6\,\vec{i}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$\vec{v}_B = \underbrace{\vec{v}_P}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{PB} = \left(3\,\vec{k}\right)\times\left(2\,\vec{i} + 2\,\vec{j}\right) = \left(-6\,\vec{i} + 6\,\vec{j}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}}$$

4/3. feladat: ***Merev test síkmozgása, gyorsulásábra***



<u>Adott:</u> a test A, B, C pontja, a mozgás síkja: x, y sík.

$\vec{\omega} = \left(-4\,\vec{k}\right)\dfrac{1}{\text{s}}$,

$\vec{\varepsilon} = \left(-8\,\vec{k}\right)\dfrac{1}{\text{s}^2}$,

$\vec{a}_A = \left(10\,\vec{i}\right)\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

<u>Feladat:</u>

a) $\vec{a}_B = ?$,

b) $\vec{a}_C = ?$,

c) A Q gyorsuláspólus meghatározása.

a)

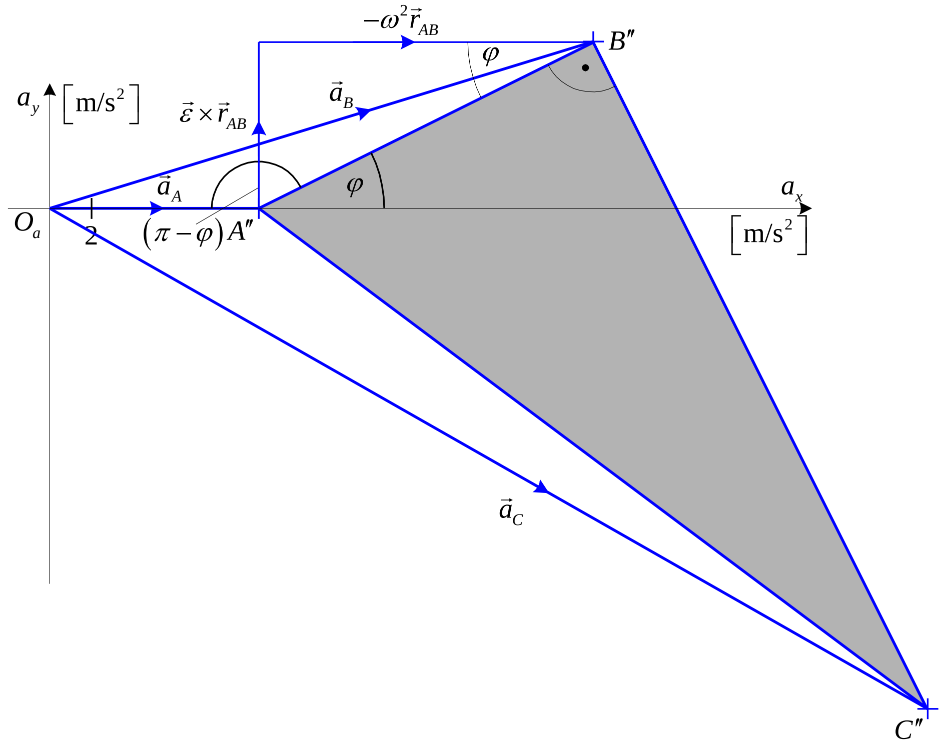
$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{AB} - \omega^2 \vec{r}_{AB} = \left(10\,\vec{i}\right) + \left(-8\,\vec{k}\right) \times \left(-1\,\vec{i}\right) - 16\left(-1\,\vec{i}\right)$$

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{AB} - \omega^2 \vec{r}_{AB} = \left(10\,\vec{i}\right) + \left(8\,\vec{j}\right) + \left(16\,\vec{i}\right) = \left(26\,\vec{i} + 8\,\vec{j}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$\vec{a}_C = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{AC} - \omega^2 \vec{r}_{AC} = \left(10\,\vec{i}\right) + \left(-8\,\vec{k}\right) \times \left(-1\,\vec{i} + 2\,\vec{j}\right) - 16\left(-1\,\vec{i} + 2\,\vec{j}\right)$$

$$\vec{a}_C = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{AC} - \omega^2 \vec{r}_{AC} = \left(10\,\vec{i}\right) + \left(16\,\vec{i} + 8\,\vec{j}\right) + \left(16\,\vec{i} - 32\,\vec{j}\right) = \left(42\,\vec{i} - 24\,\vec{j}\right)\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

b) Az $\vec{a}_C$ meghatározása szerkesztéssel, gyorsulásábra:



$$tg\ \varphi = \frac{|\varepsilon|}{\omega^2} = \frac{8}{16} = 0{,}5 \quad \Rightarrow \quad \varphi = 26{,}56^\circ$$

A gyorsulásábra a helyzetábrához képest $(\pi-\varphi)$ szöggel elforgatott. $\left(180^\circ - 26{,}56^\circ\right) = 153{,}44^\circ$ -kal elforgatott $\vec{\varepsilon}$ irányában!

c) A Q gyorsuláspólus a gyorsulás- és helyzetábra hasonlósága alapján szerkesztéssel meghatározható!

Gyorsuláspólus meghatározása számítással:

$$\vec{a}_Q = \vec{0} = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon}\times\vec{r}_{AQ} - \omega^2\vec{r}_{AQ}$$

$$\vec{0} = \left(10\vec{i}\right) + \left(-8\,\vec{k}\right)\times\left(x_{AQ}\,\vec{i} + y_{AQ}\,\vec{j}\,\right) - 4^2\left(x_{AQ}\,\vec{i} + y_{AQ}\,\vec{j}\,\right)$$

$$\vec{0} = \left(10\vec{i}\right) + \left(-8\,x_{AQ}\vec{j} + 8y_{AQ}\vec{i}\right) - 16\left(x_{AQ}\,\vec{i} + y_{AQ}\,\vec{j}\,\right)$$

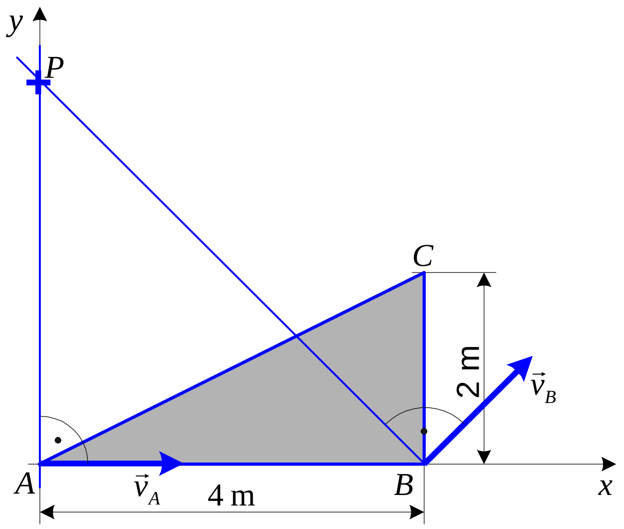
$$\left.\begin{array}{l} 1)\ \ 0 = 10 + 8y_{AQ} - 16x_{AQ} \\ 2)\ \ 0 = -8x_{AQ} - 16y_{AQ} \end{array}\right\} \Rightarrow y_{AQ} = -0{,}5\,x_{AQ}$$

$$0 = 10 + 8\left(-0{,}5x_{AQ}\right) - 16x_{AQ} \ \Rightarrow\ 0 = 10 - 20x_{AQ} \ \Rightarrow\ x_{AQ} = \frac{10}{20} = 0{,}5$$

$$y_{AQ} = -0{,}5\left(0{,}5\right) = -0{,}25$$

$$\vec{r}_{AQ} = \left(0{,}5\vec{i} - 0{,}25\vec{j}\right)\mathrm{m}$$

4/4. feladat: Merev test síkmozgása, sebességábra



Adott: az A, B, C, pont helye, a mozgás síkja: x, y sík,

$$\vec{v}_A = \left(4\,\vec{i}\,\right)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}},\ \vec{v}_B = \left(4\,\vec{i} + 4\,\vec{j}\,\right)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

Feladat:

a) $\vec{v}_C = ?, \vec{\omega} = ?$

A sebességpólus megszerkesztése.

b) A sebességábra megszerkesztése.

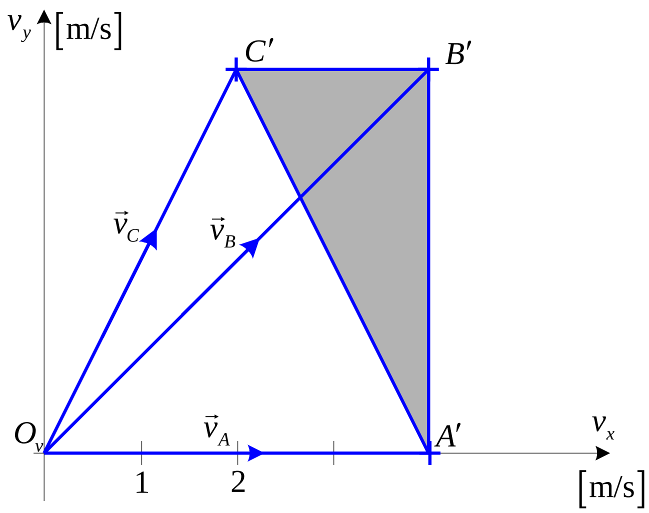
a) $\vec{v}_A = \vec{v}_P + \vec{\omega}\times\vec{r}_{PA} \Rightarrow v_A = \omega\, r_{PA}$

$$\omega = \frac{v_A}{r_{PA}} = \frac{4}{4} = 1\,\frac{1}{\mathrm{s}}$$

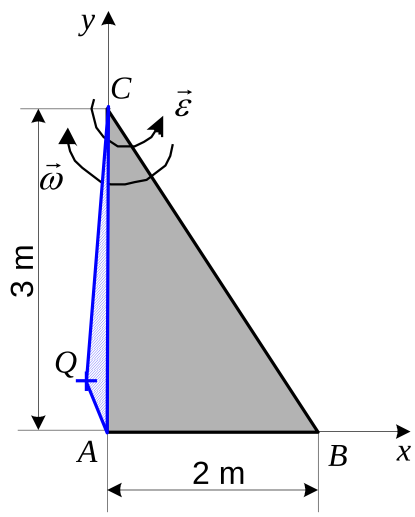
$$\vec{\omega} = \vec{k}\,\frac{1}{\mathrm{s}}$$

$$\vec{v}_C = \vec{v}_A + \vec{\omega}\times\vec{r}_{AC} = \left(4\,\vec{i}\,\right) + \vec{k}\times\left(4\,\vec{i} + 2\,\vec{j}\,\right) = 4\,\vec{i} + 4\,\vec{j} - 2\,\vec{i} = \left(2\,\vec{i} + 4\,\vec{j}\,\right)\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}}$$

b)



4/5. feladat: ***Merev test síkmozgása, gyorsulásábra***



<u>Adott:</u> a test *A*, *B*, *C* pontja, a mozgás síkja: x, y sík.

$\vec{\omega} = \left(-3\,\vec{k}\right)\dfrac{1}{\text{s}}$,

$\vec{\varepsilon} = \left(3\,\vec{k}\right)\dfrac{1}{\text{s}^2}$,

$\vec{a}_A = \left(6\,\vec{j}\right)\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$.

. <u>Feladat:</u>

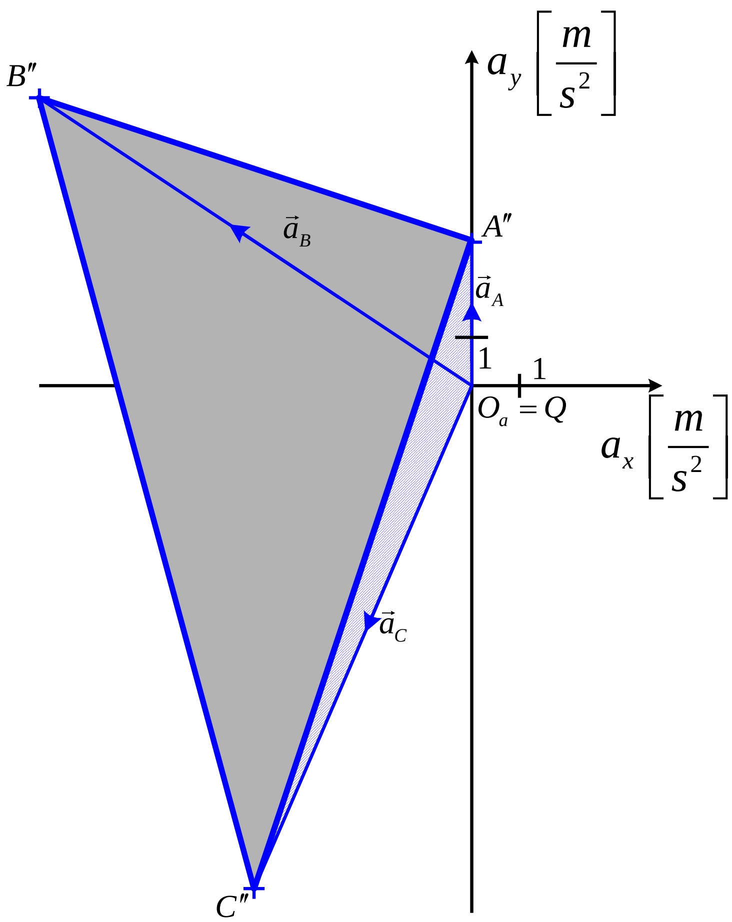
a) $\vec{a}_B = ?$, $\vec{a}_C = ?$,

b) A Q gyorsuláspólus meghatározása.

a) $\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{AB} - \omega^2 \vec{r}_{AB} = \left(6\,\vec{j}\right) + \left(3\,\vec{k}\right) \times \left(2\,\vec{i}\right) - 9\left(2\,\vec{i}\right) = \left(-18\,\vec{i} + 12\,\vec{j}\right)\dfrac{m}{s^2}$

$\vec{a}_C = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{AC} - \omega^2 \vec{r}_{AC} = \left(6\,\vec{j}\right) + \left(3\,\vec{k}\right) \times \left(3\,\vec{j}\right) - 9\left(3\,\vec{j}\right) = \left(-9\,\vec{i} - 21\,\vec{j}\right)\dfrac{\text{m}}{\text{s}^2}$

b)



$$tg\ \varphi = \frac{|\varepsilon|}{\omega^2} = \frac{3}{9} \quad \Rightarrow \quad \varphi = 18,43^\circ$$

A gyorsulásábra a helyzetábrához képest $(\pi - \varphi)$ szöggel elforgatott. $\left(180^\circ - 18,43^\circ\right) = 161,57^\circ$ -kal elforgatott $\vec{\varepsilon}$ irányában!

Gyorsuláspólus meghatározása számítással:

$$\vec{a}_Q = \vec{0} = \vec{a}_A + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{AQ} - \omega^2 \vec{r}_{AQ}$$

$$\vec{0} = \left(6\ \vec{j}\right) + \left(3\ \vec{k}\right) \times \left(x_{AQ}\ \vec{i} + y_{AQ}\ \vec{j}\ \right) - 9\left(x_{AQ}\ \vec{i} + y_{AQ}\ \vec{j}\ \right)$$

$$\vec{0} = \left(6\ \vec{j}\right) + 3x_{AQ}\vec{j}\ - 3y_{AQ}\vec{i} - 9x_{AQ}\ \vec{i} - 9y_{AQ}\ \vec{j}$$

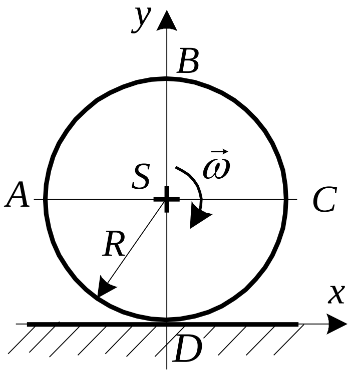
$$\left.\begin{array}{l} 1)\ \ 0 = 6 + 3x_{AQ} - 9y_{AQ} \\ 2)\ \ 0 = -3y_{AQ} - 9x_{AQ} \end{array}\right\} \Rightarrow y_{AQ} = -3\ x_{AQ}$$

$$-6 = 30\ x_{AQ} \Rightarrow x_{AQ} = -0,2\ \mathrm{m}$$

$$y_{AQ} = -3(-0,2) = 0,6\ \mathrm{m}$$

$$\vec{r}_{AQ} = \left(-0,2\vec{i} + 0,6\vec{j}\right)\mathrm{m}$$

4/6. feladat: Merev test síkmozgása, sebességábra



Adott:

Az xy síkban síkmozgást végző, állandó $\vec{\omega}$ szögsebességgel gördülő R sugarú merev test szögsebessége.

$\vec{\omega} = (-1\vec{k})$ rad/s , R=1 m.

Feladat:

a) A P sebességpólus helyének, valamint az A, B, C és D pontok sebességvektorainak meghatározása.
b) A Q gyorsuláspólus, valamint az A, B, C és D pontok gyorsulásának meghatározása.

Kidolgozás:

a) A P sebességpólus helyének, valamint az A, B, C és D pontok sebességvektorainak meghatározása:

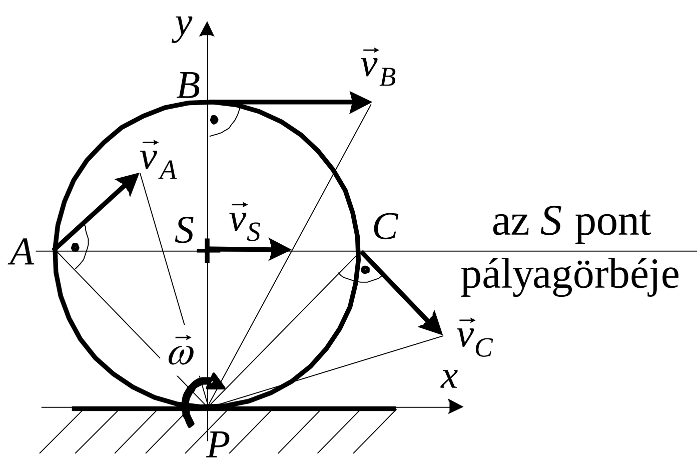
Tiszta gördülés esetén a talajjal érintkező pont lesz a sebességpólus: $\vec{v}_D = \vec{0} \Rightarrow P \equiv D$

$$\vec{v}_S = v_S\vec{i} = \underbrace{\vec{v}_D}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{DS} = (\omega\vec{k})\times(R\vec{j}) = (-1\vec{k})\times\vec{j} = (\vec{i})\ \text{m/s}$$

$$\vec{v}_B = \underbrace{\vec{v}_D}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{DB} = (\omega\vec{k})\times(2R\vec{j}) = (-\vec{k})\times(2\vec{j}) = (2\vec{i})\ \text{m/s}\ = 2\vec{v}_S$$

$$\vec{v}_A = \underbrace{\vec{v}_D}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{DA} = (\omega\vec{k})\times(-R\vec{i} + R\vec{j}) = \underbrace{-R\omega}_{=v_S}\vec{i}\ \underbrace{-R\omega}_{=v_S}\vec{j} = (v_S\vec{i} + v_S\vec{j}) = (1\vec{i} + 1\vec{j})\ \text{m/s}$$

$$\vec{v}_C = \underbrace{\vec{v}_D}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{DC} = (\omega\vec{k})\times(R\vec{i} + R\vec{j}) = (v_S\vec{i} - v_S\vec{j}) = (\vec{i} - \vec{j})\ \text{m/s}$$



b) A Q gyorsuláspólus, valamint az A, B, C és D pontok gyorsulásának meghatározása:

$$\vec{v}_S = \text{állandó} \quad \Rightarrow \quad \vec{a}_S = \vec{0} \quad \Rightarrow \quad \underbrace{a_{Se} = 0 \qquad a_{Sn} = 0}_{S \equiv Q}$$

Az S pont a test Q gyorsuláspólusa.

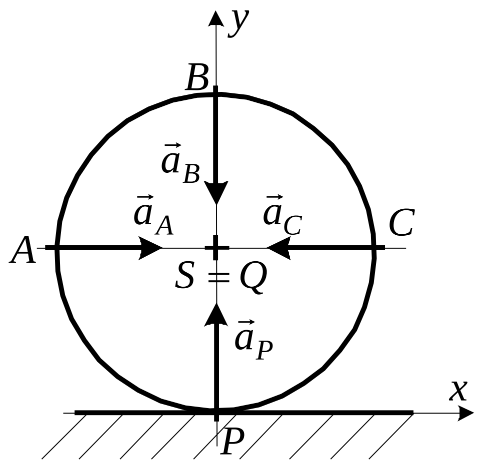
$$\vec{\omega} = \text{állandó} \quad \Rightarrow \quad \vec{\varepsilon} = \vec{0}$$

$$\vec{a}_A = \underbrace{\vec{a}_S}_{=\vec{0}} + \underbrace{\vec{\varepsilon}}_{=\vec{0}} \times \vec{r}_{SA} - \omega^2 \vec{r}_{SA} = -\omega^2(-R\vec{i}) = (1\vec{i}) \text{ m/s}^2$$

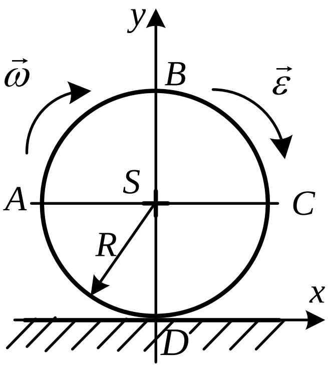
$$\vec{a}_D = \underbrace{\vec{a}_S}_{=\vec{0}} + \underbrace{\vec{\varepsilon}}_{=\vec{0}} \times \vec{r}_{SD} - \omega^2 \vec{r}_{SD} = -\omega^2(-R\vec{j}) = (\vec{j}) \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_B = \underbrace{\vec{a}_S}_{=\vec{0}} + \underbrace{\vec{\varepsilon}}_{=\vec{0}} \times \vec{r}_{SB} - \omega^2 \vec{r}_{SB} = -\omega^2(R\vec{j}) = (-\vec{j}) \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_C = \underbrace{\vec{a}_S}_{=\vec{0}} + \underbrace{\vec{\varepsilon}}_{=\vec{0}} \times \vec{r}_{SC} - \omega^2 \vec{r}_{SC} = -\omega^2(R\vec{i}) = (-1\vec{i}) \text{ m/s}^2$$



4/7. feladat: Merev test síkmozgása, sebességábra



Adott:

Az xy síkban síkmozgást végző, $\vec{\omega}$ szögsebességgel és $\vec{\varepsilon}$ szöggyorsulással gördülő R sugarú merev test szögsebessége.

$\vec{\omega} = \left(-\omega\,\vec{k}\right) = \left(-10\,\vec{k}\right)\dfrac{rad}{s}$, $\vec{\varepsilon} = \left(-\varepsilon\,\vec{k}\right) = \left(-5\,\vec{k}\right)\dfrac{rad}{s^2}$, $R = 1m$

Feladat:

a) A P sebességpólus helyének, valamint az A, B, C és D pontok sebességvektorainak meghatározása.

b) A Q gyorsuláspólus, valamint az A, B, C és D pontok gyorsulásának meghatározása.

Kidolgozás:

a) A P sebességpólus helyének, valamint az A, B, C és D pontok sebességvektorainak meghatározása:

Tiszta gördülés esetén a talajjal érintkező pont lesz a sebességpólus: $\vec{v}_D = \vec{0} \Rightarrow P \equiv D$

$$\vec{v}_S = v_S\vec{i} = \underbrace{\vec{v}_D}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{DS} = \left(-\omega\,\vec{k}\right)\times\left(R\,\vec{j}\right) = \left(\omega R\vec{i}\right)\ \text{m/s}$$

$$\vec{v}_B = \underbrace{\vec{v}_D}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{DB} = \left(-\omega\,\vec{k}\right)\times\left(2R\,\vec{j}\right) = \left(2R\omega\,\vec{i}\right)\ \text{m/s} = 2\vec{v}_S$$

$$\vec{v}_A = \underbrace{\vec{v}_D}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{DA} = \left(-\omega\vec{k}\right)\times\left(-R\vec{i} + R\,\vec{j}\right) = \underbrace{R\omega}_{=v_S}\vec{i} + \underbrace{R\omega}_{=v_S}\,\vec{j} = \left(v_S\,\vec{i} + v_S\,\vec{j}\right)\ \text{m/s}$$

$$\vec{v}_C = \underbrace{\vec{v}_D}_{=\vec{0}} + \vec{\omega}\times\vec{r}_{DC} = \left(-\omega\vec{k}\right)\times\left(R\vec{i} + R\,\vec{j}\right) = \underbrace{R\omega}_{=v_S}\vec{i} - \underbrace{R\omega}_{=v_S}\,\vec{j} = (v_S\,\vec{i} - v_S\,\vec{j})\ \text{m/s}$$

b) A Q gyorsuláspólus, valamint az A, B, C és D pontok gyorsulásának meghatározása:

$$\vec{a}_S = \frac{d\vec{v}_S}{dt} = \frac{d\left(\omega R\,\vec{i}\right)}{dt} = \frac{d\omega}{dt}R\vec{i} = \left(\varepsilon R\vec{i}\right) = \left(5\,\vec{i}\right)\frac{m}{s^2}$$

$$\left|\vec{a}_S\right| = \varepsilon R = 5\frac{m}{s^2}$$

Az S pont <u>nem</u> a test Q gyorsuláspólusa ebben az esetben!

$$\vec{a}_D = \vec{a}_S + \vec{\varepsilon}\times\vec{r}_{SD} - \omega^2\,\vec{r}_{SD} = \left(\varepsilon R\vec{i}\right) + \left(-\varepsilon\vec{k}\right)\times\left(-R\,\vec{j}\right) - \omega^2\left(-R\,\vec{j}\right) = \left(\varepsilon R\vec{i}\right) + \left(-\varepsilon R\vec{i}\right) - \omega^2\left(-R\,\vec{j}\right) =$$

$$= \left(\omega^2 R\,\vec{j}\right) = \left(100\,\vec{j}\right)\frac{m}{s^2}$$

<u>Megjegyzés</u>: $\vec{a}_D$ gyorsulás vektor párhuzamos $\vec{r}_{DS}$ helyvektorral

$$\left|\vec{a}_D\right| = \omega^2 R = 100\frac{m}{s^2}$$

$$\vec{a}_A = \vec{a}_S + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{SA} - \omega^2 \vec{r}_{SA} = \left(\varepsilon R \vec{i}\right) + \left(-\varepsilon \vec{k}\right) \times \left(-R\,\vec{i}\right) - \omega^2 \left(-R\,\vec{i}\right) = \left(\varepsilon R \vec{i}\right) + \left(\varepsilon R\,\vec{j}\right) - \omega^2 \left(-R\,\vec{i}\right) =$$

$$= \left(\left(\varepsilon R + \omega^2 R\right)\vec{i} + \varepsilon R\,\vec{j}\right) = \left(105\,\vec{i} + 5\,\vec{j}\right)\frac{m}{s^2}$$

$$\left|\vec{a}_A\right| = \sqrt{\left(\varepsilon R + \omega^2 R\right)^2 + \left(\varepsilon R\right)^2} = \sqrt{105^2 + 5^2} = 105{,}12\frac{m}{s^2}$$

$$\vec{a}_B = \vec{a}_S + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{SB} - \omega^2 \vec{r}_{SB} = \left(\varepsilon R \vec{i}\right) + \left(-\varepsilon \vec{k}\right) \times \left(R\,\vec{j}\right) - \omega^2 \left(R\,\vec{j}\right) = \left(\varepsilon R \vec{i}\right) + \left(\varepsilon R \vec{i}\right) - \omega^2 \left(R\,\vec{j}\right) =$$

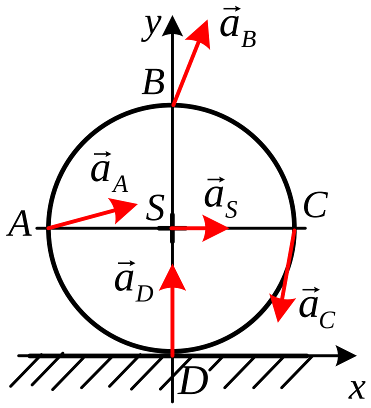
$$= \left(2\varepsilon R \vec{i} + \omega^2 R\,\vec{j}\right) = \left(10\,\vec{i} + 100\,\vec{j}\right)\frac{m}{s^2}$$

$$\left|\vec{a}_B\right| = \sqrt{\left(2\varepsilon R\right)^2 + \left(\omega^2 R\right)^2} = \sqrt{10^2 + 100^2} = 100{,}5\frac{m}{s^2}$$

$$\vec{a}_C = \vec{a}_S + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{SC} - \omega^2 \vec{r}_{SC} = \left(\varepsilon R \vec{i}\right) + \left(-\varepsilon \vec{k}\right) \times \left(R\,\vec{i}\right) - \omega^2 \left(R\,\vec{i}\right) = \left(\varepsilon R \vec{i}\right) + \left(-\varepsilon R\,\vec{j}\right) - \omega^2 \left(R\,\vec{i}\right) =$$

$$= \left(\left(\varepsilon R - \omega^2 R\right)\vec{i} - \varepsilon R\,\vec{j}\right) = \left(-95\,\vec{i} - 5\,\vec{j}\right)\frac{m}{s^2}$$

$$\left|\vec{a}_C\right| = \sqrt{\left(\varepsilon R - \omega^2 R\right)^2 + \left(\varepsilon R\right)^2} = \sqrt{95^2 + 5^2} = 95{,}13\frac{m}{s^2}$$



Gyorsuláspólus helyének meghatározása:

$$\vec{a}_Q = \vec{0} = \vec{a}_S + \vec{\varepsilon} \times \vec{r}_{SQ} - \omega^2 \vec{r}_{SQ} = \left(\varepsilon R \vec{i}\right) + \left(-\varepsilon \vec{k}\right) \times \left(x_{SQ}\,\vec{i} + y_{SQ}\vec{j}\right) - \omega^2 \left(x_{SQ}\,\vec{i} + y_{SQ}\vec{j}\right) =$$

$$= \left(\varepsilon R \vec{i}\right) + \left(-\varepsilon x_{SQ}\,\vec{j} + \varepsilon y_{SQ}\vec{i}\right) - \omega^2 \left(x_{SQ}\,\vec{i} + y_{SQ}\vec{j}\right) \qquad /\cdot\vec{i} \quad /\cdot\vec{j}$$

$$(1.) \quad 0 = \varepsilon R + \varepsilon y_{SQ} - \omega^2 x_{SQ}$$

$$(2.) \quad 0 = -\varepsilon x_{SQ} - \omega^2 y_{SQ}$$

$$x_{SQ} = \frac{R\varepsilon\,\omega^2}{\omega^4 + \varepsilon^2}$$

$$y_{SQ} = -\frac{R\varepsilon^2}{\omega^4 + \varepsilon^2}$$

$$x_{SQ} = 0{,}04987m$$

$$y_{SQ} = -0{,}00249m$$

$$\vec{r}_{SQ} = \left(x_{SQ}\vec{i} + y_{SQ}\vec{j}\right) = \left(0{,}04987\vec{i} - 0{,}00249\,\vec{j}\right)m$$