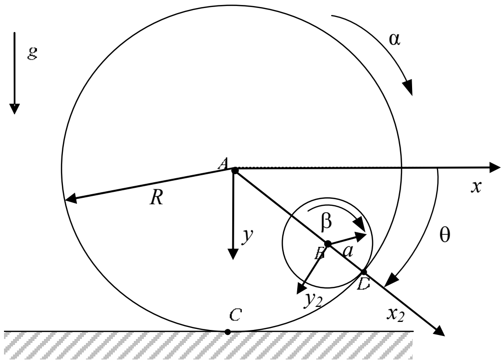
Animation en ligne : http://www.ulb.ac.be/polytech/smana/TP3_Ex1_Ex2.htm

1. 2 degré de liberté $\{x,\theta\}$

Coordonnées $\{x,\alpha,\beta,\theta\}$

$\bar{\omega}_{cercle\ S1}=\dot{\alpha}\bar{1}_z$; $\bar{\omega}_{disque\ S2}=\dot{\beta}\bar{1}_z$; $\bar{\omega}_{AB}=\dot{\theta}\bar{1}_z$

Repère xyz fixe ; Repère $x_1y_1z_1$ lié à S_1 ; Repère $x_2y_2z_2$ lié à AB ; Repère $x_3y_3z_3$ lié à S_2



Condition de roulement sans glissement en D point de contact entre S_1 et S_2 : $\bar{v}_{D\in S_1}=\bar{v}_{D\in S_2}$

$$\begin{cases}\bar{v}_{D\in S_1}=\bar{v}_A+\bar{\omega}_1\times\overline{AD}=\dot{x}\bar{1}_x+R\dot{\alpha}\bar{1}_{y_2}\\ \bar{v}_{D\in S_2}=\bar{v}_B+\bar{\omega}_2\times\overline{BD}=\dot{x}\bar{1}_x+(R-a)\dot{\theta}\bar{1}_{y_2}+a\dot{\beta}\bar{1}_{y_2}\end{cases}$$

$\Rightarrow (R-a)\dot{\theta}+a\dot{\beta}=R\dot{\alpha}$

Condition de roulement sans glissement en I point de contact entre S_1 et le sol : $\bar{v}_{I\in Sol}=\bar{v}_{I\in S_1}$

$\Rightarrow 0=\bar{v}_A+\bar{\omega}_1\times\overline{AI}=\dot{x}\bar{1}_x-R\dot{\alpha}\bar{1}_x \Rightarrow \dot{x}=R\dot{\alpha}$

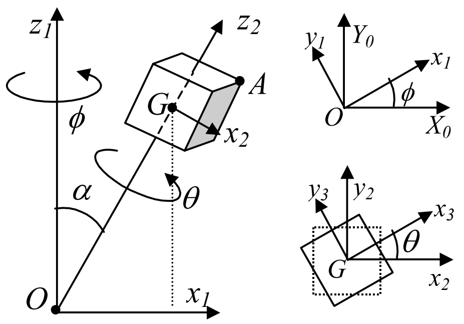
$$\Rightarrow \boxed{\bar{\omega}_{cercle\ S1}=\frac{\dot{x}}{R}\bar{1}_z;\ \bar{\omega}_{disque\ S2}=\frac{\dot{x}-(R-a)\dot{\theta}}{a}\bar{1}_z;\ \bar{\omega}_{AB}=\dot{\theta}\bar{1}_z}$$

$$\bar{v}_B=\bar{v}_A+\bar{\omega}_{AD}\times\overline{AB}\Rightarrow\bar{v}_B=\dot{x}\bar{1}_x+(R-a)\dot{\theta}\bar{1}_{y_2}=\dot{x}\bar{1}_x+(R-a)\dot{\theta}\left(-\sin\theta\bar{1}_x+\cos\theta\bar{1}_y\right)$$

$$\bar{a}_B=\bar{a}_A+\bar{\omega}_{AB}\times\left(\bar{\omega}_{AB}\times\overline{AB}\right)+\bar{\varepsilon}_{AB}\times\overline{AB}=\ddot{x}\bar{1}_x+(R-a)\ddot{\theta}\bar{1}_{y_2}-(R-a)\dot{\theta}^2\bar{1}_{x_2}$$

Ou $\bar{v}_B=\bar{v}_D+\bar{\omega}_2\times\overline{DB}\Rightarrow\bar{v}_B=\dot{x}\bar{1}_x+R\dot{\alpha}\bar{1}_{y_2}-a\dot{\beta}\bar{1}_{y_2}=\dot{x}\bar{1}_x+(R-a)\dot{\theta}\bar{1}_{y_2}$

2.



R_0 : Axe $OX_0Y_0Z_0$ fixe.

R_1 : Axe $Ox_1y_1z_1$ tourne autour de l'axe $Z_0=z_1$ (ϕ)

R_2 : Axe $Gx_2y_2z_2$ incliné d'un angle α par rapport aux axes $Ox_1y_1z_1$, avec z_2 lié à la tige, tourne autour de l'axe z_1 (ϕ)

R_3 : Axe $Gx_3y_3z_3$ liés au cube et tourne autour de z_1 (ϕ) et z_2 (θ)

=> les vecteurs de Darboux :

$\bar{\omega}_{R_1/R_0}=\dot{\phi}\bar{1}_{z_1}$; $\bar{\omega}_{R_2/R_0}=\dot{\phi}\bar{1}_{z_1}$; $\bar{\omega}_{R_3/R_0}=\dot{\phi}\bar{1}_{z_1}+\dot{\theta}\bar{1}_{z_2}$

a. <u>Par la formule des distribution des vitesses exprimé dans le repère $Ox_2y_2z_2$</u>

$\bar{\omega}_{Tige}=\dot{\phi}\bar{1}_{z_1}$ et $\bar{\omega}_{Carré}=\dot{\phi}\bar{1}_{z_1}+\dot{\theta}\bar{1}_{z_2}=-\dot{\phi}\sin\alpha\bar{1}_{x_2}+\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)\bar{1}_{z_2}$

$\bar{v}_G=\bar{v}_O+\bar{\omega}_{Tige}\times\overline{OG}=0+L\dot{\phi}\sin\alpha\bar{1}_y=L\dot{\phi}\sin\alpha\bar{1}_{y'}$

$$\overline{GA}=\frac{d}{2}\left(\bar{1}_{x_3}+\bar{1}_{y_3}+\bar{1}_{z_3}\right)=\frac{d}{2}\left((\cos\theta-\sin\theta)\bar{1}_{x_2}+(\sin\theta+\cos\theta)\bar{1}_{y_2}+\bar{1}_{z_2}\right)$$

$$\bar{v}_A=\bar{v}_G+\bar{\omega}_{Carré}\times\overline{GA}=\begin{cases}-\dfrac{d}{2}\left(\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)(\sin\theta+\cos\theta)\right)\bar{1}_{x_2}\\ +\left(\left(L+\dfrac{d}{2}\right)\dot{\phi}\sin\alpha+\dfrac{d}{2}\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)(\cos\theta-\sin\theta)\right)\bar{1}_{y_2}\\ -\dfrac{d}{2}\dot{\phi}\sin\alpha(\sin\theta+\cos\theta)\bar{1}_{z_2}\end{cases}$$

b. Par dérivation des coordonnées exprimées dans le repère $Ox_3y_3z_3$

$$\overline{OA}=\frac{d}{2}\overline{1}_{x_3}+\frac{d}{2}\overline{1}_{y_3}+\left(\frac{d}{2}+L\right)\overline{1}_{z_3}\quad\text{et}\quad\overline{\omega}_{R_3/R_0}=-\dot{\phi}\sin\alpha\cos\theta\,\overline{1}_{x_3}+\dot{\phi}\sin\alpha\sin\theta\,\overline{1}_{y_3}+\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)\overline{1}_{z_3}$$

$$\overline{v}_A=\frac{d\overline{OA}}{dt}=\underbrace{\left.\frac{d\overline{OA}}{dt}\right|_{x_3y_3z_3}}_{=0}+\overline{\omega}_{R_3/R_0}\times\overline{OA}=\begin{cases}\left(\left(\frac{d}{2}+L\right)\dot{\phi}\sin\alpha\sin\theta-\frac{d}{2}\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)\right)\overline{1}_{x_3}\\+\left(\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)\frac{d}{2}+\left(\frac{d}{2}+L\right)\dot{\phi}\sin\alpha\cos\theta\right)\overline{1}_{y_3}\\-\frac{d}{2}\dot{\phi}\sin\alpha\left(\cos\theta+\sin\theta\right)\overline{1}_{z_3}\end{cases}$$

b'. Par dérivation des coordonnées exprimées dans le repère $Ox_2y_2z_2$

$$\overline{OA}=\frac{d}{2}\left(\cos\theta-\sin\theta\right)\overline{1}_{x_2}+\frac{d}{2}\left(\sin\theta+\cos\theta\right)\overline{1}_{y_2}+\left(\frac{d}{2}+L\right)\overline{1}_{z_2}\quad\text{et}\quad\overline{\omega}_{R_2/R_0}=-\dot{\phi}\sin\alpha\,\overline{1}_{x_2}+\dot{\phi}\cos\alpha\,\overline{1}_{z_2}$$

$$\overline{v}_A=\frac{d\overline{OA}}{dt}=\left.\frac{d\overline{OA}}{dt}\right|_{R_2}+\overline{\omega}_{R_2/R_0}\times\overline{OA}=\begin{cases}-\frac{d}{2}\left(\sin\theta+\cos\theta\right)\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)\overline{1}_{x_2}\\+\left(\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)\frac{d}{2}\left(\cos\theta-\sin\theta\right)+\dot{\phi}\sin\alpha\left(\frac{d}{2}+L\right)\right)\overline{1}_{y_2}\\-\left(\dot{\phi}\sin\alpha\frac{d}{2}\left(\sin\theta+\cos\theta\right)\right)\overline{1}_{z_2}\end{cases}$$

c. $\overline{\omega}_{Cube}=-\dot{\phi}\sin\alpha\,\overline{1}_{x_2}+\left(\dot{\theta}+\dot{\phi}\cos\alpha\right)\overline{1}_{z_2}$

$$\overline{\varepsilon}_{Cube}=\left.\frac{d\overline{\omega}_{Cube}}{dt}\right|_{rel\text{ dans }R_2}+\overline{\omega}_{R_2/R_0}\times\overline{\omega}_{Cube}\quad\text{avec}\quad\overline{\omega}_{R_2/R_0}=-\dot{\phi}\sin\alpha\,\overline{1}_{x_2}+\dot{\phi}\cos\alpha\,\overline{1}_{z_2}$$

$$\overline{\varepsilon}_{Cube}=-\ddot{\phi}\sin\alpha\,\overline{1}_{x_2}+\left(\ddot{\theta}+\ddot{\phi}\cos\alpha\right)\overline{1}_{z_2}-\cos\alpha\sin\alpha\dot{\phi}^2\,\overline{1}_{y_2}+\left(\sin\alpha\dot{\phi}\dot{\theta}+\sin\alpha\cos\alpha\dot{\phi}^2\right)\overline{1}_{y_2}$$

$$\overline{\varepsilon}_{Cube}=-\ddot{\phi}\sin\alpha\,\overline{1}_{x_2}+\sin\alpha\dot{\phi}\dot{\theta}\,\overline{1}_{y_2}+\left(\ddot{\theta}+\ddot{\phi}\cos\alpha\right)\overline{1}_{z_2}$$

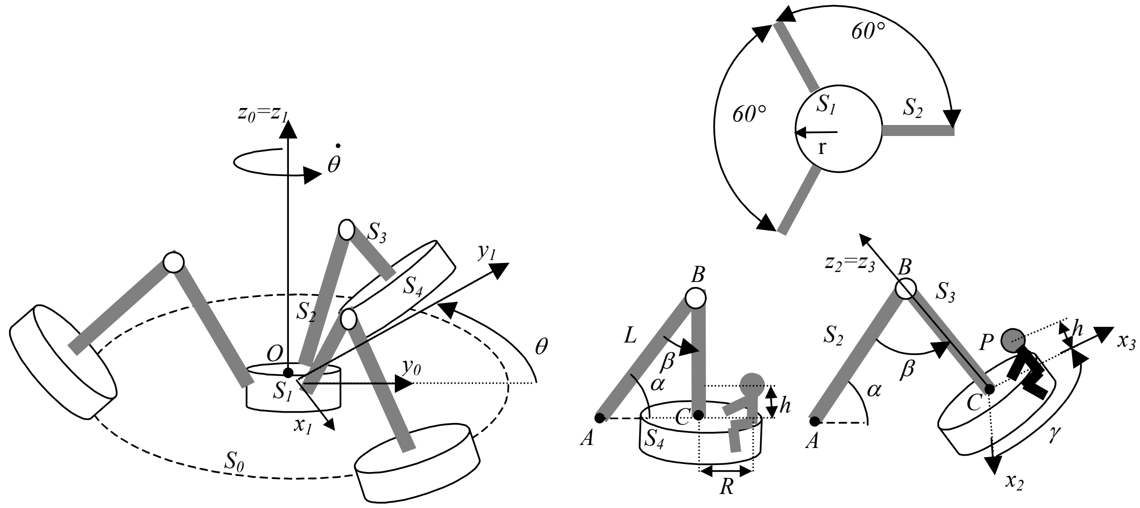
d. $\overline{\omega}_{Cube}=-\sin\alpha\cos\theta\dot{\phi}\,\overline{1}_{x_3}+\sin\alpha\sin\theta\dot{\phi}\,\overline{1}_{y_3}+\left(\dot{\theta}+\cos\alpha\dot{\phi}\right)\overline{1}_{z_3}$ avec $\overline{\omega}_{R_3/R_0}=\overline{\omega}_{Cube}$

$$\overline{\varepsilon}_{Cube}=\left.\frac{d\overline{\omega}_{Cube}}{dt}\right|_{rel\text{ dans }R_3}+\underbrace{\overline{\omega}_{R_3/R_0}\times\overline{\omega}_{Cube}}_{=0}$$

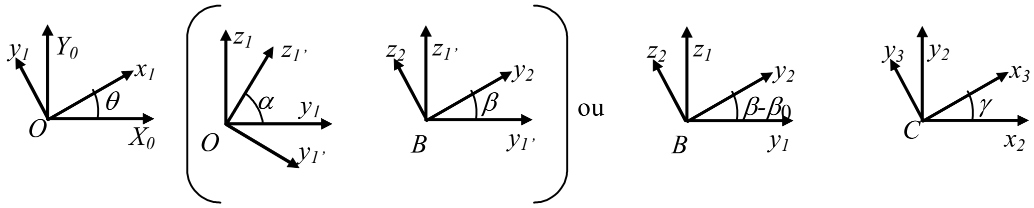
$$\overline{\varepsilon}_{Cube}=-\sin\alpha\cos\theta\ddot{\phi}\,\overline{1}_{x_3}+\dot{\phi}\sin\alpha\sin\theta\dot{\theta}\,\overline{1}_{x_3}+\sin\alpha\sin\theta\ddot{\phi}\,\overline{1}_{y_3}+\sin\alpha\cos\theta\dot{\theta}\dot{\phi}\,\overline{1}_{y_3}+\left(\ddot{\theta}+\ddot{\phi}\cos\alpha\right)\overline{1}_{z_3}$$

$$\overline{\varepsilon}_{Cube}=\left(\sin\alpha\sin\theta\dot{\phi}\dot{\theta}-\sin\alpha\cos\theta\ddot{\phi}\right)\overline{1}_{x_3}+\left(\sin\alpha\cos\theta\dot{\phi}\dot{\theta}+\sin\alpha\sin\theta\ddot{\phi}\right)\overline{1}_{y_3}+\left(\ddot{\theta}+\ddot{\phi}\cos\alpha\right)\overline{1}_{z_3}$$

3.



Position au repos



Vecteur de Darboux pour les dérivées des axes :

$\bar{\omega}_{R_1/R_0} = \dot{\theta}\overline{1}_{z_1}$; $\bar{\omega}_{R_2/R_0} = \dot{\theta}\overline{1}_{z_1} + \dot{\beta}\overline{1}_{x_1}$; $\bar{\omega}_{R_3/R_0} = \dot{\theta}\overline{1}_{z_1} + \dot{\beta}\overline{1}_{x_1} + \dot{\gamma}\overline{1}_{z_2}$

Dans le repère *$Ox_1y_1z_1$*

<u>1) Vecteur vitesse angulaire du solide S_4 :</u>

$$\bar{\omega}_{S_4} = \dot{\theta}\overline{1}_{z_1} + \dot{\beta}\overline{1}_{x_1} + \dot{\gamma}\overline{1}_{z_2} = \dot{\beta}\overline{1}_{x_1} - \sin(\beta-\beta_0)\dot{\gamma}\overline{1}_{y_1} + \left[\dot{\theta} + \cos(\beta-\beta_0)\dot{\gamma}\right]\overline{1}_{z_1}$$

<u>3) Vecteur de Darboux pour dériver les axes du Repère R_1 :</u>

$$\bar{\omega}_{R_1/R_0} = \dot{\theta}\overline{1}_{z_1}$$

<u>4) Vitesse de P</u>

$$\overline{v_P} = \overline{v_C} + \bar{\omega}_{S_4} \times \overline{CP}$$

avec $\overline{CP} = R\cos\gamma\,\overline{1}_{x_1} + \left(R\sin\gamma\cos(\beta-\beta_0) - h\sin(\beta-\beta_0)\right)\overline{1}_{y_1} + \left(h\cos(\beta-\beta_0) + R\sin\gamma\sin(\beta-\beta_0)\right)\overline{1}_{z_1}$

$$\overline{v_C} = \overline{v_B} + \bar{\omega}_2 \times \overline{BC}$$

avec $\bar{\omega}_{S_2} = \dot{\beta}\overline{1}_{x_1} + \dot{\theta}\overline{1}_{z_1}$ et $\overline{BC} = -L\sin\alpha\left(\cos(\beta-\beta_0)\overline{1}_{z_1} - \sin(\beta-\beta_0)\overline{1}_{y_1}\right)$

$$\overline{v_B} = \overline{v_O} + \bar{\omega}_1 \times \overline{OB} = -(r + L\cos\alpha)\dot{\theta}\overline{1}_{x_1}$$

avec $\bar{\omega}_{S_1} = \dot{\theta}\overline{1}_{z_1}$ et $\overline{OB} = (r + L\cos\alpha)\overline{1}_{y_1} + L\cos\alpha\,\overline{1}_{z_1}$

<u>5) Accélération angulaire du solide S_4.</u>

$$\bar{\varepsilon}_{S_4} = \left.\frac{d\bar{\omega}_{S_4}}{dt}\right|_{rel} + \bar{\omega}_{R_1/R_0} \times \bar{\omega}_{S_4} = \left(\ddot{\beta} + \sin(\beta-\beta_0)\dot{\gamma}\dot{\theta}\right)\overline{1}_{x_1} + \left(\dot{\beta}\dot{\theta} - \cos(\beta-\beta_0)\dot{\gamma}\dot{\beta}\right)\overline{1}_{y_1} - \sin(\beta-\beta_0)\dot{\gamma}\dot{\beta}\overline{1}_{z_1}$$

<u>6) Accélération de P dans le repère $Ox_1y_1z_1$</u>

$$\overline{a_P} = \overline{a_C} + \bar{\omega}_{S_4} \times \left(\bar{\omega}_{S_4} \times \overline{CP}\right) + \bar{\varepsilon}_{S_4} \times \overline{CP}$$

$$\overline{a_C} = \overline{a_B} + \bar{\omega}_{S_2} \times \left(\bar{\omega}_{S_2} \times \overline{BC}\right) + \bar{\varepsilon}_{S_2} \times \overline{BC} \text{ avec } \bar{\varepsilon}_{S_2} = \left.\frac{d\bar{\omega}_{S_2}}{dt}\right|_{rel} + \bar{\omega}_{R_1/R_0} \times \bar{\omega}_{S_2} = \ddot{\beta}\overline{1}_{x_1} + \dot{\beta}\dot{\theta}\overline{1}_{y_1}$$

$$\overline{a_B} = \overline{a_0} + \bar{\omega}_{S_1} \times \left(\bar{\omega}_{S_1} \times \overline{OB}\right) + \bar{\varepsilon}_{S_1} \times \overline{OB} \text{ avec } \bar{\varepsilon}_{S_1} = \left.\frac{d\bar{\omega}_{S_1}}{dt}\right|_{rel} + \underbrace{\bar{\omega}_{R_1/R_0} \times \bar{\omega}_{S_1}}_{=0} = 0 \text{ et O fixe : } \overline{a_0} = 0$$

Dans le repère *$Cx_2y_2z_2$*

<u>1) Vecteur vitesse angulaire du solide S_4 :</u>

$$\bar{\omega}_{S_4} = \dot{\beta}\overline{1}_{x_2} + \sin(\beta-\beta_0)\dot{\theta}\overline{1}_{y_2} + \left[\dot{\gamma} + \cos(\beta-\beta_0)\dot{\theta}\right]\overline{1}_{z_2}$$

2) Vecteur de Darboux pour dériver les axes du Repère R_2 :

$$\overline{\omega}_{R_2/R_0} = \dot{\theta}\,\overline{1}_{z_1} + \dot{\beta}\,\overline{1}_{x_1}$$

4) Vitesse de P

$$\overline{v_P} = \overline{v_C} + \overline{\omega}_{S_4} \times \overline{CP} \quad \text{avec} \quad \overline{CP} = R\left(\cos\gamma\,\overline{1}_{x_2} + \sin\gamma\,\overline{1}_{y_2}\right) + h\,\overline{1}_{z_2}$$

$$\overline{v_C} = \overline{v_B} + \overline{\omega}_{S_2} \times \overline{BC} \quad \text{avec} \quad \overline{\omega}_{S_2} = \dot{\beta}\,\overline{1}_{x_2} + \dot{\theta}\left(\cos\left(\beta-\beta_0\right)\overline{1}_{z_2} + \sin\left(\beta-\beta_0\right)\overline{1}_{y_2}\right) \text{ et } \overline{BC} = -L\sin\alpha\,\overline{1}_{z_2}$$

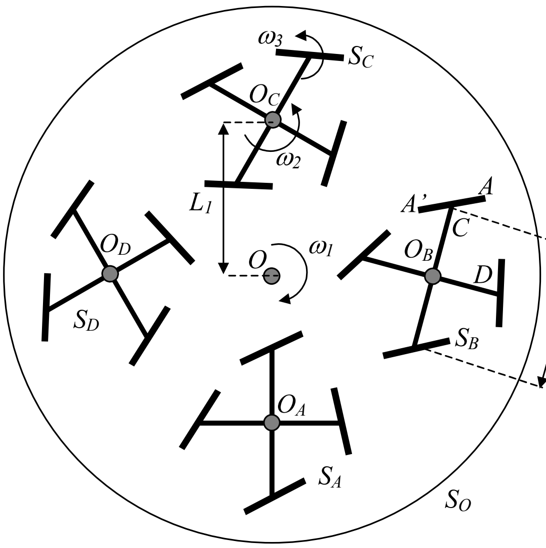
$$\overline{v_B} = \overline{v_O} + \overline{\omega}_{S_1} \times \overline{OB} = -\left(r + L\cos\alpha\right)\dot{\theta}\,\overline{1}_{x_2} \quad \text{avec} \quad \overline{\omega}_1 = \dot{\theta}\left(\cos\left(\beta-\beta_0\right)\overline{1}_{z_2} + \sin\left(\beta-\beta_0\right)\overline{1}_{y_2}\right) \text{ et}$$

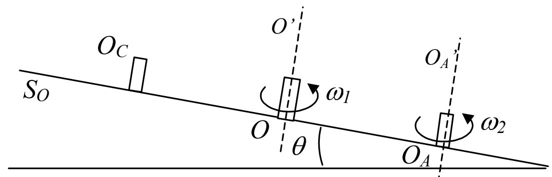
$$\overline{OB} = \left(r + L\cos\alpha\right)\left(\cos\left(\beta-\beta_0\right)\overline{1}_{y_2} - \sin\left(\beta-\beta_0\right)\overline{1}_{z_2}\right) + L\sin\alpha\left(\cos\left(\beta-\beta_0\right)\overline{1}_{z_2} + \sin\left(\beta-\beta_0\right)\overline{1}_{y_2}\right)$$

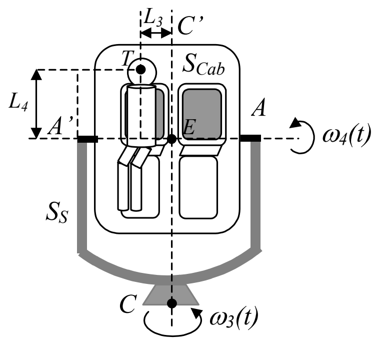
5) Accélération angulaire du solide S_4.

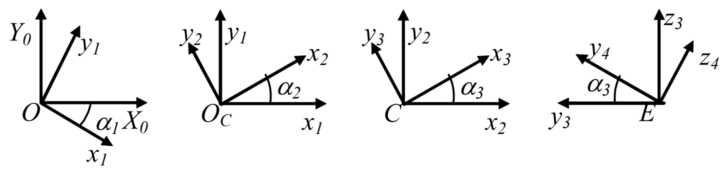
$$\overline{\varepsilon}_{S_4} = \left.\frac{d\overline{\omega}_{S_4}}{dt}\right|_{rel} + \overline{\omega}_{R_2/R_0} \times \overline{\omega}_{S_4}$$

4.



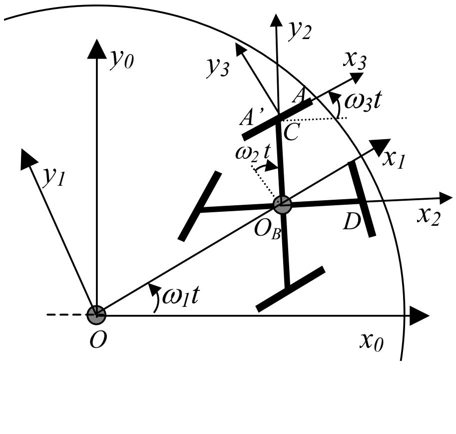






Vecteur de Darboux pour les dérivées des axes :

$$\overline{\omega}_{R_1/R_0} = -\omega_1\overline{1}_{z_1}\,;\; \overline{\omega}_{R_2/R_0} = \left(-\omega_1+\omega_2\right)\overline{1}_{z_2}\,;\; \overline{\omega}_{R_3/R_0} = \left(-\omega_1+\omega_2+\omega_3\right)\overline{1}_{z_3}\,;\quad \overline{\omega}_{R_4/R_0} = \left(-\omega_1+\omega_2+\omega_3\right)\overline{1}_{z_3} + \omega_4\overline{1}_{x_3}$$



1) Vecteur vitesse angulaire du solide S_4 :

$$\overline{\omega}_{S_{Cab}} = \overline{\omega}_1 + \overline{\omega}_2 + \overline{\omega}_3 + \overline{\omega}_4$$

$$\overline{\omega}_{S_{Cab}} = \left(-\omega_1+\omega_2+\omega_3\right)\overline{1}_{z_3} + \omega_4\overline{1}_{x_3}$$

Vecteur accélération angulaire du solide S_4 :

$$\overline{\varepsilon}_{S_{Cab}} = \left.\frac{d\overline{\omega}_{S_{Cab}}}{dt}\right|_{rel} + \overline{\omega}_{R_3/R_0} \times \overline{\omega}_{S_{Cab}}$$

$$= \dot{\omega}_3\overline{1}_{z_3} + \dot{\omega}_4\overline{1}_{x_3} + \omega_4\left(-\omega_1+\omega_2+\omega_3\right)\overline{1}_{y_3}$$

2) $\overline{v_{O_B}} = \overline{v_O} + \overline{\omega}_{S_0} \times \overline{OO_B} = -\omega_1 L_1 \overline{1}_{y_1}$ avec $\overline{\omega}_{S_0} = -\omega_1 \overline{1}_{z_3}$ et $\overline{OO_B} = L_1 \overline{1}_{x_1}$

$$\overline{v_C} = \overline{v_{O_B}} + \overline{\omega}_{S_B} \times \overline{O_B C} = -L_1\omega_1 \underbrace{\left(\cos(\omega_2 t)\overline{1}_{y_2} + \sin(\omega_2 t)\overline{1}_{x_2}\right)}_{\overline{1}_{y_1}} - \frac{L_2}{2}(-\omega_1 + \omega_2)\overline{1}_{x_2}$$

avec $\overline{\omega}_{S_S} = (-\omega_1 + \omega_2)\overline{1}_{z_2}$ et $\overline{O_B C} = \frac{L_2}{2}\overline{1}_{y_2}$

$\overline{v_E} = \overline{v_C}$ car $\overline{EC}$ est l'axe de rotation du solide S_S

$\overline{v_T} = \overline{v_E} + \overline{\omega}_{Cab} \times \overline{ET}$ avec $\overline{v_C} = \overline{v_E}$ et $\overline{ET} = -L_3 \overline{1}_{x_4} + L_4 \overline{1}_{z_4} = -L_3 \overline{1}_{x_3} + L_4\left(\cos(\omega_4 t)\overline{1}_{z_3} - \sin(\omega_4 t)\overline{1}_{y_3}\right)$

$$\overline{\omega}_{Cab} \times \overline{ET} = -L_4 \sin(\omega_4 t)(-\omega_1 + \omega_2 + \omega_3)\overline{1}_{x_3} - \left(L_4\cos(\omega_4 t)\omega_4 + L_3(-\omega_1 + \omega_2 + \omega_3)\right)\overline{1}_{y_3} - L_4 \sin(\omega_4 t)\omega_4 \overline{1}_{z_3}$$

$$\overline{v_T} = A(t)\overline{1}_{x_2} + B(t)\overline{1}_{y_2} + C(t)\overline{1}_{z_2} =$$

$$\begin{pmatrix} -L_1\sin(\omega_2 t)\sin(\omega_3 t)\omega_1 - L_4\cos(\omega_4 t)\sin(\omega_3 t)\omega_4 - \frac{L_2}{2}\sin(\omega_3 t)(-\omega_1 + \omega_2) \\ -\left(L_4\sin(\omega_4 t)\cos(\omega_3 t)\sin(\omega_3 t) + L_3\sin(\omega_3 t)\right)(-\omega_1 + \omega_2 + \omega_3) \end{pmatrix}\overline{1}_{x_2}$$

$$\begin{pmatrix} -L_1\cos(\omega_2 t)\omega_1 + L_4\cos(\omega_4 t)\cos(\omega_3 t)\omega_4 \\ +\left(L_3\cos(\omega_3 t) - L_4\sin(\omega_4 t)\sin(\omega_3 t)\right)(-\omega_1 + \omega_2 + \omega_3) \end{pmatrix}\overline{1}_{y_2}$$

$$-L_4\sin(\omega_4 t)\omega_4 \overline{1}_{z_2}$$

$$\overline{a_T} = \left.\frac{d\overline{v}_T}{dt}\right|_{R_2-rel} + \overline{\omega}_{R_2/R_0} \times \overline{v}_T = \dot{A}(t)\overline{1}_{x_2} + \dot{B}(t)\overline{1}_{y_2} + \dot{C}(t)\overline{1}_{z_2} + (-\omega_1 + \omega_2)\overline{1}_{z_2} \times \overline{v_T}$$

Pour les problèmes relatifs au Tps et aux laboratoires, contactez Emmanuelle.Vin@ulb.ac.be
Les énoncés et les corrigés sont accessibles et mis à jour sont sur le site de méca :
http://beams.ulb.ac.be/beams/teaching/meca200/tps.html