TD révision de mécanique

Exercice 1 Véhicule à 3 roues « Clever » (PT SIA 13)

Question 1

Déterminer au point G le torseur cinématique du mouvement du solide (1) par rapport à la route R_g.

$$\{V_{1/R_g}\} = \begin{Bmatrix} \vec{\Omega}(1/R_g) \\ \vec{V}(G\in 1/R_g) \end{Bmatrix}_G \qquad \vec{\Omega}(1/R_g) = \dot{\theta}.\vec{z}_0 + \dot{\alpha}.\vec{y}_0$$

$$\vec{V}(G\in 1/R_g) = \left(\frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}\right)_{R_g} \qquad \overrightarrow{OG} = R.\vec{x}_0 + e.\vec{z}_1$$

$$\vec{V}(G\in 1/R_g) = R.\left(\frac{d\vec{x}_0}{dt}\right)_{R_g} + e.\left(\frac{d\vec{z}_1}{dt}\right)_{R_g}$$

$$\left(\frac{d\vec{z}_1}{dt}\right)_{R_g} = \left(\frac{d\vec{z}_1}{dt}\right)_0 + \vec{\Omega}(0/R_g)\wedge\vec{z}_1 = \dot{\alpha}.\vec{x}_1 + \dot{\theta}.\vec{z}_0\wedge(\cos\alpha.\vec{z}_0 + \sin\alpha.\vec{x}_0)$$

$$\left(\frac{d\vec{z}_1}{dt}\right)_{R_g} = \dot{\alpha}.\vec{x}_1 + \dot{\theta}.\sin\alpha.\vec{y}_0$$

$$\vec{V}(G\in 1/R_g) = R.\dot{\alpha}.\vec{x}_0 + e.\dot{\theta}.\sin\alpha.\vec{y}_0 + e.\dot{\alpha}.\vec{x}_1$$

Question 2

En écrivant la fermeture géométrique, déterminer 2 équations scalaires reliant α_1, θ_1 et λ_1. En déduire λ_1 en fonction de α_1 et des constantes du mécanisme.

$$\overrightarrow{OA_1} + \overrightarrow{A_1B_1} = \overrightarrow{OB_1} \quad \Rightarrow \quad -a.\vec{x}_0 - b.\vec{z}_0 = \lambda_1.\vec{z}_4 + L.\vec{x}'_1$$

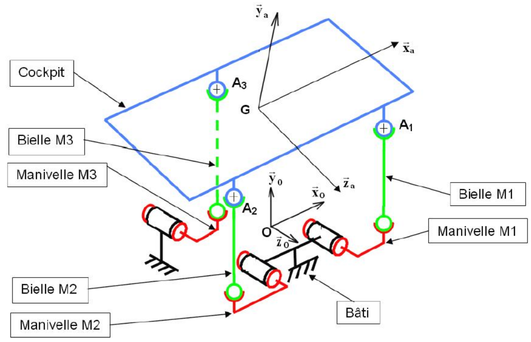
$$\vec{z}_4 = \sin\theta_1.\vec{x}_0 + \cos\theta_1.\vec{z}_0 \qquad \vec{x}'_1 = \cos\theta_1.\vec{x}_0 - \sin\theta_1.\vec{z}_0$$

$$\begin{cases} -a + \lambda_1\sin\theta_1 = L\cos\alpha_1 \\ -b + \lambda_1\cos\theta_1 = -L\sin\alpha_1 \end{cases} \qquad \begin{cases} \lambda_1\sin\theta_1 = a + L\cos\alpha_1 \\ \lambda_1\cos\theta_1 = b - L\sin\alpha_1 \end{cases}$$

$$\lambda_1 = \sqrt{(a+L\cos\alpha_1)^2 + (b-L\sin\alpha_1)^2}$$

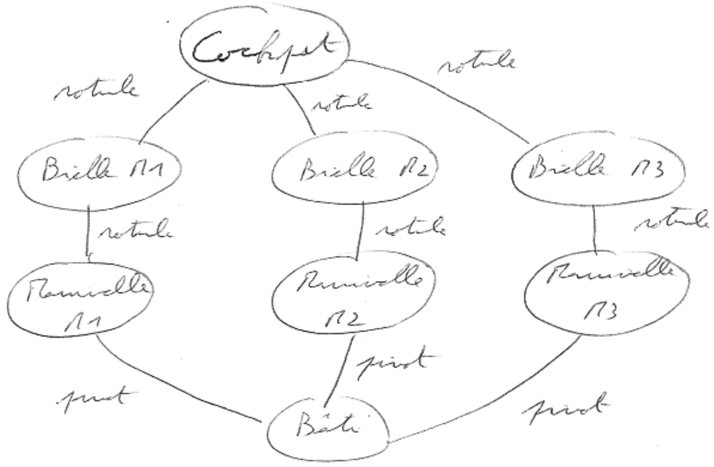
Exercice 2 :

Simulateur de vol
(ICNA 2012)



Question 1

Faire le graphe de structure



Question 2

Reproduire et compléter le tableau des mouvements du cockpit ci-dessous en indiquant les déplacements des points Ai (centres des rotules) :

	DEPLACEMENT VERTICAL >0	ROULIS >0	TANGAGE >0
A_1	Y+	Y-	Y+
A_2	Y+	Y-	Y-
A_3	Y+	Y+	0

Question 3

Ecrire la fermeture géométrique de la chaîne de solide (0), (1), (2) et (3), en déduire les 2 équations liant y, β et α puis l'expression de y en fonction de β.

$$\overrightarrow{OC} + \overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA} = \overrightarrow{OG} + \overrightarrow{GA}$$
$$c.\vec{x}_0 + d.\vec{x}_3 + b.\vec{y}_2 = y.\vec{y}_0 + a.\vec{x}_0$$

$$\vec{x}_3 = \cos\beta.\vec{x}_0 + \sin\beta.\vec{y}_0$$
$$\vec{y}_2 = -\sin\alpha.\vec{x}_0 + \cos\alpha.\vec{y}_0$$

$$c + d.\cos\beta - b.\sin\alpha = a$$
$$d.\sin\beta + b.\cos\alpha = y$$

$$\sin\alpha = \frac{c + d.\cos\beta - a}{b} \qquad \cos\alpha = \sqrt{1 - \sin^2\alpha}$$

$$y = d.\sin\beta + b.\sqrt{1 - \left(\frac{c + d.\cos\beta - a}{b}\right)^2}$$

Question 4

Déterminer au point A, le torseur cinématique du solide (1) dans son mouvement par rapport au bâti (0).

$$\left\{V_{1/0}\right\}=\left\{\begin{matrix}\vec{\Omega}(1/0)\\ \vec{V}(A\in 1/0)\end{matrix}\right\}_A \qquad \vec{\Omega}(1/0)=\vec{0} \qquad \vec{V}(A\in 1/0)=\dot{y}.\vec{y}_0$$

Question 5

Déterminer au point B, le torseur cinématique du solide (3) dans son mouvement par rapport au bâti (0).

$$\left\{V_{3/0}\right\}=\left\{\begin{matrix}\vec{\Omega}(3/0)\\ \vec{V}(B\in 3/0)\end{matrix}\right\}_B \qquad \vec{\Omega}(3/0)=\dot{\beta}.\vec{z}_0 \qquad \vec{V}(B\in 3/0)=d.\dot{\beta}.\vec{y}_3$$

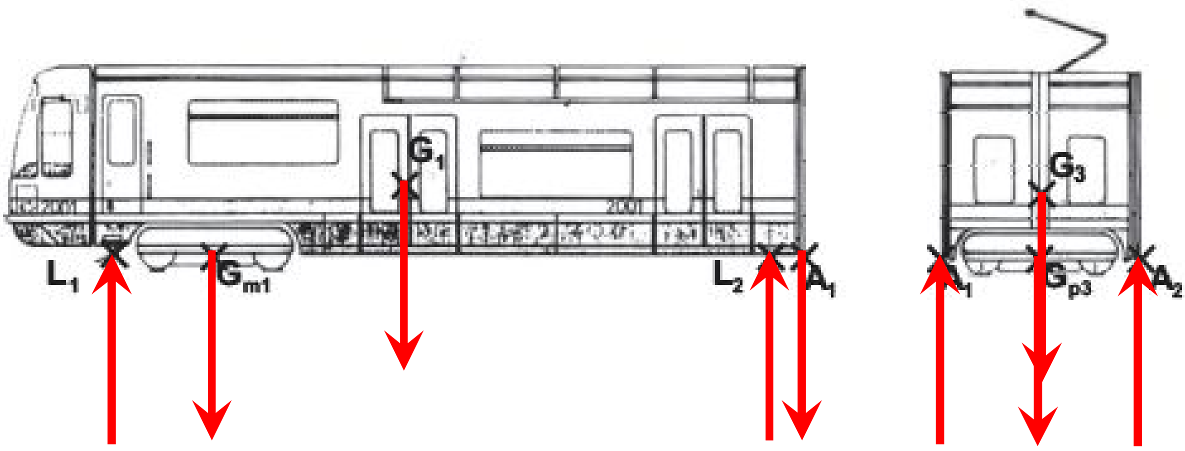
Exercice 3 Réducteur de drone quadrimoteur *(ICNA 11)*

On se place sur le porte satellite (PS)
Entrée : planétaire (P1)
Sortie : planétaire (P2) (couronne)

$$\frac{\omega_{sortie}}{\omega_{entrée}}=\frac{\omega_{P2/PS}}{\omega_{P1/PS}}=(-1)^p.\frac{\prod Z_{menantes}}{\prod Z_{menées}}=-\frac{Z_{P1}}{Z_{P2}}=\frac{\omega_{P2/PS}}{\omega_{P1/P2}+\omega_{P2/PS}}$$

$$\frac{Z_{P1}}{Z_{P2}}=\frac{\omega_{PS/P2}}{\omega_{P1/P2}-\omega_{PS/P2}} \quad \Rightarrow \quad K_2=\frac{\omega_{PS/P2}}{\omega_{P1/P2}}=\frac{Z_{P1}}{Z_{P2}+Z_{P1}}=\frac{19}{62}$$

Exercice 4 Système de levage (CCP MP 11)



Isolement de la voiture 3 : $F_{A1} + F_{A2} = P_{B3} + P_{V3}$ $\quad F_{A1} = F_{A2} = \dfrac{P_{B3} + P_{V3}}{2}$

⇨ $F_{A1} = F_{A2} = 3{,}7 \quad tonnes$

Isolement de la voiture 2 : $F_1 + F_2 = P_{B1} + P_{V1} + F_{A1}$
(Équation des moments en L1)

$$-1980 * P_{B1} - 5510 * P_{V1} + 12505 * F_2 - 13280 * F_{A1} = 0$$

On en déduit

$F_2 = 10{,}46 \quad tonnes$ à diviser par 2 $F_2 = 5{,}23 \quad tonnes$

$F_1 = 11{,}84 \quad tonnes$ à diviser par 2 $F_1 = 5{,}92 \quad tonnes$

Exercice 5 Scooter sur une pente

$\vec{F}_A = Y_A.\vec{y}$ $\quad \vec{F}_B = X_B.\vec{x} + Y_B.\vec{y}$ $\quad \vec{P} = P(-\sin\alpha.\vec{x} - \cos\alpha.\vec{y})$

On isole (1+2+3), équation de la résultante sur x ⇨ $X_B = P.\sin\alpha$

On isole (1+2+3), équation des moments en A ⇨

$(a+c).Y_B - b.P.\sin\alpha - a.P.\cos\alpha = 0$ $\quad Y_B = \dfrac{P.(b.\sin\alpha + a.\cos\alpha)}{a+c}$

On isole la roue (3), équation des moments en O_3 ⇨ $Cm - X_B.R = 0$

$Cm = X_B.R = 47 \quad Nm$

Vérification du non glissement :

$\dfrac{X_B}{Y_B} = \dfrac{(a+c).\sin\alpha}{b.\sin\alpha + a.\cos\alpha} = 0{,}14 \leq 0{,}5$ OK

Couple Maxi : $\dfrac{X_{Bmasi}}{Y_B} = 0{,}5$ $\quad X_{Bmasi} = 0{,}5.Y_B$ $\quad C_{masi} = R.0{,}5.Y_B$

Exercice 6. Chariot transporteur mural.