

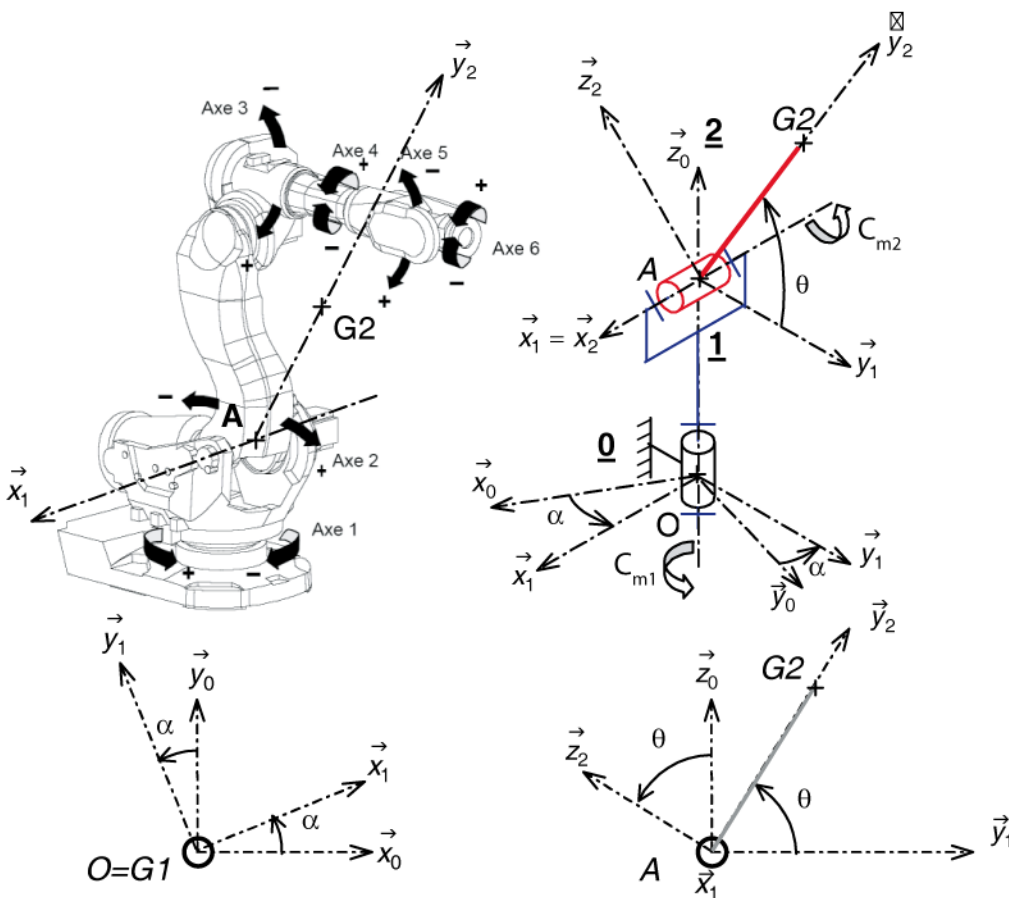
Exercice 1: Bras manipulateur

On considère un robot manipulateur articulé à 6 axes comme celui ci-contre :

On souhaite déterminer les couples moteur à exercer sur les axe 1 et 2 (orienté selon \vec{z}_0 et \vec{x}_1) pour une configuration particulière où les axes 3, 4, 5 et 6 sont verrouillés (bloqués), configuration pour laquelle on suppose donc que le robot peut se réduire cinématiquement à 2 solides dont on suppose connus les centres de gravité et les opérateurs d'inertie respectifs. En particulier, on remarquera la symétrie du robot par rapport au plan (\vec{y}_1, \vec{z}_0) ou (\vec{y}_2, \vec{z}_2)

Le centre de gravité de 1 est sur l'axe (O, \vec{z}_0)

On pose : $\vec{OA} = a\vec{z}_0$ et $\vec{AG}_2 = b\vec{y}_2$. La masse de 2 est notée m_2 .



L'action de l'outil e disposé à l'extrémité du robot se traduit par un torseur d'action mécanique extérieur supposé connu :

$$\{F_{e \rightarrow 2}\} = \begin{Bmatrix} \vec{R}_{e \rightarrow 2} \\ \vec{C}_{e \rightarrow 2} \end{Bmatrix}_{G_2} = \begin{Bmatrix} X_{e2} & L_{e2} \\ Y_{e2} & M_{e2} \\ Z_{e2} & N_{e2} \end{Bmatrix}_{G_2, R_2}$$

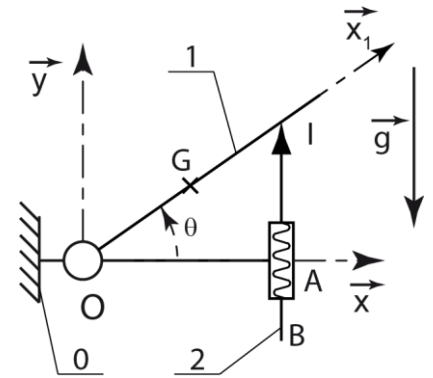
Déterminer les couples des moteurs C_{m1} et C_{m2} permettant au bras de rester en équilibre statique.

Exercice 2:

On considère le mécanisme d'ouverture d'une trappe d'aération dont la conception a été modifiée : la liaison glissière a été remplacée par une liaison hélicoïdale (l'irréversibilité de cette liaison n'est pas étudiée ici, elle est supposée parfaite).

On note : $\theta = (\vec{x}, \vec{x}_1)$; $OA=a$; $\lambda = \overline{AI} \cdot \vec{y}$; $\overline{AB} = -b \vec{y}$; $p=4 \text{ mm/tr}$ le pas de la liaison hélicoïdale.

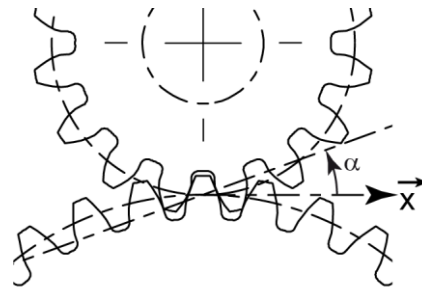
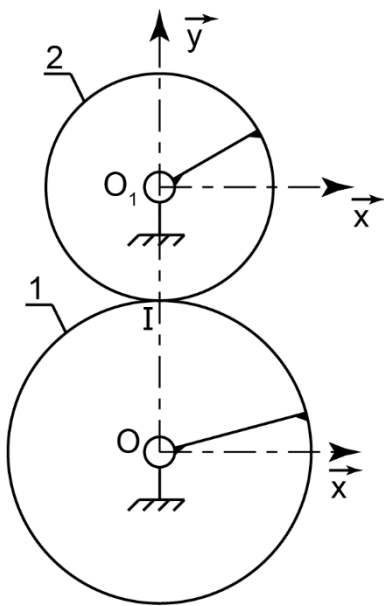
1 a une masse m et un centre de gravité G , tel que $\overline{OG} = l \vec{x}_1$. La masse de 2 est négligeable. Un couple $C_e \vec{y}$ est appliqué en B sur 2 pour maintenir l'équilibre.



Q1: Déterminer le couple C_e tel que le mécanisme reste en équilibre.

Exercice 3: Transmission de l'action mécanique dans un engrenage.

On considère l'engrenage ci-contre, formée de deux roues dentées 1 et 2. Un couple $C_e \vec{z}$ est appliqué sur 1, transmis par le contact en I jusqu'à la charge qui applique un couple $C_s \vec{z}$ sur 2.



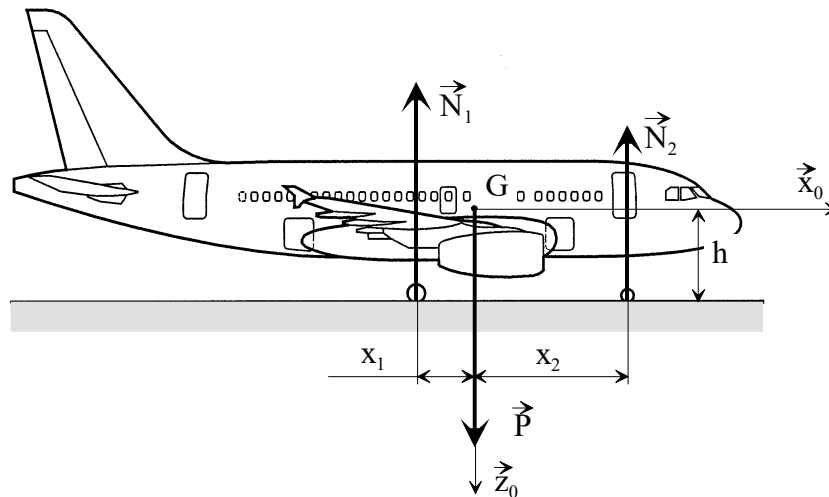
Hypothèses :

- $OI = R_1$ et $O_1I = R_2$
- le problème est plan dans (\vec{x}, \vec{y}) ;
- l'action mécanique en I est une force inclinée de l'angle de pression $\alpha = (\vec{x}, \overline{F_{1 \rightarrow 2}})$.

Q1: Déterminer la relation entre C_e et C_s tel que le mécanisme reste en équilibre.

Exercice 4: train d'atterrissage d'avion

On considère l'avion à l'arrêt sur la piste. On note G son centre de gravité, $(G, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$ un repère galiléen où \vec{z}_0 est la verticale descendante du lieu, \vec{N}_1 les actions de contact supposées égales au niveau de chacune des quatre roues des trains principaux, \vec{N}_2 l'action de contact au niveau du train avant.



On donne :

- masse de l'avion $M = 60.10^3 \text{ kg}$ et $g = 10 \text{ ms}^{-2}$
- $x_1 = 2 \text{ m}$, $x_2 = 8 \text{ m}$, $h = 4 \text{ m}$
- diamètre des roues du train principal : $D = 1 \text{ m}$
- coefficient d'adhérence pneu-piste $f_0 = 1,5$.

Q2: Déterminer les expressions littérales et les valeurs numériques :

- 1/ des efforts normaux \vec{N}_1 au niveau de chacune des quatre roues de l'atterrisseur principal,
- 2/ de l'effort normal \vec{N}_2 au niveau du train avant.

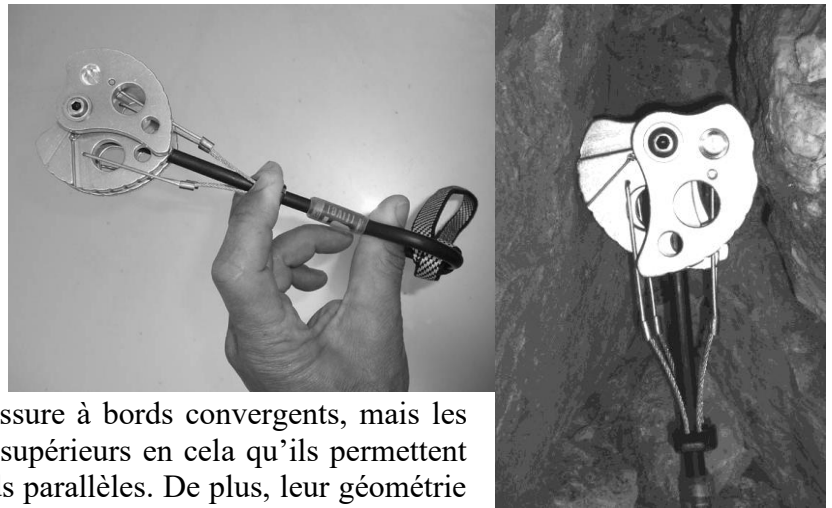
Q3: Les freins de parking bloquant les roues du train principal, déterminer la valeur limite de la composante tangentielle T_1 au niveau de chaque roue conduisant au glissement des pneus sur la piste.

Q4: En déduire la valeur du « couple minimal de freinage » que doivent exercer les freins de parking au niveau de chaque roue.

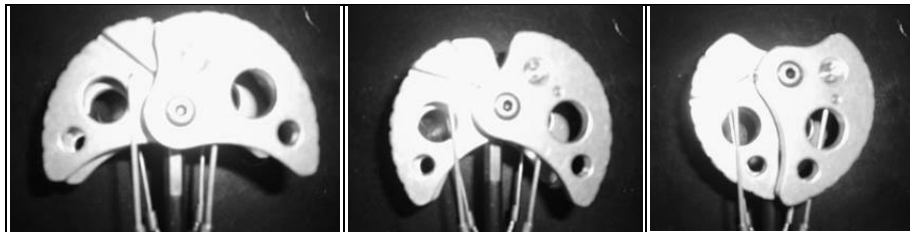
Q5: En cas de forts vents selon \vec{x}_0 , y a-t-il risque de basculement vers l'avant ou vers l'arrière ?

Exercice 5: Coinceur mécanique à cames « friend ».

En escalade, en l'absence de points de liaison permanents (pitons, broches scellés...), l'assurage peut être complété par des coincesurs, qui se placent dans les fissures, et se bloquent sous le choc en cas de chute. C'est l'adhérence qui permet la retenue de la chute.



Il existe des coincesurs monoblocs, qui permettent un coincement dans une fissure à bords convergents, mais les « friends » à came, articulés sont très supérieurs en cela qu'ils permettent une protection dans des fissures à bords parallèles. De plus, leur géométrie leur permet de s'adapter à des fissures de tailles différentes (par exemple de 55 à 90 mm pour un « flex no 4 »).



On se propose d'étudier les conditions de retenue d'un coincesur « Rock Empire Flex » schématisé ci dessous, en modélisation plane. L'articulation des cames sur l'axe est supposée sans frottement.

Suite à une chute, la corde qui retient le grimpeur, exerce un effort de 10 000 N sur le câble, donc sur l'axe du « friend ».

Le contact avec le rocher (fissure à bords parallèles) s'effectue avec frottement.

1. Tracer le graphe de liaison.
2. déterminer graphiquement le coefficient de frottement minimum permettant d'encaisser la chute.
3. quel est l'effort d'écartement imposé aux lèvres de la fissure sous 10 000N de traction? (composante normale à la surface du rocher)
sur le corps du coincesur, il est porté : maxi : 12 KN. Y a-t-il risque de glissement au delà de cette charge ? pourquoi ? et que se passe-t-il alors ?

