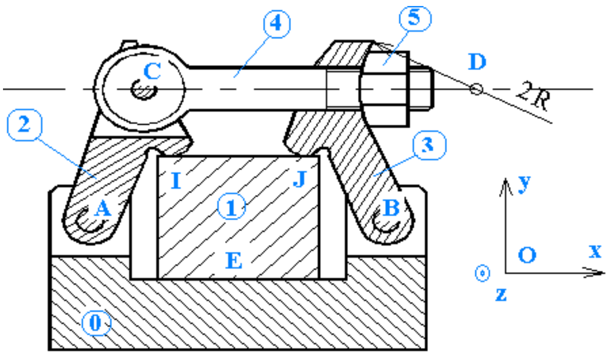
Science de l'Ingénieur : Statique des systèmes mécaniques (révision)

Exercice 1 : Système de serrage

Le mécanisme représenté ci-dessous permet de serrer la pièce 1 sur le bâti 0 à l'aide des brides 2 et 3. L'effort de serrage est obtenu en vissant l'écrou sphérique 5 sur la vis à œil 4. La bride 2 est en liaison pivot d'axe $(A,\vec{z})$ avec le bâti. La bride 3 est en liaison pivot d'axe $(B,\vec{z})$ avec le bâti 0. La vis 4 est en liaison pivot d'axe $(C,\vec{z})$ avec la bride 2. L'écrou à portée sphérique 5 est en liaison hélicoïdale d'axe $(C,\vec{x})$ avec la vis 4 et en liaison rotule de centre D avec la bride 3.



Dessin d'ensemble

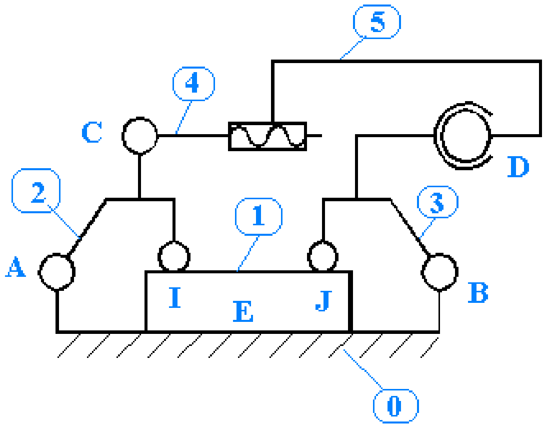


Schéma cinématique

L'objectif est de déterminer l'action des brides 2 et 3 sur la pièce 1.

On donne :

$\overrightarrow{AI} = L\vec{x} + h\vec{y}$, $\overrightarrow{BJ} = -L\vec{x} + h\vec{y}$, $\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{BD} = d\vec{x} + H\vec{y}$ avec L, d, H *et* h sont des constantes positives.

- Le système étant au repos,
- L'action mécanique de l'écrou 5 sur la bride 3 au point D est donnée par le torseur suivant :

$$\{F(5 \to 3)\} = \begin{Bmatrix} -S\vec{x} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_{(\vec{x},\vec{y},\vec{z})}$$

On adopte les hypothèses suivantes :

- Au repos, le système est en équilibre par rapport au repère $R(O,\vec{x},\vec{y},\vec{z})$ supposé Galiléen ;
- L'action de la pesanteur est négligée ;
- Les liaisons sont supposées parfaites.

1. Donner le graphe des liaisons.
2. Déterminer les différents torseurs d'actions mécaniques des différentes liaisons.
3. Ecrire les équations qui découlent du théorème de la résultante statique appliqué sur l'ensemble (4 et 5).
4. Ecrire les équations qui découlent du théorème du moment statique appliqué au point A sur la bride 2 et déduire l'action de la bride 2 sur la pièce 1.
5. Ecrire les équations qui découlent du théorème du moment statique appliqué au point B sur la bride 3 et déduire l'action de la bride 3 sur la pièce 1.

Exercice 2 : Echelle mobile

La figure suivante représente le schéma cinématique d'un dispositif d'une échelle mobile. Ce système permet de soulever une personne afin d'atteindre une hauteur donnée. Il est composé de :

- Un bâti (0) lié au repère $R_0(B,\vec{x}_0,\vec{y}_0,\vec{z}_0)$;
- Un vérin (2+3) lié au repère $R_3(C,\vec{x}_3,\vec{y}_3,\vec{z}_0)$;
- Une échelle (1) liée au repère $R_1(B,\vec{x}_1,\vec{y}_1,\vec{z}_0)$;

On donne : $\overrightarrow{BA} = a\vec{y}_1$, $\overrightarrow{BG} = b\vec{y}_1$ et $\overrightarrow{BD} = c\vec{y}_1$

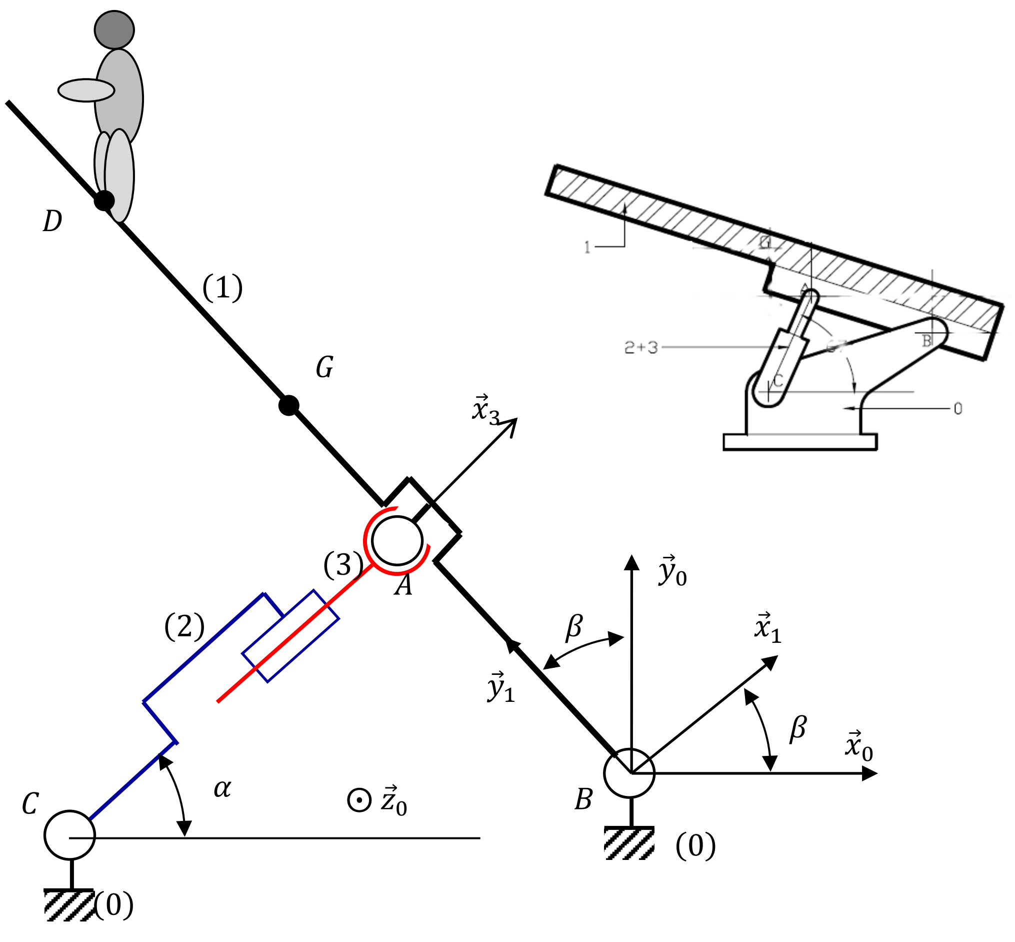
On adopte les hypothèses suivantes :

- Le système est en équilibre ;
- Le champ de la pesanteur est donnée par : $\vec{g} = -g\vec{y}_0$
- L'échelle est de masse m_e ;

- L'ouvrier est de masse m_p ;
- La section du vérin 2-3 est notée S_p ;
- La pression dans le vérin est notée p et est supposée constante.
- Toutes les liaisons sont supposées parfaites.

1. Donner le graphe de liaisons du système échelle mobile.
2. Donne la forme des torseurs d'actions transmissibles des liaisons 0-2, 2-3 et 3-1 dans la base du repère R_3.
3. Déterminer les directions de $\vec{R}(0 \to 2)$ et $\vec{R}(1 \to 3)$ et déduire une simplification du torseur d'actions mécaniques de 3 sur 1.
4. Isoler la tige du vérin (3) et exprimer $\|\vec{R}(1 \to 3)\|$ en fonction de *p* et S_p.
5. En isolant l'échelle (1) et en appliquant le théorème du moment statique au point B en projection sur l'axe $\vec{z}_0$, déterminer l'expression de $\|\vec{R}(1 \to 3)\|$ en fonction de m_p, m_e, g et d'autres données géométriques utiles.
6. On donne : a=900mm, b=2000mm, c=3500mm, $\alpha = 60°$, $\beta = 40°$, $S_p = 30 \times 10^{-3} m^2$, $m_p = 80kg$, $m_e = 50kg$, $g = 10ms^{-2}$.

Sachant que le vérin peut supporter une pression de 12bars maximum, conclure quant à la capacité du système. (1bar=100KPa).



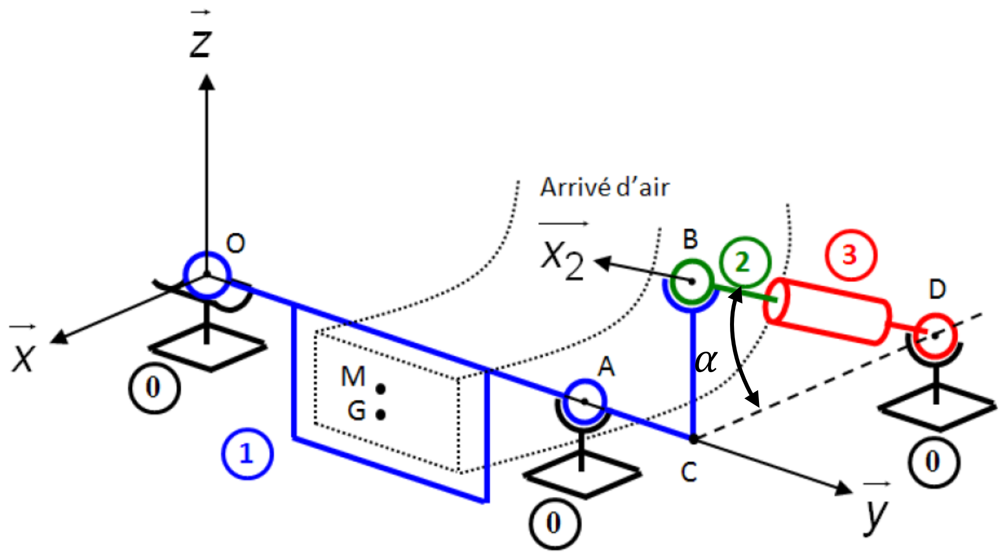
Exercice 3 : Bouche de climatisation

On s'intéresse à une bouche de climatisation de bureau. L'air climatisé arrive par le réseau d'air climatisé du bâtiment et est distribué par plusieurs bouches. Le débit d'air entrant sur chaque bouche est initialement réglé par l'intermédiaire d'un clapet dont l'ouverture est maîtrisée par un vérin. Le schéma cinématique du système de réglage du débit d'air dans la position « clapet fermé » ($\alpha = \frac{\pi}{6}$) est donné ci-dessous.

Constituants et paramétrage :

- Le repère $R_0(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ est lié au conduit (0) considéré comme fixe.

- Le repère $R_2(\vec{x}_2, \vec{y}, \vec{z}_2)$ est lié à la tige du vérin 2, avec $\alpha = (\vec{x}, \vec{x}_2) = (\vec{z}, \vec{z}_2)$ et $\overrightarrow{AB} = c\vec{y} + d\vec{z}$



Conception 1

Hypothèses :

- Les liaisons sont supposées comme parfaites ;
- L'action de la pesanteur sur les différents solides sera négligée sauf pour le clapet (1) de masse M et de centre de gravité G tel que $\overrightarrow{OG} = a\vec{y} - h\vec{z}$, $\vec{g} = g\vec{X}$

Données :

- $\overrightarrow{OA} = 2a\vec{y}$ et $\overrightarrow{OM} = a\vec{y} - f\vec{z}$
- Action de la tige du vérin (2) sur le clapet (1) : $\{\mathcal{F}(2 \rightarrow 1)\}_B = \underset{B}{\begin{Bmatrix} X_{21}\vec{x}_2 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}}$;
- Action de l'air sur le clapet (1) : $\{\mathcal{F}(air \rightarrow 1)\}_M = \underset{M}{\begin{Bmatrix} F_a\vec{x} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}}$

1. Tracer le graphe des liaisons pour ce système en précisant le type de chaque liaison.
2. Isoler le vérin formé par l'ensemble E={2+3} ; Justifier la forme du torseur $\{\mathcal{F}(2 \rightarrow 1)\}_B$.
3. Déterminer le torseur d'action mécanique extérieur au clapet (1). L'exprimer au point A et dans la base $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.
4. Isoler le clapet (1), appliquer le PFS pour déterminer l'expression de X_{21} en fonction des données du problème.

Exercice 4 : Passerelle télescopique (CNIM2017)

La figure suivante correspond au modèle statique de la passerelle dans le cas le plus défavorable (le point de contact I est confondu avec I_F). Dans cette partie, on adopte les hypothèses suivantes :

- L'angle α=constante=0°.
- La passerelle est supposée en équilibre.
- Dans cette configuration, l'ensemble des deux couloirs (2) et (3) forment un seul solide S de masse M et de centre d'inertie G tel que $\overrightarrow{OG} = y_G\vec{y}_2$. Le couloir (2) est supposé de masse m_2 et de centre d'inertie G_2 tel que $\overrightarrow{OG_2} = y_2\vec{y}_2$ alors que le couloir (3) est supposé de masse m_3 et de centre d'inertie G_3 tel que $\overrightarrow{OG_3} = y_3\vec{y}_2$.
- La liaison pivot d'axe $(O, \vec{x}_0)$ entre l'ensemble S et le bâti (0) est supposée parfaite.
- Le système du pont élévateur (4) exerce sur l'ensemble S une action mécanique représentée par le torseur suivant : $\{F(4 \rightarrow S)\} = \begin{Bmatrix} F\vec{z}_2 \\ \vec{0} \end{Bmatrix}_B$

- L'accélération de la pesanteur est donnée par $\vec{g} = -g\vec{z}_0$
- On donne : $\overrightarrow{OB} = b\vec{y}_2 - a\vec{z}_2$

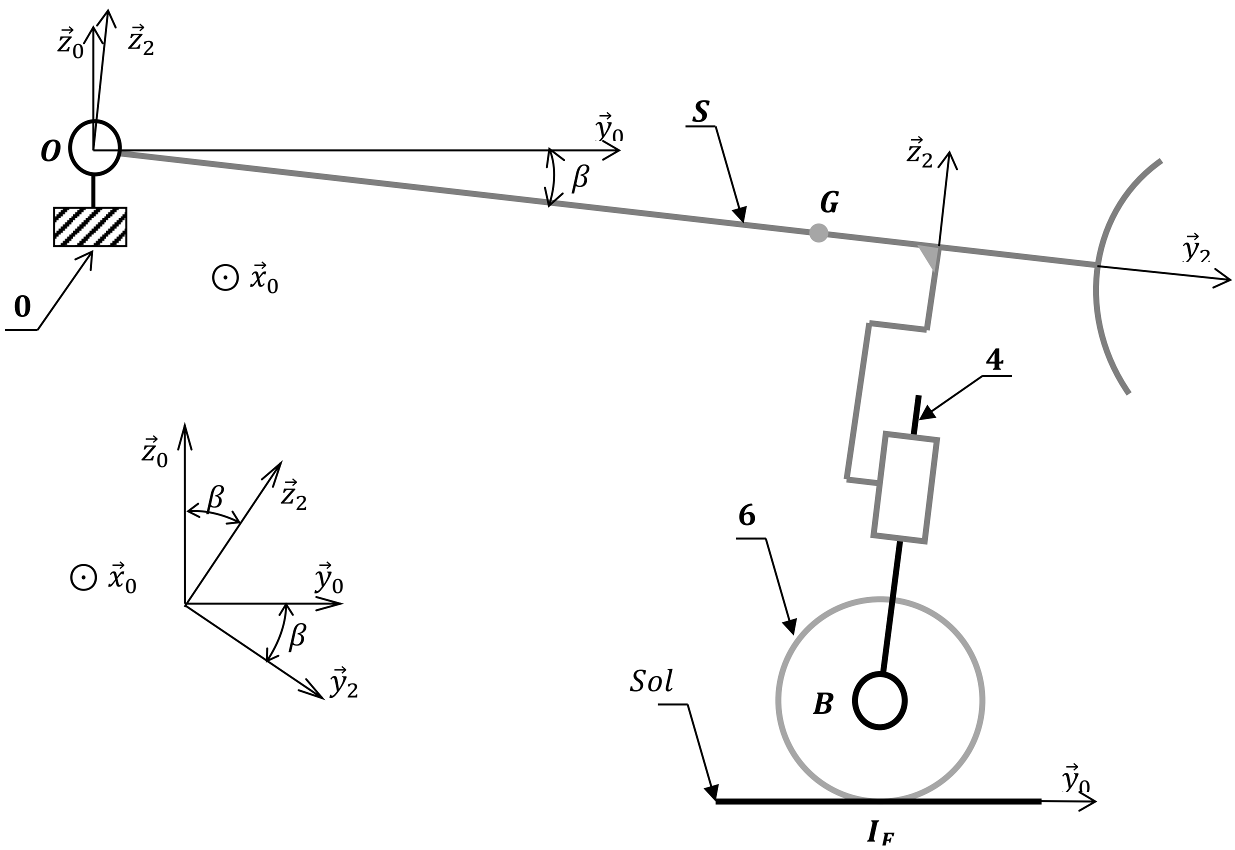
1. Exprimer y_G, position du centre d'inertie de l'ensemble S formé par les couloirs (2) et (3), en fonction de m_2, m_3, y_2 et y_3.

<u>Dans la suite de cette partie, on termine les calculs avec y_G.</u>

2. Déterminer, au point O et dans la base du repère R_0, le torseur d'actions mécaniques extérieures à l'ensemble S.

3. En appliquant le théorème du moment statique au point O en projection sur l'axe $\vec{x}_0$, Montrer que l'effort F qu'exerce (4) sur S est donné par : $F = \frac{Mgy_G\cos\beta}{b}$.

4. D'après le cahier des charges, la charge maximale admissible par l'essieu de la passerelle est de 70tonnes. Est-ce que cette condition est respectée sachant que $M = 60.10^3Kg, g = 10ms^{-2}, y_G = 10m, b = 15m\ et \cos\beta \approx 1$.



Lefi Abdellaoui
E-mail : lefiabdellaoui@yahoo.fr
Blog: https://lefiabdellaoui.wordpress.com