

Série N° 5 : STATIQUE

Exercice 1

Le système est constitué de deux solides S_1 et S_2 de masses négligeables. Le solide S_1 est en liaison pivot parfaite d'axe (O, \vec{z}) avec S_0 , et en contact ponctuel de normale (C, \vec{y}_1) avec S_2 . S_1 est soumis, au point A , à une force donnée \vec{F} . Le solide S_2 est en contact plan de normale avec S_0 . S_2 est soumis à une force \vec{P} .

On veut déterminer la charge \vec{P} minimale pour déplacer le bloc S_2 par rapport à S_0 . Soit $R_0(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ un repère lié au solide S_0 .

Les coefficients de frottements sont : f_{12} entre S_1 et S_2 et f_{20} entre S_2 et S_0 .

$$\alpha = (\vec{x}, \vec{x}_1) = (\vec{y}, \vec{y}_1) \quad ; \quad \vec{OA} = l_1 \vec{y} \quad ; \quad \vec{OC} = l_2 \vec{x}$$

- 1) En appliquant le théorème de la résultante statique étudier l'équilibre du solide S_2 , juste au début du glissement. Ecrire les équations scalaires obtenues par projection des relations vectorielles sur les axes (O, \vec{x}) et (O, \vec{y}) .
- 2) En appliquant le principe fondamental de la statique (au point O), étudier l'équilibre du solide S_1 .
- 3) Déduire la charge \vec{P} minimale nécessaire pour déplacer le bloc S_2 , ainsi que la réaction en O.

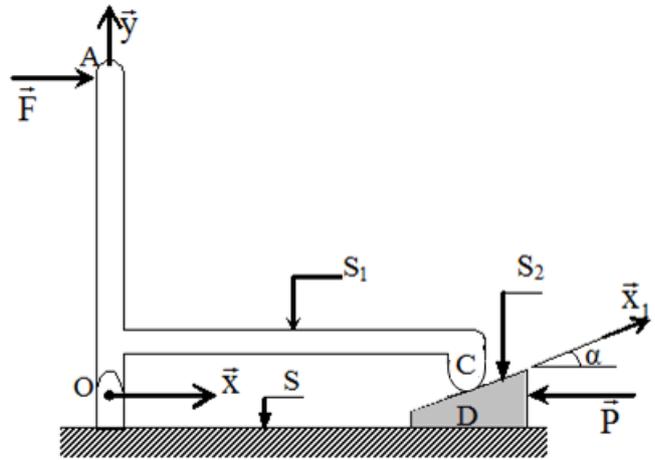


FIGURE 1 –

Exercice 2

On considère le bâti (0) auquel est attaché le repère $R_0(O, \vec{x}_0, \vec{y}_0, \vec{z}_0)$. La tige (1) est en contact ponctuel sans frottement avec le bâti (0), au point C. Le solide (2) est lié à la tige (1) par une liaison pivot parfaite d'axe (A, \vec{z}_0) et au bâti (0) par une liaison glissière avec frottement d'axe (A, \vec{x}_0) . On donne $f_{02} = f$.

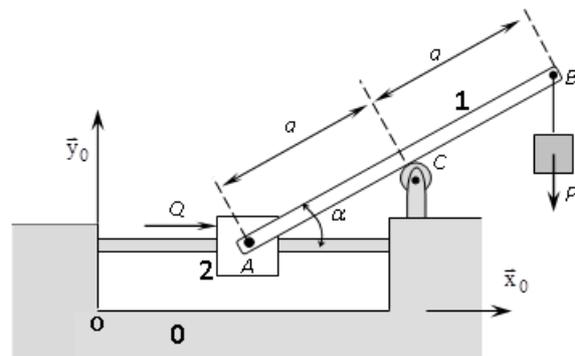


FIGURE 2 –

On veut déterminer la force Q minimale nécessaire pour maintenir le système en équilibre. On néglige les poids des solides (S_1) et (S_2).

- 1) Etudier l'équilibre de la tige (1).
- 2) Appliquer le théorème de la résultante statique appliqué au solide (2). Ecrire les équations scalaires obtenues par projection des relations vectorielles sur les axes (O, \vec{x}_0) et (O, \vec{y}_0) .
- 3) Ecrire la relation supplémentaire obtenue au début du glissement entre le solide (2) et le bâti (0).
- 4) Déduire Q ainsi que les réactions aux points A et C, en fonction de P, a, f et α .

Exercice 3

La figure 3 représente le schéma d'une perceuse manuelle. Cette perceuse est constituée d'un bâti (S_0), d'une tige (S_1), d'un porte outil (S_2) et d'une manette avec poignée (S_3).

On considère un repère $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$ lié au bâti (S_0) et un repère $R'(B, \vec{u}, \vec{n}, \vec{z})$ lié à la manette (S_3). La tige (S_1) est en liaison complète au point O avec le bâti (S_0). Le porte outil (S_2) est en liaison pivot glissant d'axe (O, \vec{y}) avec la tige (S_1). La manette (S_3) est en liaison pivot d'axe (A, \vec{z}) avec la tige (S_1) et en liaison ponctuelle avec le solide (S_2) au point B.

La pièce (S_4) fixe par rapport au bâti (S_0) est en contact supposé ponctuel avec (S_2) au point D pendant l'opération de perçage. Toutes les liaisons sont parfaites sauf au point B.

On donne :

f : Le coefficient de frottement entre les solides (S_2) et (S_3) ; $f = 0,3$.

$\vec{F}_r = F_r \cdot \vec{y}$: l'action du ressort sur (S_2) au point O_1 .

$\vec{F}_D = F_D \vec{y}$ l'action de la pièce (S_4) sur (S_2).

$\vec{F} = -F \vec{y}$ l'action de l'opérateur sur la manette (S_3).

$\vec{AB} = -\ell_1 \vec{u}$ $\vec{BC} = -\ell_2 \vec{u}$, $\vec{DE} = a \vec{x} + c \vec{y}$, $\vec{BE} = c \vec{x} - d \vec{y}$, $\vec{EO}_1 = h \vec{y}$

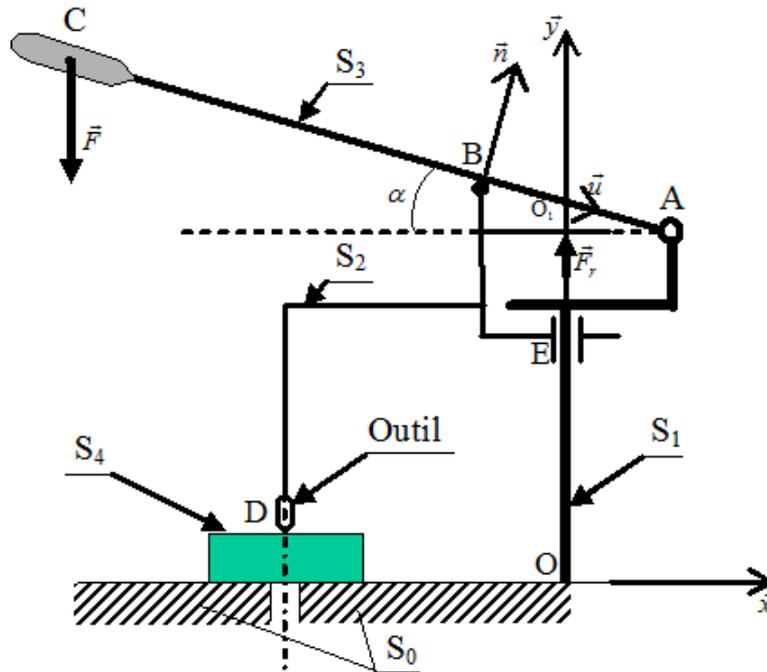


FIGURE 3 – Perceuse manuelle

Dans cette étude, on s'intéresse à déterminer l'effet de l'opérateur au cours de l'opération de perçage. On néglige les poids des solides (S_2) et (S_3).

- 1) En appliquant le principe fondamental de la statique (au point A), étudier l'équilibre du solide (S_3). Ecrire les équations scalaires obtenues par projection des relations vectorielles sur les axes (O, \vec{x}) , (O, \vec{y}) et (O, \vec{z}) .
- 2) En appliquant le principe fondamental de la statique (au point E), étudier l'équilibre du solide (S_2). Ecrire les équations scalaires obtenues par projection des relations vectorielles sur les axes (O, \vec{x}) , (O, \vec{y}) et (O, \vec{z}) .
- 3) Exprimer F en fonction de : F_r , F_D , α , f , ℓ_1 et ℓ_2
- 4) Sachant que $F_D = 300N$, $F_r = 0$ et $\alpha = 30^\circ$. Déterminer la valeur de F .
- 5) Calculer la force F à la fin de l'opération de perçage (pour $\alpha = 0$ et $F_r = 200N$)

Exercice 4

On s'intéresse à un pilote automatique de voilier qui permet d'ajuster automatiquement le cap d'un bateau sans l'intervention du marin.

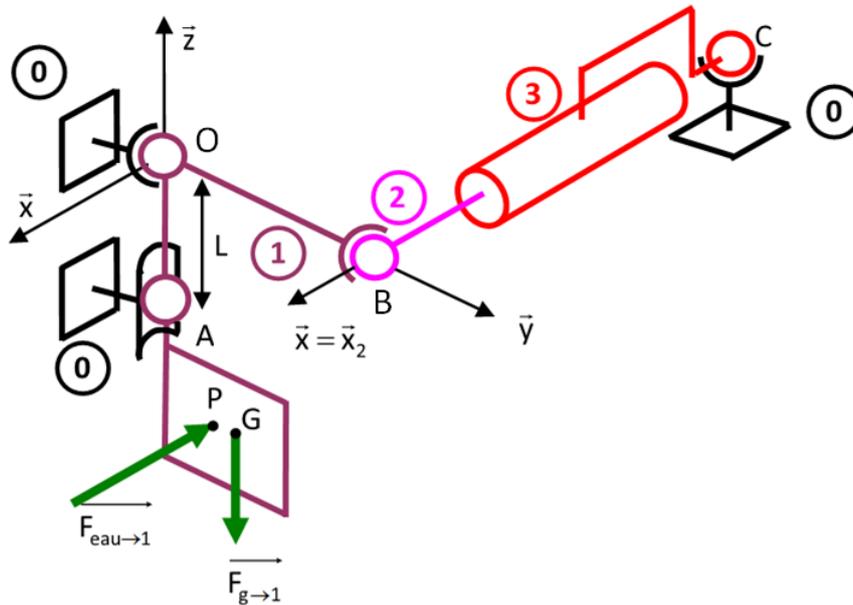


FIGURE 4 – Pilote automatique de bateau

Pour assurer la rotation de l'ensemble gouvernail barre franche, repéré (1) par rapport au voilier repère (0) on utilise deux roulements à billes à contact radial ayant pour centre de poussée respectifs les points O et A éloignés d'une distance L . Ces composantes sont modélisées par une liaison rotule de centre O et une liaison linéaire annulaire en A d'axe (A, \vec{z}) . Lorsque le pilotage est automatique, l'ensemble gouvernail barre franche est actionné par un vérin linéaire repéré (2 + 3). La tige du vérin (2) et en liaison rotule de centre B avec l'ensemble (1) alors que son corps (3) est en liaison rotule de centre (C) avec (0).

- L'eau exerce une action mécanique sur le gouvernail modélisée globalement par une force $\vec{F}_{eau \rightarrow 1} = -F\vec{x}$ en P .
- l'ensemble (1) (de centre de gravité G et de masse m) est soumis à l'action mécanique de la pesanteur $\vec{g} = -g\vec{z}$ (on néglige cette action mécanique sur les solides (2) et (3)).

On donne :

$$\vec{OA} = -L\vec{z}, \vec{OB} = h\vec{y}, \vec{BC} = -\lambda\vec{x}, \vec{OP} = a\vec{y} - b\vec{z}, \vec{OG} = c\vec{y} - d\vec{z}$$

L'objectif de l'étude est de déterminer l'action mécanique du solide 2 sur le solide 1 liée à l'action de l'eau sur le gouvernail.

- 1) Faites le graphe de liaison en indiquant les forces extérieures.
- 2) Identifier le type de problème (plan ou spatial).
- 3) Etudier au point O l'équilibre du gouvernail (1).
- 4) Isoler l'ensemble (2,3) et appliquer le principe fondamentale de la statique au point B .
- 5) Dédurre les réactions au niveau des liaisons en O, A, B et C en fonction de F .

Exercice 5

Une charge est suspendue à un crochet fixé en A sur une potence. Cette potence est réglable en hauteur le long d'une poutrelle. Pour cela cette potence est munie de deux galets (2) en liaison pivot de centre B sur (1) et en contact ponctuel en C avec la poutrelle (0). La potence est en contact ponctuel en D .

Le problème est un problème plan. La liaison pivot entre (1) et (2) et le contact ponctuel en C sont parfaite. Par contre, le contacts ponctuel en D est avec frottement non négligeable.

La charge suspendue exerce une force sur la potence modélisée par une force \vec{F}_A verticale vers le bas de $2500N$. Le poids des différentes pièces est négligeable. On donne ci-dessous un schéma à l'échelle 1 :4 de la potence.

- 1) Isoler successivement le galet (2) puis la potence (1) et en déduire les actions en D et C . On fera une résolution graphique en utilisant comme échelle des forces : $1cm \rightarrow 1000N$
- 2) Quel doit être le coefficient minimum d'adhérence pour qu'il y ait équilibre?

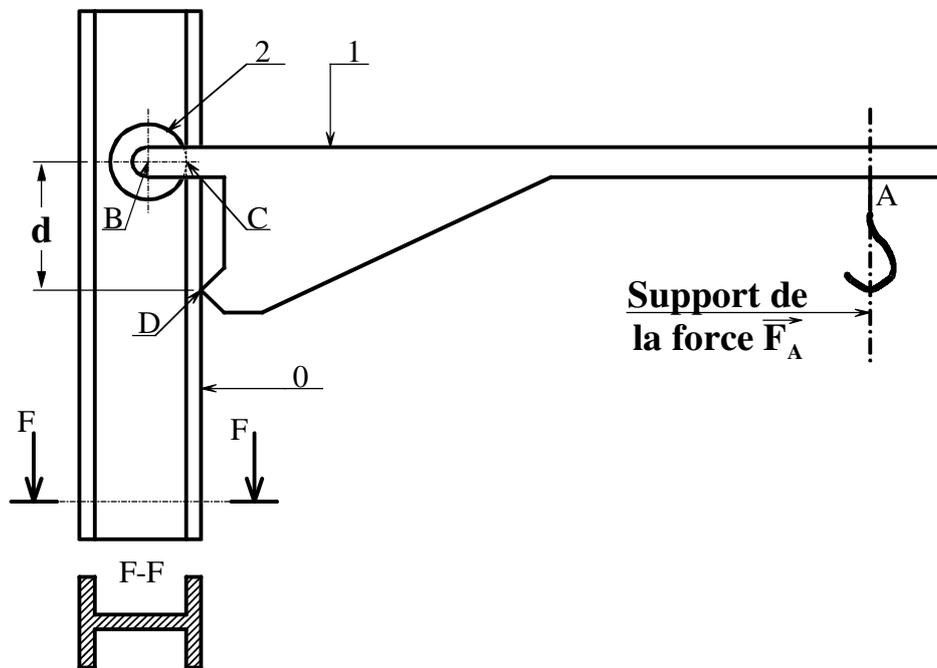


FIGURE 5 – Potence réglable