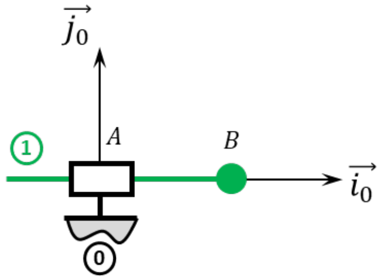
Exercice 1 – Mouvement T – ⋆

B2-14

B2-15

C1-05

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_0}$. On note m_1 la masse du solide **1**. On note G le centre d'inertie de **1** tel que $\overrightarrow{BG} = \ell\,\overrightarrow{j_1}$. La pesanteur est telle que $\overrightarrow{g} = -g\,\overrightarrow{i_0}$. Un vérin pneumatique positionné entre **1** et **0** permet de maintenir **1** en équilibre.



Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

Question 2 *Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.*

Question 3 *Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.*

Question 4 *Proposer une démarche permettant de déterminer l'effort que doit développer le vérin pour maintenir **1** en équilibre.*

Corrigé voir 1.

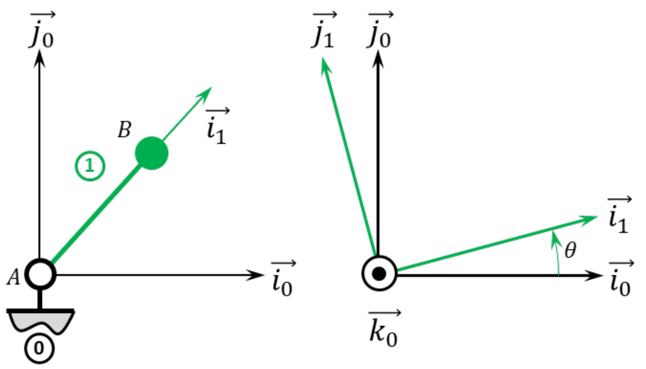
Exercice 2 – Mouvement R ⋆

B2-14

B2-15

C1-05

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R\,\overrightarrow{i_1}$ avec $R = 20\,\text{mm}$. La liaison pivot est motorisée par un moteur dont l'action mécanique sur **1** est donnée par $\overrightarrow{C_m} = C_m\,\overrightarrow{k_0}$. On note m_1 la masse du solide 1 et B son centre d'inertie. La pesanteur est telle que $\overrightarrow{g} = -g\,\overrightarrow{j_0}$.



Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

Question 2 *Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.*

Question 3 *Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.*

Question 4 *Proposer une démarche permettant de déterminer l'effort que doit développer le moteur pour maintenir **1** en équilibre.*

Corrigé voir 2.

Exercice 3 – Mouvement TT – ⋆

B2-14

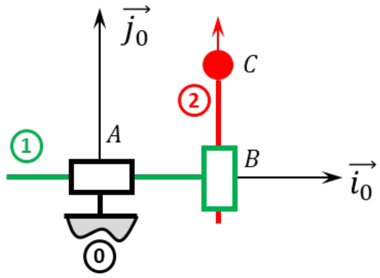
B2-15

C1-05

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_0}$ et $\overrightarrow{BC} = \mu(t)\overrightarrow{j_0}$. $G_1 = B$ désigne le centre d'inertie de **1**,et m_1 sa masse. $G_2 = C$ désigne le centre d'inertie de **2** et m_2 sa masse.

Un vérin électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un vérin électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

On cherche à résoudre le problème **en statique**. L'accélération de la pesanteur est donnée par $\overrightarrow{g} = -g\overrightarrow{j_0}$.



Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

Question 2 *Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.*

Question 3 *Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.*

Question 4 *Proposer une démarche permettant de déterminer les efforts que doivent développer chacun des vérins pour maintenir le mécanisme en équilibre.*

Corrigé voir 3.

Cycle 01

Exercice 4 – Mouvement RR ⋆

B2-14

B2-15

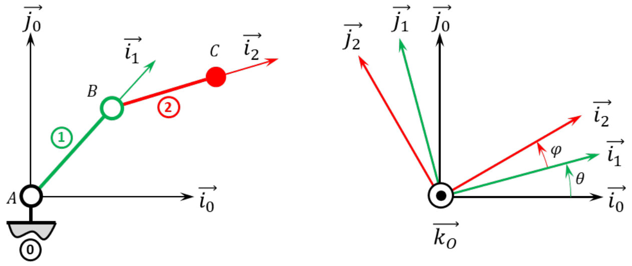
C1-05

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R\overrightarrow{i_1}$ avec $R = 20\,\text{mm}$ et $\overrightarrow{BC} = L\overrightarrow{i_2}$ avec $L = 15\,\text{mm}$. De plus :

- G_1 désigne le centre d'inertie de **1** et $\overrightarrow{AG_1} = \dfrac{1}{2}R\overrightarrow{i_1}$, on note m_1 la masse de **1** ;
- G_2 désigne le centre d'inertie de **2** et $\overrightarrow{BG_2} = \dfrac{1}{2}L\overrightarrow{i_2}$, on note m_2 la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un moteur électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par $\overrightarrow{g} = -g\overrightarrow{j_0}$.



Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

Question 2 *Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.*

Question 3 *Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.*

Question 4 *Proposer une démarche permettant de déterminer les couples que doivent développer chacun des moteurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.*

Corrigé voir 4.

Exercice 5 – Mouvement RT ⋆

B2-14

B2-15

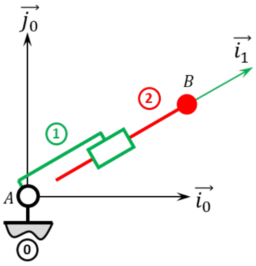
C1-05 **Pas de corrigé pour cet exercice.**

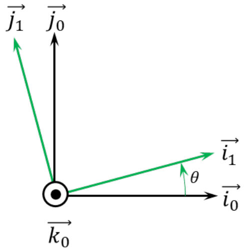
Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\,\overrightarrow{i_1}$. De plus :

- G_1 désigne le centre d'inertie de **1** et $\overrightarrow{AG_1} = L_1\,\overrightarrow{i_1}$, on note m_1 la masse de **1** ;
- $G_2 = B$ désigne le centre d'inertie de **2**, on note m_2 la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un vérin électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par $\overrightarrow{g} = -g\,\overrightarrow{j_0}$.





Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

Question 2 *Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.*

Question 3 *Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.*

Question 4 *Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.*

Corrigé voir 5.

Exercice 6 – Mouvement RT ⋆

B2-14
B2-15
C1-05

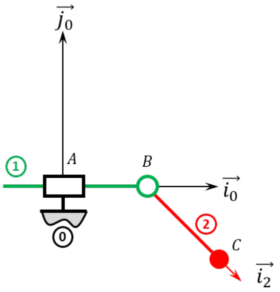
Pas de corrigé pour cet exercice.

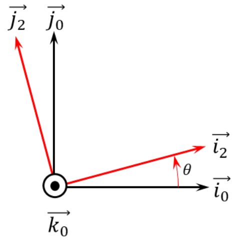
Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\overrightarrow{i_0}$ et $\overrightarrow{BC} = R\overrightarrow{i_2}$ avec $R = 30\,\text{mm}$. De plus :

- $G_1 = B$ désigne le centre d'inertie de **1**, on note m_1 la masse de **1** ;
- $G_2 = C$ désigne le centre d'inertie de **2**, on note m_2 la masse de **2**.

Un vérin électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un moteur électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par $\overrightarrow{g} = -g\overrightarrow{j_0}$.





Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

Question 2 *Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.*

Question 3 *Simplifier les torseurs dans l'hypothèse des problèmes plans.*

Question 4 *Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.*

Corrigé voir 6.

Exercice 7 – Mouvement RR 3D ⋆⋆

B2-14

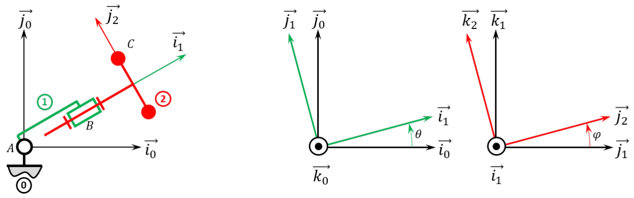
C1-05 **Pas de corrigé pour cet exercice.**

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R\,\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{BC} = \ell\,\overrightarrow{i_2} + r\,\overrightarrow{j_2}$. On note $R + \ell = L = 20\,\text{mm}$ et $r = 10\,\text{mm}$. De plus :

- $G_1 = B$ désigne le centre d'inertie de **1**, on note m_1 la masse de **1** ;
- G_2 désigne le centre d'inertie de **2** tel que $\overrightarrow{BG_2} = \ell\,\overrightarrow{i_2}$, on note m_2 la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un moteur électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par $\overrightarrow{g} = -g\,\overrightarrow{j_0}$.



Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

Question 2 *Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.*

Question 3 *Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.*

Corrigé voir 7.

Cycle 01

Exercice 8 – Mouvement RR 3D ⋆⋆

B2-14

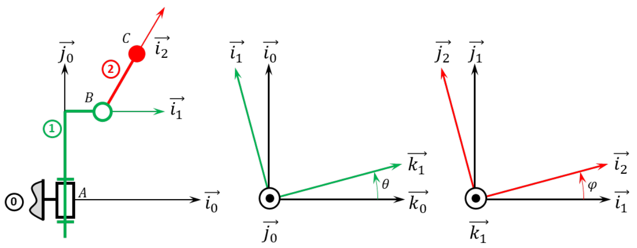
C1-05 **Pas de corrigé pour cet exercice.**

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = H\overrightarrow{j_1} + R\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{BC} = L\overrightarrow{i_2}$. On a $H = 20\,\text{mm}$, $r = 5\,\text{mm}$, $L = 10\,\text{mm}$. De plus :

- G_1 désigne le centre d'inertie de **1** tel que $\overrightarrow{AG_1} = H\overrightarrow{j_1}$, on note m_1 la masse de **1** ;
- $G_2 = C$ désigne le centre d'inertie de **2**, on note m_2 la masse de **2**.

Un moteur électrique positionné entre **0** et **1** permet de maintenir **1** en équilibre. Un moteur électrique positionné entre **1** et **2** permet de maintenir **2** en équilibre.

L'accélération de la pesanteur est donnée par $\overrightarrow{g} = -g\overrightarrow{j_0}$.



Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

Question 2 *Donner le torseur de chacune des actions mécaniques.*

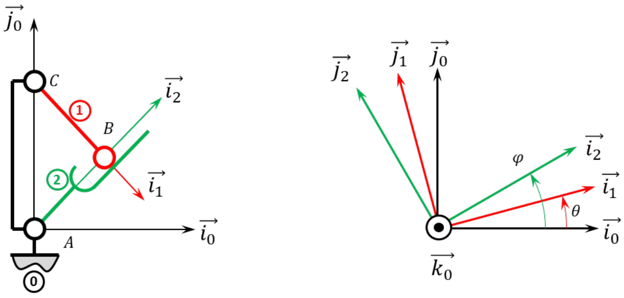
Question 3 *Proposer une démarche permettant de déterminer le couple et l'effort que doivent développer chacun des actionneurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.*

Corrigé voir 8.

Exercice 9 – Barrière Sympact ⋆⋆

C1-05

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AC} = H\overrightarrow{j_0}$ et $\overrightarrow{CB} = R\overrightarrow{i_1}$. De plus, $H = 120\,\text{mm}$ et $R = 40\,\text{mm}$.



On néglige la pesanteur sur la pièce **1**.

On note $\left\{\mathscr{F}(\text{Moteur} \rightarrow 1)\right\} = \left\{\begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_m\overrightarrow{k_0} \end{array}\right\}_{\forall P}$ l'action mécanique du moteur sur la pièce **1**.

On note $\left\{\mathscr{F}(\text{Ressort} \rightarrow 2)\right\} = \left\{\begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_r\overrightarrow{k_0} \end{array}\right\}_{\forall P}$ l'action mécanique d'un ressort couple sur la pièce **2**. Le raideur du ressort est telle qu'il exerce un couple de 45 Nm pour un angle de rotation 100°. On considère que le couple est nul lorsque la pièce 2 est à la verticale ($\varphi_0 = \dfrac{\pi}{2}$). Il est au maximum lorsque $\varphi_f = 0$.

On note $\left\{\mathscr{F}(\text{Pes} \rightarrow 2)\right\} = \left\{\begin{array}{c} -Mg\overrightarrow{j_0} \\ \overrightarrow{0} \end{array}\right\}_{\forall G}$ avec $\overrightarrow{AG} = L\overrightarrow{i_2}$.

Question 1 *Réaliser un graphe d'analyse.*

Question 2 *Expliciter C_r en fonction des différents constantes (k, φ_o, φ_f) et celles qui vous sembleraient utile.*

Question 3 *Proposer une méthode permettant d'exprimer le couple moteur en fonction des autres actions mécaniques.*

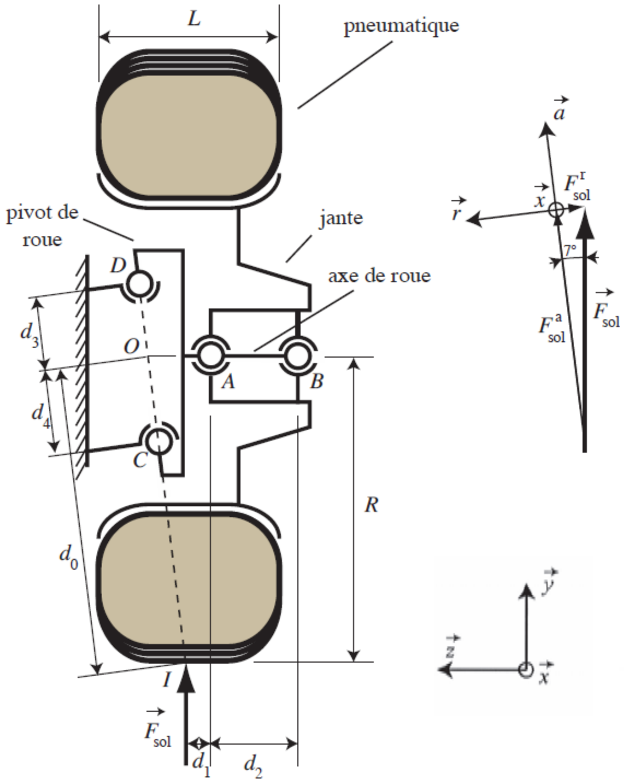
Corrigé voir 9.

Cycle 01

Exercice 10 – Suspension automobile ⋆⋆

B2-14

C1-05



On s'intéresse à la liaison entre l'axe de la toue et le châssis du véhicule. Les notations adoptées seront les suivantes : F_C^a (respectivement F_C^r, F_C^x) désignera la composante suivant $\overrightarrow{a}$ (respectivement $\overrightarrow{r}$, $\overrightarrow{x}$) de l'effort extérieur exercé en C. On procédera de même pour le point D.

Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

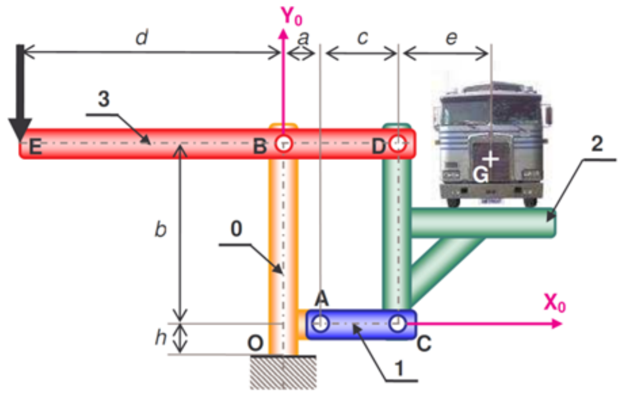
Question 2 *Peut-on résoudre complètement le système ? Pourquoi ?*

Corrigé voir 10.

Exercice 11 – Pèse camion ⋆⋆

C1-05

On considère un bâti **0** auquel est attaché le repère $\mathcal{R} = \left(O;\overrightarrow{x_0};\overrightarrow{y_0};\overrightarrow{z_0}\right)$. Le champ de pesanteur est $g = -g\overrightarrow{y_0}$.La barre **1** est liée au bâti **0** par une liaison pivot parfaite d'axe $\left(A,\overrightarrow{z_0}\right)$. Le plateau porte camion **2** est lié à la barre **1** par une liaison pivot parfaite d'axe $\left(C,\overrightarrow{z_0}\right)$. Le levier **3** est lié au bâti **0** par une liaison pivot parfaite d'axe $\left(B,\overrightarrow{z_0}\right)$. Ce levier est également lié au plateau **2** par une liaison pivot parfaite d'axe $\left(D,\overrightarrow{z_0}\right)$. Le camion **4**, de centre de masse G et de masse M inconnue, repose sur le plateau **2**. L'action mécanique connue est caractérisée par : $\{\text{ext} \rightarrow 3\} = \left\{\begin{array}{c} -F\overrightarrow{y_0} \\ \overrightarrow{0} \end{array}\right\}_E$.



Question 1 *Tracer le graphe de structure. Définir le nombre d'inconnues statiques.*

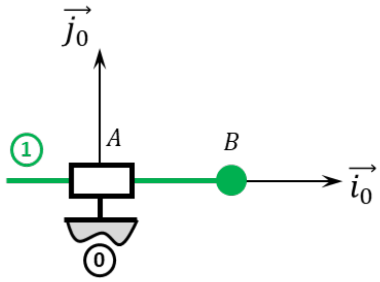
Question 2 *Donner la stratégie permettant de déterminer la valeur de F en fonction de M.*

Corrigé voir 11.

Exercice 12 – Mouvement T ⋆

C2-07

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t)\,\overrightarrow{i_0}$. On note m_1 la masse du solide **1**. On note G le centre d'inertie de **1** tel que $\overrightarrow{BG} = \ell\,\overrightarrow{j_1}$ ($\overrightarrow{j_1} = \overrightarrow{j_0}$). La pesanteur est telle que $\overrightarrow{g} = -g\,\overrightarrow{i_0}$. Un vérin pneumatique positionné entre **1** et **0** permet de maintenir **1** en équilibre.



On donne $\{\mathscr{F}(\text{pes} \rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} -m_1 g\,\overrightarrow{i_1} \\ \overrightarrow{0} \end{array}\right\}_G$ et $\{\mathscr{F}(\text{ver} \rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} F_v\,\overrightarrow{i_1} \\ \overrightarrow{0} \end{array}\right\}_A$.

Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

On isole **1** et on applique le théorème de la résultante statique en projection suivant $\overrightarrow{i_0}$.

Question 2 *Exprimer l'équation d'équilibre de la pièce **1**.*

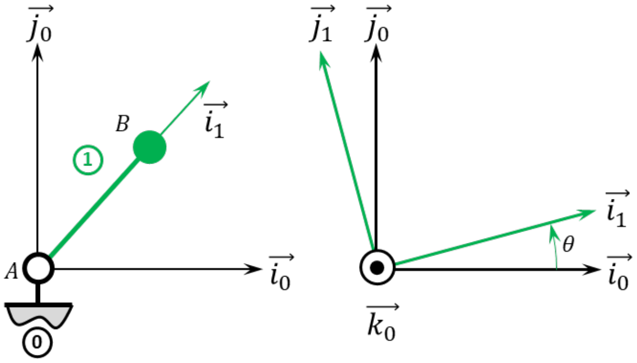
Question 3 *Déterminer l'ensemble des inconnues de liaison.*

Corrigé voir 12.

Exercice 13 – Mouvement R ⋆

C2-07

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R\,\overrightarrow{i_1}$ avec $R = 20\,\text{mm}$. La liaison pivot est motorisée par un moteur dont l'action mécanique sur **1** est donnée par $\overrightarrow{C_m} = C_m\,\overrightarrow{k_0}$. On note m_1 la masse du solide 1 et B son centre d'inertie. La pesanteur est telle que $\overrightarrow{g} = -g\,\overrightarrow{j_0}$.



Question 1 *Réaliser le graphe d'analyse en faisant apparaître l'ensemble des actions mécaniques.*

On donne $\{\mathscr{F}(\text{pes} \rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} -m_1 g\,\overrightarrow{j_0} \\ \overrightarrow{0} \end{array}\right\}_B$ et $\{\mathscr{F}(\text{Mot} \rightarrow 1)\} = \left\{\begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_m\,\overrightarrow{k_0} \end{array}\right\}_A$.

On isole **1** et on réalise un théorème du moment statique en A en projection sur $\overrightarrow{k_0}$.

Question 2 *Donner l'équation d'équilibre de la pièce **1**.*

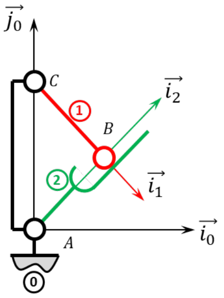
Question 3 *Déterminer l'ensemble des inconnues de liaisons.*

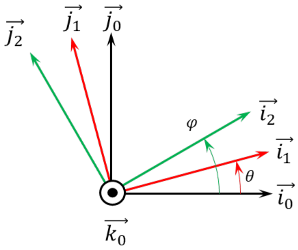
Corrigé voir **??**.

Exercice 14 – Barrière Sympact ★★

C2-07

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AC} = H\overrightarrow{j_0}$, $\overrightarrow{CB} = R\overrightarrow{i_1}$ et $\overrightarrow{AB} = \lambda\overrightarrow{i_2}$. De plus, $H = 120\,\text{mm}$ et $R = 40\,\text{mm}$.





On néglige la pesanteur sur la pièce **1**.

On note $\{\mathscr{F}(\text{Moteur} \rightarrow 1)\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_m\overrightarrow{k_0} \end{array} \right\}_{\forall P}$ l'action mécanique du moteur sur la pièce **1**.

On note $\{\mathscr{F}(\text{Ressort} \rightarrow 2)\} = \left\{ \begin{array}{c} \overrightarrow{0} \\ C_r\overrightarrow{k_0} \end{array} \right\}_{\forall P}$ l'action mécanique d'un ressort couple sur la pièce **2**.

On note $\{\mathscr{F}(\text{Pes} \rightarrow 2)\} = \left\{ \begin{array}{c} -Mg\overrightarrow{j_0} \\ \overrightarrow{0} \end{array} \right\}_{\forall G}$ avec $\overrightarrow{AG} = L\overrightarrow{i_2}$.

Question 1 *Réaliser un graphe d'analyse.*

Question 2 *Proposer une méthode permettant d'exprimer le couple moteur en fonction des autres actions mécaniques.*

Question 3 *Mettre en œuvre une méthode permettant d'exprimer le couple moteur en fonction des autres actions mécaniques.*

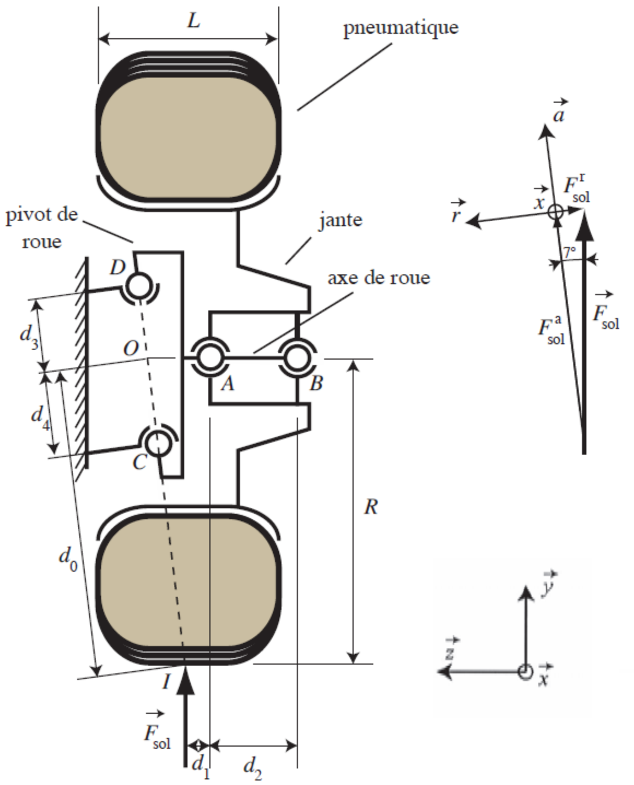
Question 4 *Tracer, en utilisant Python, l'évolution du couple moteur en fonction de l'angle de la manivelle. On prendra $M = 1\,\text{kg}$ et $L = 0{,}1\,\text{m}$*

Corrigé voir **??**.

Exercice 15 – Suspension automobile ⋆⋆

C2-07

On s'intéresse à la liaison entre l'axe de la toue et le châssis du véhicule. Les notations adoptées seront les suivantes : F_C^a (respectivement F_C^r, F_C^x) désignera la composante suivant $\overrightarrow{a}$ (respectivement $\overrightarrow{r}$, $\overrightarrow{x}$) de l'effort extérieur exercé en C. On procédera de même pour le point D.



Question 1 *Réaliser le graphe des liaisons en faisant apparaître les actions mécaniques. Exprimer les torseurs des actions mécaniques de chacune des liaisons.*

Question 2 *En isolant l'ensemble {pneumatique + jante + axe de roue}, écrire les équations issues du principe fondamental de la statique appliqué au point C, en projection sur les axes de la base $\left(\overrightarrow{a},\overrightarrow{r},\overrightarrow{x}\right)$ en fonction des composantes F_{sol}^a et F_{sol}^r et des dimensions d_0, d_3 et d_4.*

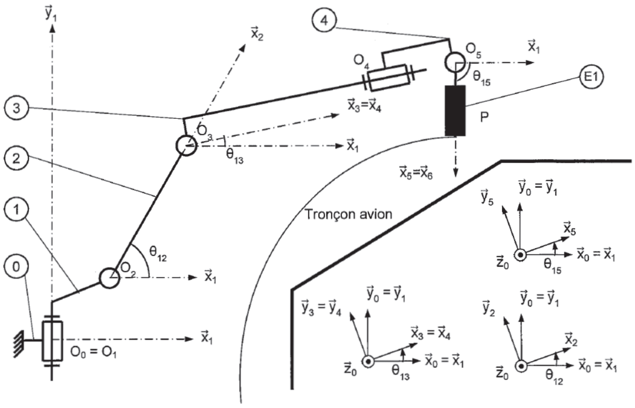
Question 3 *Résoudre littéralement le système.*

Corrigé voir ??.

Exercice 16 – Robot avion ★★

C2-07

Objectif L'objectif est de déterminer le couple articulaire C_{12} à appliquer sur le bras 2 afin de garantir l'effort de perçage et l'effort presseur.



Hypothèses :

- l'étude est réalisée pour une demi couture orbitale (couture supérieure) ;
- le repère $\mathcal{R}_0\left(O_0;\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0}\right)$ sera supposé galiléen ;
- $\overrightarrow{y_0}$ est l'axe vertical ascendant et $\overrightarrow{g}=-g\overrightarrow{y_0}$ avec $g=9{,}81\,\mathrm{m\,s^{-2}}$;
- toutes les liaisons sont supposées parfaites.

Repérage et paramétrage

Le repère associé à l'embase fixe (0) est le repère $\mathcal{R}_0\left(O_0;\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0}\right)$, $\overrightarrow{y_0}$ étant l'axe vertical ascendant.

L'embase de rotation (1), en liaison pivot d'axe $\left(O_1,\overrightarrow{y_1}\right)$, par rapport au bâti (0), a pour repère associé le repère $\mathcal{R}_1\left(O_1;\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{z_1}\right)$ tel que $O_0=O_1$, $\overrightarrow{x_0}=\overrightarrow{x_1}$, $\overrightarrow{y_0}=\overrightarrow{y_1}$, $\overrightarrow{z_0}=\overrightarrow{z_1}$.

Le bras (2), en liaison pivot d'axe $\left(O_2,\overrightarrow{z_2}\right)$ par rapport à l'embase de rotation (1), a pour repère associé le repère $\mathcal{R}_2\left(O_2;\overrightarrow{x_2},\overrightarrow{y_2},\overrightarrow{z_2}\right)$ tel que $\overrightarrow{O_1O_2}=L_1\overrightarrow{x_1}+L_2\overrightarrow{y_1}$, $\overrightarrow{z_1}=\overrightarrow{z_2}$ et $\left(\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{x_2}\right)=\left(\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{y_2}\right)=\theta_{12}$.

Le bras (3), en liaison pivot d'axe $\left(O_3,\overrightarrow{z_3}\right)$ par rapport au bras (2), a pour repère associé le repère $\mathcal{R}_3\left(O_3;\overrightarrow{x_3},\overrightarrow{y_3},\overrightarrow{z_3}\right)$ tel que $\overrightarrow{O_2O_3}=L_3\overrightarrow{x_2}$, $\overrightarrow{z_1}=\overrightarrow{z_3}$ et $\left(\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{x_3}\right)=\left(\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{y_3}\right)=\theta_{13}$.

Le bras (4), en liaison pivot d'axe $\left(O_4,\overrightarrow{x_4}\right)$ par rapport au bras (3), a pour repère associé le repère $\mathcal{R}_4\left(O_4;\overrightarrow{x_4},\overrightarrow{y_4},\overrightarrow{z_4}\right)$ tel que $\overrightarrow{O_3O_4}=L_4\overrightarrow{x_3}+l_5\overrightarrow{y_3}$, $\overrightarrow{x_3}=\overrightarrow{x_4}$ et $\left(\overrightarrow{y_3},\overrightarrow{y_4}\right)=\left(\overrightarrow{z_3},\overrightarrow{z_4}\right)=\theta_{34}$.

L'ensemble (E1) composé du bras (5), du poignet et de l'outil, en liaison pivot d'axe $\left(O_5,\overrightarrow{z_5}\right)$ par rapport au bras (4), a pour repère associé le repère $\mathcal{R}_5\left(O_5;\overrightarrow{x_5},\overrightarrow{y_5},\overrightarrow{z_5}\right)$ tel que $\overrightarrow{O_4O_5}=L_5\overrightarrow{x_3}$, $\overrightarrow{z_1}=\overrightarrow{z_5}$ et $\left(\overrightarrow{x_1},\overrightarrow{x_5}\right)=\left(\overrightarrow{y_1},\overrightarrow{y_5}\right)=\theta_{15}$.

La masse du bras (2) est notée M_2 et la position du centre de gravité est définie par $\overrightarrow{O_2G_2}=\dfrac{1}{2}L_3\overrightarrow{x_2}$.

La masse du bras (3) et du bras (4) est notée M_{34} et la position du centre de gravité est définie par $\overrightarrow{O_3G_3}=\dfrac{1}{3}L_4\overrightarrow{x_3}+L_5\overrightarrow{y_3}$.

La masse de l'ensemble (E1) est notée M_{E1} et la position du centre de gravité est définie par $\overrightarrow{O_5G_5}=L_7\overrightarrow{x_5}$.

L'extrémité de l'outil est définie par le point P définie par $\overrightarrow{O_5P}=L_8\overrightarrow{x_5}$.

Le torseur d'action mécanique lié au perçage sera noté : $\left\{\mathcal{T}\left(\text{Tronçon (perçage)}\rightarrow E_1\right)\right\}=\left\{\begin{array}{cc}-F & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{array}\right\}_{P,\mathcal{R}_5}$.

Un effort presseur est de plus nécessaire pour le perçage optimal des deux tronçons. Le torseur d'action mécanique associé sera noté : $\{\mathcal{T}\left(\text{Tronçon (presseur)}\rightarrow E_1\right)\}=\left\{\begin{array}{cc}-P & 0\\ 0 & 0\\ 0 & 0\end{array}\right\}_{P,\mathcal{R}_5}$.

Le torseur couple modélisant l'action du moteur sur la pièce **1** sur **2** : $\{\mathcal{T}\left(1_m\rightarrow 2\right)\}=\left\{\begin{array}{c}\overrightarrow{0}\\ C_{12}\overrightarrow{z_0}\end{array}\right\}_{\forall P}$.

La rotation entre les solides (0) et (1) est supposée bloquée dans la suite du sujet.

Question 1 *Réaliser le graphe de structure de l'ensemble en précisant les liaisons et les actions mécaniques extérieures.*

Question 2 *Quel est l'ensemble Σ à isoler afin de déterminer le couple C_{12}.*

Question 3 *Réaliser un bilan des actions mécaniques extérieures appliquées à Σ et écrire les éléments de réduction de chaque torseur d'actions mécaniques.*

Question 4 *Quel théorème doit-être appliqué et sur quel axe de projection, pour déterminer le couple C_{12} ?*

La configuration correspondant à la position extrême supérieure de la couture orbitale correspond aux angles suivants : $\theta_{12}=60°$, $\theta_{13}=-4°$, $\theta_{15}=-90°$.

Dans la suite de l'étude, l'angle θ_{13} sera considéré nul.

Question 5 *Déterminer l'équation littérale du couple C_{12} en fonction de g, F, P, M_2, M_{34}, M_{E1}, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7, θ_{12}, θ_{15}.*

Les valeurs du robot considéré sont :

- $M_2=264\,\mathrm{kg}$, $M_{34}=430\,\mathrm{kg}$, $M_{\mathrm{E1}}=150\,\mathrm{kg}$, $P=150\,\mathrm{N}$, $F=1000\,\mathrm{N}$;
- $L_1=0{,}405\,\mathrm{m}$, $L_2=0{,}433\,\mathrm{m}$, $L_3=1{,}075\,\mathrm{m}$, $L_4=1{,}762\,\mathrm{m}$, $L_5=0{,}165\,\mathrm{m}$, $L_6=0{,}250\,\mathrm{m}$, $L_7=0{,}550\,\mathrm{m}$, $L_8=0{,}750\,\mathrm{m}$.

Question 6 *Déterminer alors la valeur du couple C_{12}.*

La valeur limite supérieure du couple C_{12} est fixée par le constructeur à 9000 Nm.

Question 7 *Le choix du robot permettra-t-il de garantir les conditions d'assemblage dans cette position ? Justifier la réponse.*

1. .
2. .
3. .
4. .

5. $C_{12} - \frac{1}{2}M_2 g L_3 \cos\theta_{12} - M_{34} g \left(L_3 \cos\theta_{12} + \frac{1}{3} L_4 \cos\theta_{12} \right) - M_{E1} g \left(L_3 \cos\theta_{12} + L_4 + L_5 + L_7 \cos\theta_{15} \right) - (F+P)\left(L_3 \sin(\theta_{15} - \theta_{12}) + (L_4 + L_5)\sin(\theta_{15}) - L_5 \cos(\theta_{15}) \right) = 0.$
6. $C_{12} = \frac{1}{4} M_2 g L_3 + M_{34} g \frac{1}{2} \left(L_3 + \frac{1}{3} L_4 \right) + M_{E1} g \left(L_3 \frac{1}{2} + L_4 + L_5 \right) + (F+P)\left(L_3 \frac{1}{2} - (L_4 + L_5) \right).$
7. $C_{12} = 6230$ N m.

Corrigé voir **??**.

Exercice 17 – Vilebrequin ⋆

B2-14 **Pas de corrigé pour cet exercice.**

Question 1 *Exprimer sous forme littérale l'expression de la position du centre d'inertie du solide.*

Question 2 *Déterminer* h *pour que le centre d'inertie appartienne à l'axe de rotation* $\left(O, \overrightarrow{x}\right)$ *du vilebrequin.*

Question 3 *Faire l'application numérique.*

Question 4 *Exprimer le torseur de pesanteur sur le vilebrequin en* G *puis en* O.