

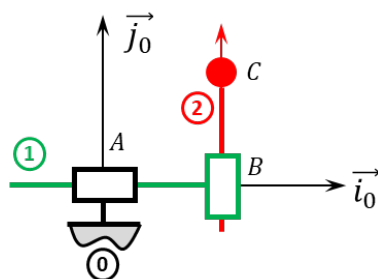
DDS 2

Les p'tits devoirs du soir
Xavier Pessoles

Exercice 192 – Mouvement TT – *

B2-12

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \overrightarrow{i_0}$ et $\overrightarrow{BC} = \mu(t) \overrightarrow{j_0}$.



Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Retracer le schéma cinématique pour $\lambda = 10 \text{ mm}$ et $\mu = 10 \text{ mm}$.

Question 3 Retracer le schéma cinématique pour $\lambda = 20 \text{ mm}$ et $\mu = 10 \text{ mm}$.

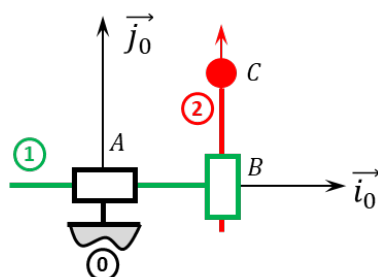
Corrigé voir 192.

Exercice 191 – Mouvement TT – *

C2-05

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \overrightarrow{i_0}$ et $\overrightarrow{BC} = \mu(t) \overrightarrow{j_0}$.



Question 1 Quel est le mouvement de 2 par rapport à 0.

Question 2 Donner l'équation du mouvement du point C dans le mouvement de 2 par rapport à 0.

On souhaite que le point C réalise un cercle de centre A et de rayon $R = 10 \text{ cm}$ à la vitesse $v = 0,01 \text{ m s}^{-1}$.

Question 3 Donner la relation liant $\theta(t)$, v et R .

Par ailleurs la vitesse du point C est donnée par $\overrightarrow{V}(C, 2/0) = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{AC}]_{\mathcal{R}_0} = R \dot{\theta} \overrightarrow{e_\theta}$.

Question 4 Donner les expressions de $\lambda(t)$ et $\mu(t)$ permettant la réalisation de cette trajectoire en fonction de v , R et du temps.

Question 5 En utilisant Python, tracer $\lambda(t)$, $\mu(t)$ et la trajectoire générée.

Indications :

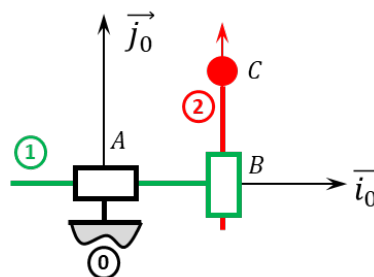
1. .
2. $x_C(t) = \lambda(t)$ et $y_C(t) = \mu(t)$.
3. $\theta(t) = \frac{v}{R} t$.
4. $\lambda(t) = R \cos\left(\frac{v}{R} t\right)$, $\mu(t) = R \sin\left(\frac{v}{R} t\right)$.
5. .

Corrigé voir 191.

Exercice 190 – Mouvement TT – *

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \overrightarrow{i_0}$ et $\overrightarrow{BC} = \mu(t) \overrightarrow{j_0}$.



Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V}(C, 2/0)$ par dérivation vectorielle ou par composition.

Question 2 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point C.

Question 3 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma}(C, 2/0)$.

Indications :

1. $\overrightarrow{V}(C, 2/0) = \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + \dot{\mu}(t) \vec{j}_0$.
2. $\{\mathcal{V}(2/0)\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + \dot{\mu}(t) \vec{j}_0 \end{array} \right\}_{VP}$.
3. $\overrightarrow{\Gamma}(C, 2/0) = \ddot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + \ddot{\mu}(t) \vec{j}_0$.

Corrigé voir 190.

Exercice 189 – Mouvement TT – *

B2-14

B2-15

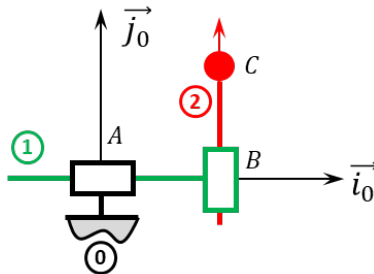
C1-05

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_0$ et $\overrightarrow{BC} = \mu(t) \vec{j}_0$. $G_1 = B$ 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.

L'accélération de la pesanteur est donnée par $\vec{g} = -g \vec{j}_0$.



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.

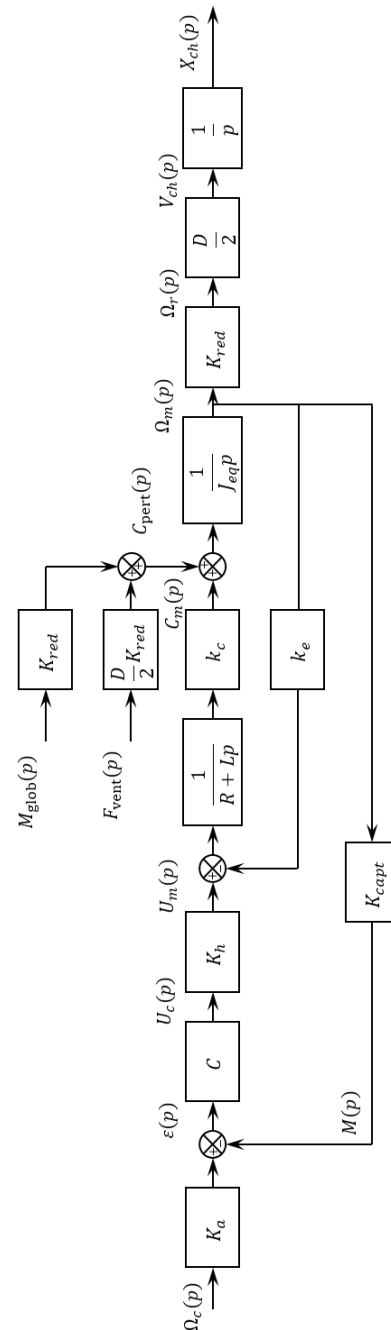
Question 4 Proposer une démarche permettant de déterminer les efforts que doivent développer chacun des vérins pour maintenir le mécanisme en équilibre.

Corrigé voir 189.

Exercice 188 – La Seine Musicale*

B2-07 Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le schéma-blocs suivant.



Question 1 En considérant que la perturbation $C_{pert}(p)$ est nulle, déterminer $H_f(p) = \frac{\Omega_m(p)}{\Omega_c(p)}$ sous forme canonique.

Question 2 Exprimer la fonction de transfert $H_r(p) = \frac{\Omega_m(p)}{C_{pert}(p)}$ en la mettant sous la forme : $H_r(p) = \frac{\alpha(1+\tau p)}{1+\gamma p+\delta p^2}$. Exprimer α , τ , γ et δ en fonction des différents paramètres de l'étude.

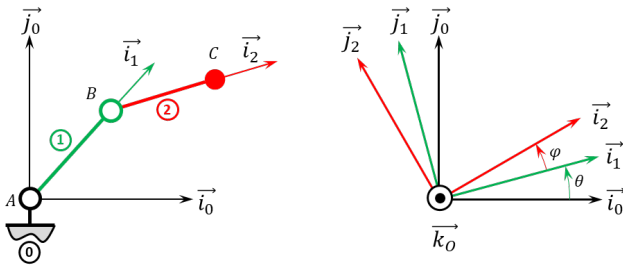
Question 3 Exprimer $X_{ch}(p)$ en fonction de $\Omega_m(p)$ et $C_{pert}(p)$.

Corrigé voir 188.

Exercice 187 – Mouvement RR *

B2-12

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$ avec $R = 20 \text{ mm}$ et $\overrightarrow{BC} = L \vec{i}_2$ avec $L = 15 \text{ mm}$.



Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Retracer le schéma cinématique pour $\theta = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$ et $\varphi = \pi \text{ rad}$.

Question 3 Retracer le schéma cinématique pour $\theta = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$ et $\varphi = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$.

Question 4 Retracer le schéma cinématique pour $\theta = \frac{3\pi}{4} \text{ rad}$ et $\varphi = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$.

Corrigé voir 187.

Exercice 186 – Mouvement RR *

B2-14

B2-15

C1-05

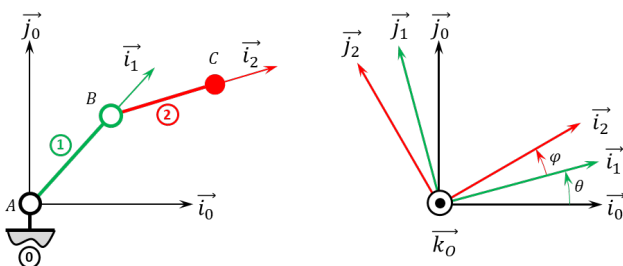
Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1$ avec $R = 20 \text{ mm}$ et $\overrightarrow{BC} = L \vec{i}_2$ avec $L = 15 \text{ mm}$. De plus :

- G_1 désigne le centre d'inertie de 1 et $\overrightarrow{AG_1} = \frac{1}{2} R \vec{i}_1$, on note m_1 la masse de 1 ;
- G_2 désigne le centre d'inertie de 2 et $\overrightarrow{BG_2} = \frac{1}{2} L \vec{i}_2$, 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 $\vec{g} = -g \vec{j}_0$.



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.

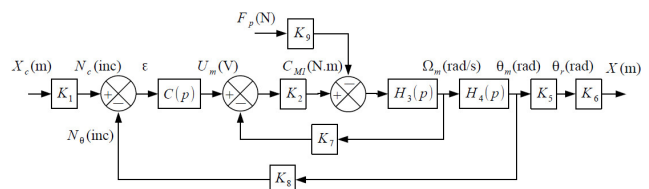
Question 4 Proposer une démarche permettant de déterminer les couples que doivent développer chacun des moteurs pour maintenir le mécanisme en équilibre.

Corrigé voir 186.

Exercice 185 – Machine de rééducation SysReeduc *

B2-07 Pas de corrigé pour cet exercice.

On propose une modélisation par schéma-blocs dans la figure suivante.



Le moteur à courant continu est régi par les équations suivantes : $u_m(t) = e(t) + Ri(t)$, $e(t) = k_e \omega_m(t)$ et $C_{M1}(t) = k_t i(t)$.

Une étude dynamique a mené à l'équation suivante :

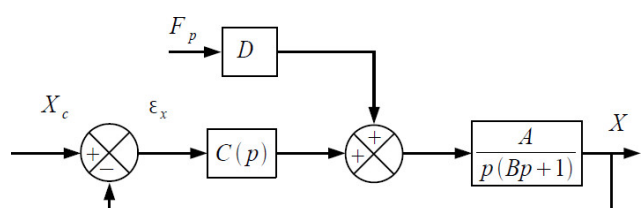
$$(M + m) r \rho_1 \dot{\omega}_m(t) = \frac{C_{M1}(t)}{\rho_1 r} - F_p(t)$$

avec : M la masse du chariot et m la masse du support de pied, $\rho_1 = \frac{1}{10}$ le rapport de réduction du réducteur, $r = 46,1 \text{ mm}$ le rayon de la poulie du transmetteur poulie-courroie, $C_{M1}(t)$ le couple délivré par le moteur et $F_p(t)$ l'effort délivré par le patient sur le support 3.

Le codeur incrémental possède 500 fentes équiréparties. Deux émetteurs-récepteurs positionnés en quadrature permettent de mesurer l'information.

Question 1 À partir des équations proposées, déterminer les fonctions de transfert K_1 , K_2 , $H_3(p)$, $H_4(p)$, K_5 , K_6 , K_7 , K_8 et K_9 .

Question 2 Montrer que le schéma-blocs peut être mis sous la forme suivante. On exprimera A, B et D en fonction des paramètres du système r , ρ_1 , k_t , k_e , R , M , m et K_8 .

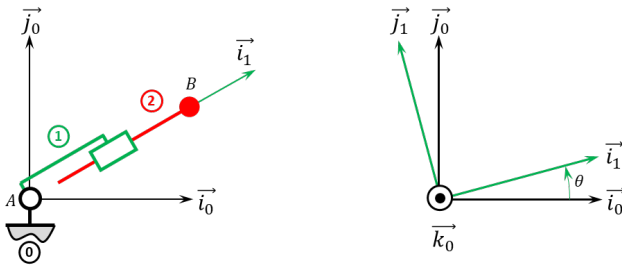


Corrigé voir 185.

Exercice 184 – Mouvement RT *

B2-12 Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_1$.



Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Retracer le schéma cinématique pour

$$\theta = \frac{\pi}{4} \text{ rad et } \lambda(t) = 20 \text{ mm.}$$

Question 3 Retracer le schéma cinématique pour

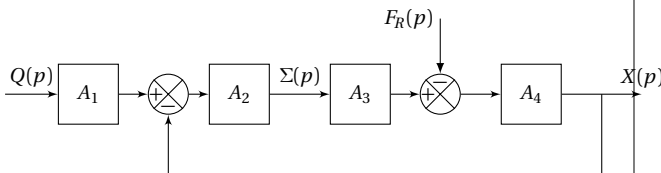
$$\theta = \frac{-\pi}{4} \text{ rad et } \lambda(t) = -20 \text{ mm.}$$

Corrigé voir 184.

Exercice 183 – Quille pendulaire*

B2-07

Le comportement d'un vérin est défini par le modèle continu ci-dessous.



On a :

- $q(t) = S \frac{dx(t)}{dt} + \frac{V}{2B} \frac{d\sigma(t)}{dt}$ (a);
- $M \frac{d^2x(t)}{dt^2} = S\sigma(t) - kx(t) - \lambda \frac{dx(t)}{dt} - f_R(t)$ (b).

On a :

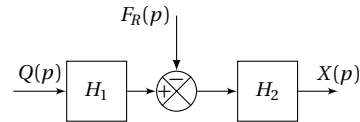
- $\mathcal{L}(q(t)) = Q(p)$: débit d'alimentation du vérin [m^3s^{-1}];
- $\mathcal{L}(\sigma(t)) = \Sigma(p)$: différence de pression entre les deux chambres du vérin [Pa];
- $\mathcal{L}(x(t)) = X(p)$: position de la tige du vérin [m];
- $\mathcal{L}(f_R(t)) = F_R(p)$: composante selon l'axe de la tige du vérin de la résultante du torseur d'inter-effort de la liaison pivot entre tige et quille [N].

Les constantes sont les suivantes :

- S : section du vérin [m^2];
- k : raideur mécanique du vérin [N m^{-1}];
- V : volume d'huile de référence [m^3];
- B : coefficient de compressibilité de l'huile [N m^{-2}];
- M : masse équivalente à l'ensemble des éléments mobiles ramenés sur la tige du vérin [kg];
- λ : coefficient de frottement visqueux [$\text{N m}^{-1}\text{s}$].

Question 1 Donner les expressions des fonctions de transfert A_1, A_2, A_3 et A_4 en fonction de la variable complexe p et des constantes.

Le schéma-blocs de la figure précédente peut se mettre sous la forme suivante.



Question 2 Donner les expressions des fonctions de transfert H_1 et H_2 en fonction de A_1, A_2, A_3 et A_4 , puis de la variable p et des constantes.

Question 3

Pour ce vérin non perturbé ($F_R = 0$), donner sa fonction de transfert $X(p)/Q(p)$ en fonction de la variable p et des constantes.

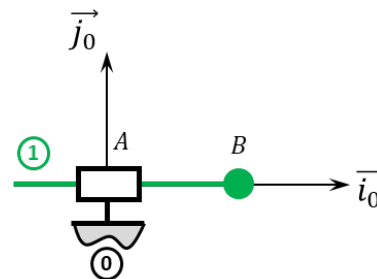
Corrigé voir 185.

Exercice 182 – Mouvement T – *

C2-05

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_0$.



Question 1 Quel est le mouvement de 1 par rapport à 0.

Question 2 Donner l'équation paramétrique de la trajectoire du point B, point appartenant à 1 par rapport à 0.

Indications :

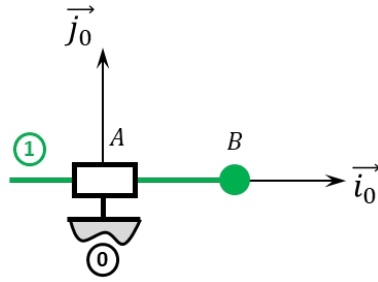
1. .
2. $x_B(t) = \lambda(t)$.

Corrigé voir 182.

Exercice 181 – Mouvement T – *

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On note $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_0$.



Question 1 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(1/0)\}$ au point B.

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma}(B, 1/0)$.

Indications :

1. $\{\mathcal{V}(1/0)\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 \end{array} \right\}_{VP}$.
2. $\overrightarrow{\Gamma}(B, 1/0) = \ddot{\lambda}(t) \vec{i}_0$.

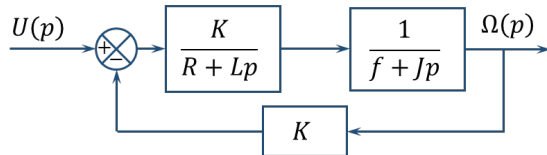
Corrigé voir 181.

Exercice 180 – Fonctions de transfert*

B2-07

Pas de corrigé pour cet exercice.

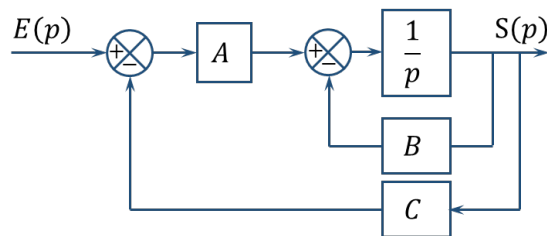
Soit le schéma-blocs suivant.



Question 1 Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

Question 2 Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

Soit le schéma-blocs suivant.



Question 3 Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

Question 4 Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

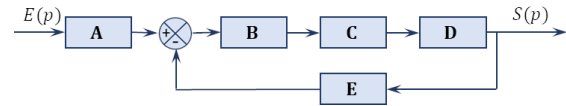
Corrigé voir 180.

Exercice 179 – Calcul de FTBO*

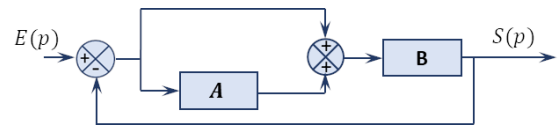
B2-07

Pas de corrigé pour cet exercice.

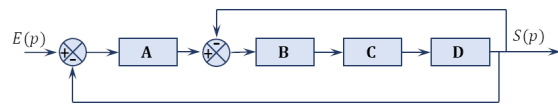
Question 1 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



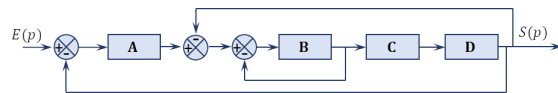
Question 2 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



Question 3 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



Question 4 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.



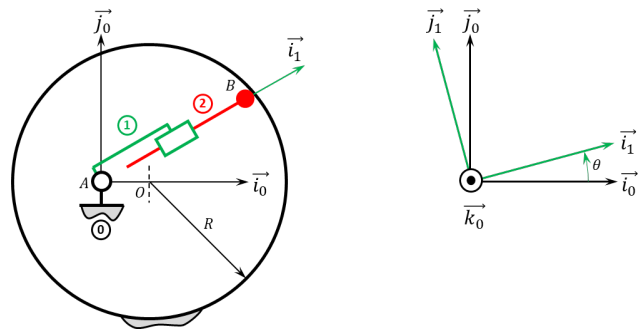
Corrigé voir 179.

Exercice 178 – Pompe à palettes **

B2-12

Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a $\overrightarrow{AO} = e \vec{i}_0$ et $\overrightarrow{AB} = \lambda(t) \vec{i}_1$. De plus $e = 10 \text{ mm}$ et $R = 20 \text{ mm}$. Le contact entre 0 et 2 en B est maintenu en permanence (notamment par effet centrifuge lors de la rotation de la pompe).



Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Retracer le schéma cinématique pour $\theta(t) = 0 \text{ rad}$.

Question 3 Retracer le schéma cinématique pour $\theta(t) = \pi \text{ rad}$.

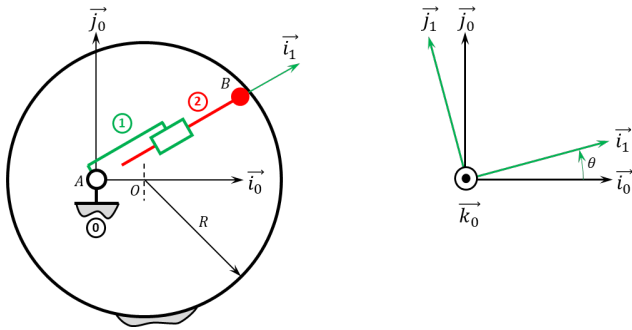
Question 4 En déduire la course de la pièce 2.

Corrigé voir 177.

Exercice 177 – Pompe à palettes **

B2-12 Pas de corrigé pour cet exercice.

Soit le mécanisme suivant. On a $\vec{AO} = e \vec{i}_0$ et $\vec{AB} = \lambda(t) \vec{i}_1$. De plus $e = 10 \text{ mm}$ et $R = 20 \text{ mm}$. Le contact entre 0 et 2 en B est maintenu en permanence (notamment par effet centrifuge lors de la rotation de la pompe).



Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Retracer le schéma cinématique pour $\theta(t) = 0 \text{ rad}$.

Question 3 Retracer le schéma cinématique pour $\theta(t) = \pi \text{ rad}$.

Question 4 En déduire la course de la pièce 2.

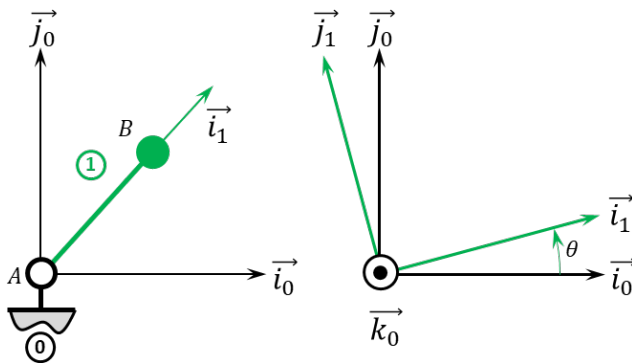
Corrigé voir 177.

Exercice 176 – Mouvement R *

C2-05

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On a $\vec{AB} = R \vec{i}_1$ avec $R = 20 \text{ mm}$.



Question 1 Quel est le mouvement de 1 par rapport à 0.

Question 2 Quelle est la trajectoire du point B appartenant à 1 par rapport à 0.

Question 3 Donner l'équation paramétrique de la trajectoire du point B, point appartenant à 1 par rapport à 0.

Indications :

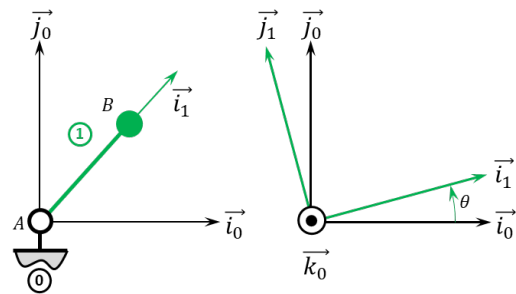
1. .
2. .
3. $x_B(t) = R \cos \theta(t)$ et $y_B(t) = R \sin \theta(t)$.

Corrigé voir 175.

Exercice 175 – Mouvement R *

B2-13

Soit le mécanisme suivant. On a $\vec{AB} = R \vec{i}_1$ avec $R = 20 \text{ mm}$.



Question 1 Déterminer $\vec{V}(B, 1/0)$ par dérivation vectorielle.

Question 2 Déterminer $\vec{V}(B, 1/0)$ par une autre méthode.

Question 3 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(1/0)\}$ au point B.

Question 4 Déterminer $\vec{\Gamma}(B, 1/0)$.

Indications :

1. $\vec{V}(B, 1/0) = R \dot{\theta} \vec{j}_1$.
2. $\vec{V}(B, 1/0) = R \dot{\theta} \vec{j}_1$.
3. $\{\mathcal{V}(1/0)\} = \left\{ \begin{matrix} \dot{\theta} \vec{k}_0 \\ R \dot{\theta} \vec{j}_1 \end{matrix} \right\}_B$.
4. $\vec{\Gamma}(B, 1/0) = R \ddot{\theta} \vec{j}_1 - R \dot{\theta}^2 \vec{i}_1$.

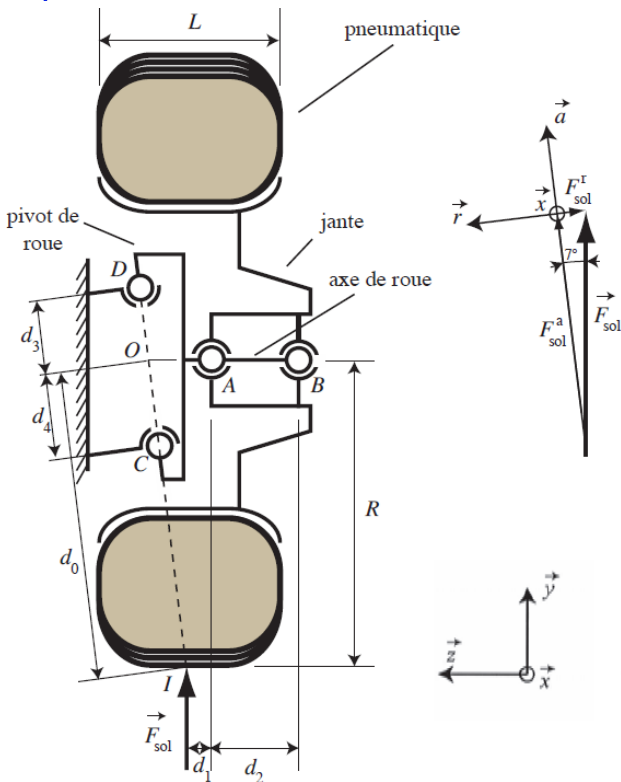
Corrigé voir 175.

Exercice 174 – Suspension automobile **

B2-14

C1-05 Pas de corrigé pour cet exercice.

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 \vec{a} (respectivement \vec{r} , \vec{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?

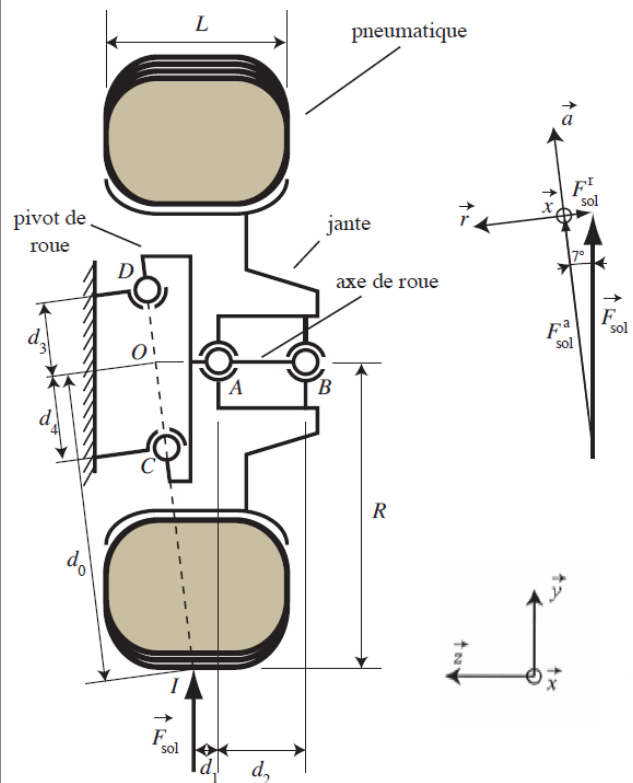
Corrigé voir 174.

Exercice 173 – Suspension automobile **

C2-07 Pas de corrigé pour cet exercice.

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 \vec{a} (respectivement \vec{r} , \vec{x}) de l'effort

extérieur exercé en C. On procédera de même pour le point D.



Question 1 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 $(\vec{a}, \vec{r}, \vec{x})$ en fonction des composantes F_{sol}^a et F_{sol}^r et des dimensions d_0 , d_3 et d_4 .

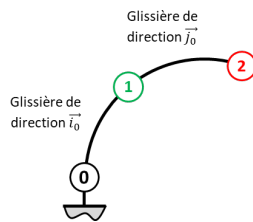
Question 2 Résoudre littéralement le système.

Corrigé voir 173.

Exercice 192 – Mouvement PT – ★

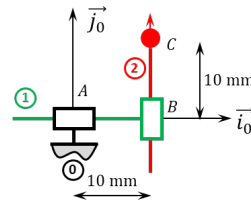
B2-12

Question 1 Tracer le graphe des liaisons.



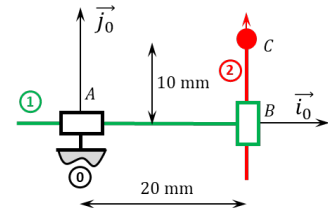
Question 2 Retracer le

schéma cinématique pour $\lambda = 10 \text{ mm}$ et $\mu = 10 \text{ mm}$.



Question 3 Retracer le

schéma cinématique pour $\lambda = 20 \text{ mm}$ et $\mu = 10 \text{ mm}$.



Exercice 191 – Mouvement PT – ★

C2-05

B2-13

Question 1 Quel est le mouvement de 2 par rapport à 0.

Le point C a un mouvement quelconque dans le plan $(A, \vec{i}_0, \vec{j}_0)$.

Question 2 Donner l'équation du mouvement du point C dans le mouvement de 2 par rapport à 0.

On a $\vec{AC} = \lambda(t) \vec{i}_0 + \mu(t) \vec{j}_0$ et donc, on a directement
$$\begin{cases} x_C(t) = \lambda(t) \\ y_C(t) = \mu(t) \\ z_C(t) = 0 \end{cases} \text{ dans le repère } (A; \vec{i}_0, \vec{j}_0, \vec{k}_0).$$

On souhaite que le point C réalise un cercle de centre A et de rayon $R = 10 \text{ cm}$ à la vitesse $v = 0,01 \text{ m s}^{-1}$.

Question 3 Donner la relation liant $\theta(t)$, v et R .

Par ailleurs la vitesse du point C est donnée par $\overline{V(C, 2/0)} = \frac{d}{dt} [\vec{AC}]_{\mathcal{R}_0} = R \dot{\theta} \vec{e}_\theta$.

On a $v = R \dot{\theta}(t)$. Par intégration, $\theta(t) = \frac{v}{R} t$ (avec $\theta(t) = 0 \text{ rad}$ pour $t = 0 \text{ s}$).

Question 4 Donner les expressions de $\lambda(t)$ et $\mu(t)$ permettant la réalisation de cette trajectoire en fonction de v , R et du temps.

Exprimons la trajectoire du point C : $\vec{AC} = R \vec{e}_r = R \cos \theta(t) \vec{i}_0 + R \sin \theta(t) \vec{j}_0$. Par identification $\lambda(t) = R \cos \theta(t)$ et $\mu(t) = R \sin \theta(t)$.

Au final,
$$\begin{cases} \lambda(t) = R \cos\left(\frac{v}{R} t\right) \\ \mu(t) = R \sin\left(\frac{v}{R} t\right) \end{cases}.$$

Question 5 En utilisant Python, tracer $\lambda(t)$, $\mu(t)$ et la trajectoire générée.

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import math as m
R = 0.1 # m
v = 0.01 # m.s-1

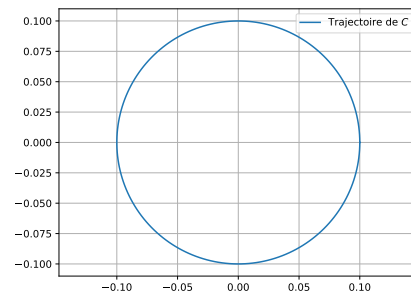
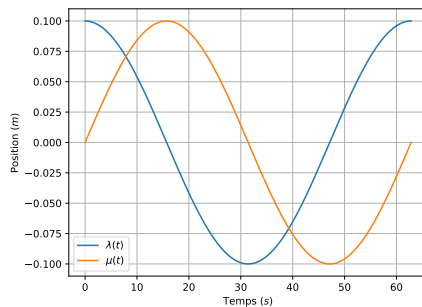
# Temps pour faire un tour
T = 2*m.pi*R/v

les_t = np.linspace(0, T, 200)
les_lambda = R*np.cos(v/R*les_t)
les_mu = R*np.sin(v/R*les_t)
plt.grid()
plt.plot(les_t, les_lambda, label="$\\lambda(t)$")
plt.plot(les_t, les_mu, label="$\\mu(t)$")
```



```
plt.xlabel("Temps ($s$)")
plt.ylabel("Position ($m$)")
plt.legend()
#plt.show()
plt.savefig("03_TT_01_c.pdf")
plt.cla()

plt.grid()
plt.axis("equal")
plt.plot(les_lambda, les_mu, label="Trajectoire de $C$")
plt.legend()
#plt.show()
plt.savefig("03_TT_02_c.pdf")
```



Exercice 190 – Mouvement TT – ★

B2-13

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V(C, 2/0)}$ par dérivation vectorielle ou par composition.

Par dérivation vectorielle, on a : $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{AC}]_{\mathcal{R}_0} = \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + \dot{\mu}(t) \vec{j}_0$.

Par composition du torseur cinématique, on a : $\overrightarrow{V(C, 2/0)} = \overrightarrow{V(C, 2/1)} + \overrightarrow{V(C, 1/0)} = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{BC}]_{\mathcal{R}_1} + \frac{d}{dt} [\overrightarrow{AC}]_{\mathcal{R}_0} = \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + \dot{\mu}(t) \vec{j}_0$.

Question 2 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(2/0)\}$ au point C.

$$\{\mathcal{V}(2/0)\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + \dot{\mu}(t) \vec{j}_0 \end{array} \right\}_{\forall P}.$$

Question 3 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)}$.

$$\overrightarrow{\Gamma(C, 2/0)} = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{V(C, 2/0)}]_{\mathcal{R}_0} = \ddot{\lambda}(t) \vec{i}_0 + \ddot{\mu}(t) \vec{j}_0.$$

Exercice 189 – Mouvement TT – ★

B2-14

B2-15

C1-05

Pas de corrigé pour cet exercice.

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.

Exercice 188 – La Seine Musicale★

B2-07

Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 En considérant que la perturbation $C_{pert}(p)$ est nulle, déterminer $H_f(p) = \frac{\Omega_m(p)}{\Omega_c(p)}$ sous forme canonique.

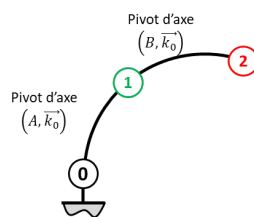
Question 2 Exprimer la fonction de transfert $H_r(p) = \frac{\Omega_m(p)}{C_{pert}(p)}$ en la mettant sous la forme : $H_r(p) = -\frac{\alpha(1+\tau p)}{1+\gamma p+\delta p^2}$. Exprimer α , τ , γ et δ en fonction des différents paramètres de l'étude.

Question 3 Exprimer $X_{ch}(p)$ en fonction de $\Omega_m(p)$ et $C_{pert}(p)$.

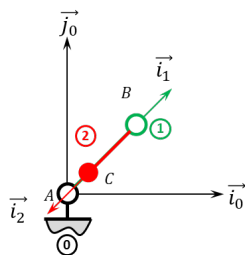
Exercice 187 – Mouvement RR *

B2-12

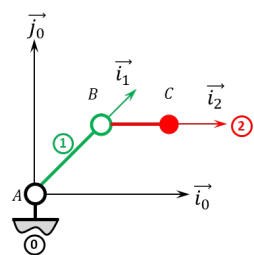
Question 1 Tracer le graphe des liaisons.



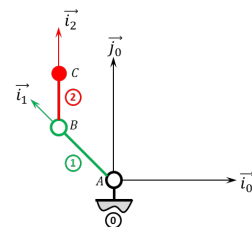
Question 2 Retracer le schéma cinématique pour $\theta = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$ et $\varphi = \pi \text{ rad}$.



Question 3 Retracer le schéma cinématique pour $\theta = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$ et $\varphi = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$.



Question 4 Retracer le schéma cinématique pour $\theta = \frac{3\pi}{4} \text{ rad}$ et $\varphi = -\frac{\pi}{4} \text{ rad}$.



Exercice 186 – Mouvement RR *

B2-14

B2-15

C1-05

Pas de corrigé pour cet exercice.

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.

Exercice 185 – Machine de rééducation SysReeduc *

B2-07

Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 À partir des équations proposées, déterminer les fonctions de transfert K_1 , K_2 , $H_3(p)$, $H_4(p)$, K_5 , K_6 , K_7 , K_8 et K_9 .

On a :

- $u_m(t) = e(t) + Ri(t) \Rightarrow U_m(p) = E(p) + RI(p)$ et $C_{M1}(p) = k_t I(p)$ donc $K_2 = \frac{k_t}{R}$;
- $E(p) = k_e \Omega_m(p)$ et donc $K_7 = k_e$;
- $(M + m)r\rho_1 p \Omega_m(p) = \frac{C_{M1}(p)}{\rho_1 r} - F_p(p) \Leftrightarrow (M + m)r^2 \rho_1^2 p \Omega_m(p) = C_{M1}(p) - \rho_1 r F_p(p)$ et donc $K_9 = \rho_1 r$ et $H_3(p) = \frac{1}{(M + m)r^2 \rho_1^2 p}$;
- $H_4(p)$ permet d'obtenir une position à partir d'une vitesse. Il s'agit donc d'un intégrateur et $H_4(p) = \frac{1}{p}$;
- un codeur incrémental avec 1 émetteur-récepteur permet de détecter les fentes et les « non fentes » donc ici 1000 informations par tour. Avec un second émetteur, on double la résolution soit 2000 informations pour un tour soit $K_8 = \frac{2000}{2\pi}$;
- en utilisant le réducteur et le poulie courroie, on a directement $K_5 = \rho_1$ et $K_6 = r$ (à convertir en mètres) ;
- enfin, K_1 convertit des mètres en incréments. X_c est la consigne que doit respecter X . Pour avoir un asservissement précis, il faut donc $\varepsilon = 0$ et $X = X_c$ soit $\varepsilon = 0 = K_1 X_c - K_8 \theta_m = K_1 X_c - K_8 \frac{X}{K_5 K_6}$. Au final, $K_1 = \frac{K_8}{K_5 K_6}$.

Question 2 Montrer que le schéma-blocs peut être mis sous la forme suivante. On exprimera A , B et D en fonction des paramètres du système r , ρ_1 , k_t , k_e , R , M , m et K_8 .

Exercice 184 – Mouvement RT *

B2-12 Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Retracer le schéma cinématique pour $\theta = \frac{\pi}{4}$ rad et $\lambda(t) = 20$ mm.

Question 3 Retracer le schéma cinématique pour $\theta = -\frac{\pi}{4}$ rad et $\lambda(t) = -20$ mm.

Exercice 183 – Quille pendulaire*

B2-07

Question 1 Donner les expressions des fonctions de transfert A_1 , A_2 , A_3 et A_4 en fonction de la variable complexe p et des constantes.

D'une part, on transforme les équations dans le domaine de Laplace : $Q(p) = SpX(p) + \frac{V}{2B} p \Sigma(p)$ et $M p^2 X(p) = S \Sigma(p) - kX(p) - \lambda p X(p) - F_R(p)$.

En utilisant le schéma-blocs, on a $\Sigma(p) = A_2 (A_1 Q(p) - X(p)) = A_1 A_2 Q(p) - A_2 X(p)$.

Par ailleurs $\Sigma(p) = \frac{Q(p) - SpX(p)}{\frac{V}{2B} p} = Q(p) \frac{2B}{Vp} - X(p) \frac{S2B}{V}$. On a donc $A_2 = \frac{S2B}{V}$, $A_1 A_2 = \frac{2B}{Vp}$ soit $A_1 = \frac{2B}{Vp} \frac{V}{S2B} =$

$$\frac{1}{Sp}.$$

On a aussi $X(p) = A_4 (-F_R(p) + A_3 \Sigma(p)) = -A_4 F_R(p) + A_3 A_4 \Sigma(p)$. Par ailleurs, $X(p)(Mp^2 + \lambda p + k) = S \Sigma(p) - F_R(p) \Leftrightarrow X(p) = \frac{S \Sigma(p)}{Mp^2 + \lambda p + k} - \frac{F_R(p)}{Mp^2 + \lambda p + k}$. On a donc : $A_4 = \frac{1}{Mp^2 + \lambda p + k}$ et $A_3 = S$.

Au final, $A_1 = \frac{1}{Sp}$, $A_2 = \frac{S2B}{V}$, $A_3 = S$ et $A_4 = \frac{1}{Mp^2 + \lambda p + k}$.

Question 2 Donner les expressions des fonctions de transfert H_1 et H_2 en fonction de A_1 , A_2 , A_3 et A_4 , puis de la variable p et des constantes.

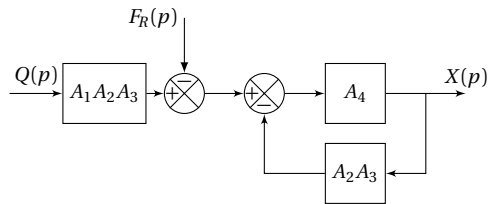
Méthode 1 : Utilisation des relations précédentes On a $X(p) = (H_1 Q(p) - F_R(p)) H_2(p)$.

Par ailleurs, on a vu que $X(p) = A_4 (-F_R(p) + A_3 \Sigma(p))$ et $\Sigma(p) = A_2 (A_1 Q(p) - X(p))$.

On a donc $X(p) = A_4 (-F_R(p) + A_3 A_2 (A_1 Q(p) - X(p))) \Leftrightarrow X(p)(1 + A_2 A_3 A_4) = A_4 (-F_R(p) + A_3 A_2 A_1 Q(p))$. On a donc $H_1(p) = A_1 A_2 A_3$ et $H_2 = \frac{A_4}{1 + A_2 A_3 A_4}$.

Méthode 2 : Lecture directe du schéma-blocs Revient à utiliser la méthode précédente.

Méthode 3 : Algèbre de schéma-blocs Le schéma-blocs proposé est équivalent au schéma suivant.



On retrouve le même résultat que précédemment.

$$A_1 = \frac{1}{Sp}, A_2 = \frac{S2B}{V}, A_3 = S \text{ et } A_4 = \frac{1}{Mp^2 + \lambda p + k}.$$

$$\text{En faisant le calcul on obtient : } H_1(p) = \frac{2BS}{pV} \text{ et } H_2 = \frac{\frac{1}{Mp^2 + \lambda p + k}}{1 + \frac{2BS^2}{V} \frac{1}{Mp^2 + \lambda p + k}} = \frac{1}{Mp^2 + \lambda p + k + \frac{2BS^2}{V}}.$$

Question 3

Pour ce vérin non perturbé ($F_R = 0$), donner sa fonction de transfert $X(p)/Q(p)$ en fonction de la variable p et des constantes.

$$\text{Dans ce cas, } \frac{X(p)}{Q(p)} = H_1(p)H_2(p) = \frac{2BS}{p(MVp^2 + \lambda pV + kV + 2BS^2)}.$$

Exercice 182 – Mouvement I – *

C2-05

B2-13

Question 1 Quel est le mouvement de **1** par rapport à **0**.

1 est en translation de direction \vec{i}_0 par rapport à **0**.

Question 2 Donner l'équation paramétrique de la trajectoire du point **B**, point appartenant à **1** par rapport à **0**.

$$\text{On a } \vec{AB} = \lambda(t) \vec{i}_0. \text{ La trajectoire du point B est donc donnée par } \begin{cases} x_B(t) = \lambda(t) \\ y_B(t) = 0 \\ z_B(t) = 0 \end{cases} \text{ dans le repère } (A; \vec{i}_0, \vec{j}_0, \vec{z}_0).$$

Exercice 181 – Mouvement I – *

B2-13

Question 1 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(1/0)\}$ au point **B**.

$$\{\mathcal{V}(1/0)\} = \left\{ \begin{array}{c} \vec{0} \\ \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0 \end{array} \right\}_{\forall P}.$$

$$\vec{V}(B, 1/0) = \frac{d}{dt} [\vec{AB}]_{\mathcal{R}_0} = \dot{\lambda}(t) \vec{i}_0.$$

Question 2 Déterminer $\vec{\Gamma}(B, 1/0)$.

$$\vec{\Gamma}(B, 1/0) = \frac{d}{dt} [\vec{V}(B, 1/0)]_{\mathcal{R}_0} = \ddot{\lambda}(t) \vec{i}_0.$$

Exercice 180 – Fonctions de transfert*

B2-07

Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

Question 2 Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

Question 3 Déterminer la fonction de transfert en boucle ouverte. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

Question 4 Déterminer la fonction de transfert en boucle fermée. Mettre l'expression sous forme canonique et exprimer les paramètres caractéristiques.

Exercice 179 – Calcul de FTBO*

B2-07

Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.

Question 2 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.

Question 3 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.

Question 4 Déterminer la FTBO dans la cas suivant.

Exercice 178 – Pompe à palettes **

B2-12 Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Retracer le schéma cinématique pour $\theta(t) = 0 \text{ rad}$.

Question 3 Retracer le schéma cinématique pour $\theta(t) = \pi \text{ rad}$.

Question 4 En déduire la course de la pièce 2.

Exercice 177 – Pompe à palettes **

B2-12 Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 Tracer le graphe des liaisons.

Question 2 Retracer le schéma cinématique pour $\theta(t) = 0 \text{ rad}$.

Question 3 Retracer le schéma cinématique pour $\theta(t) = \pi \text{ rad}$.

Question 4 En déduire la course de la pièce 2.

Exercice 176 – Mouvement R *

C2-05

B2-13

Question 1 Quel est le mouvement de 1 par rapport à 0.

1 est en rotation de centre A et d'axe \vec{k}_0 par rapport à 0.

Question 2 Quelle est la trajectoire du point B appartenant à 1 par rapport à 0.

B est en rotation par rapport à 0 (cercle de centre A et de rayon R).

Question 3 Donner l'équation paramétrique de la trajectoire du point B, point appartenant à 1 par rapport à 0.

$$\text{On a } \overrightarrow{AB} = R \vec{i}_1 = R \cos \theta \vec{i}_0 + R \sin \theta \vec{j}_0. \text{ La trajectoire du point B est donc donnée par } \begin{cases} x_B(t) = R \cos \theta(t) \\ y_B(t) = R \sin \theta(t) \\ z_B(t) = 0 \end{cases}$$

dans le repère $(A; \vec{i}_0, \vec{j}_0, \vec{z}_0)$.

Exercice 175 – Mouvement R *

B2-13

Question 1 Déterminer $\overrightarrow{V(B, 1/0)}$ par dérivation vectorielle.

$$\overrightarrow{V(B, 1/0)} = \frac{d}{dt} [\overrightarrow{AB}]_{\mathcal{R}_0} = \frac{d}{dt} [R \vec{i}_1]_{\mathcal{R}_0}. \text{ Or } \frac{d}{dt} [\vec{i}_1]_{\mathcal{R}_0} = \frac{d}{dt} [\vec{i}_1]_{\mathcal{R}_1} + \overrightarrow{\Omega(1/0)} \wedge \vec{i}_1 = \vec{0} + \dot{\theta} \vec{k}_0 \wedge \vec{i}_1 = \dot{\theta} \vec{j}_1.$$

$$\text{D'où } \overrightarrow{V(B, 1/0)} = R \dot{\theta} \vec{j}_1.$$

Question 2 Déterminer $\overrightarrow{V(B, 1/0)}$ par une autre méthode.

$$\overrightarrow{V(B, 1/0)} = \overrightarrow{V(A, 1/0)} + \overrightarrow{BA} \wedge \overrightarrow{\Omega(1/0)} = \vec{0} - R \vec{i}_1 \wedge \dot{\theta} \vec{k}_0 = R \dot{\theta} \vec{j}_1.$$

Question 3 Donner le torseur cinématique $\{\mathcal{V}(1/0)\}$ au point B.

On a directement $\{\mathcal{V}(1/0)\} = \left\{ \begin{array}{c} \dot{\theta} \vec{k}_0 \\ R \dot{\theta} \vec{j}_1 \end{array} \right\}_B.$

Question 4 Déterminer $\overrightarrow{\Gamma(B, 1/0)}$.

$$\overrightarrow{\Gamma(B, 1/0)} = \frac{d}{dt} \left[\overrightarrow{V(B, 1/0)} \right]_{\mathcal{R}_0} = R \ddot{\theta} \vec{j}_1 - R \dot{\theta}^2 \vec{i}_1. \text{ (En effet, } \frac{d}{dt} [\vec{j}_1]_{\mathcal{R}_0} = \frac{d}{dt} [\vec{j}_1]_{\mathcal{R}_1} + \overrightarrow{\Omega(1/0)} \wedge \vec{j}_1 = \vec{0} + \dot{\theta} \vec{k}_0 \wedge \vec{j}_1 = -\dot{\theta} \vec{i}_1.)$$

Exercice 174 – Suspension automobile **

B2-14

C1-05 Pas de corrigé pour cet exercice.

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

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

Exercice 173 – Suspension automobile **

C2-07 Pas de corrigé pour cet exercice.

Question 1 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 $(\vec{a}, \vec{r}, \vec{x})$ en fonction des composantes F_{sol}^a et F_{sol}^r et des dimensions d_0, d_3 et d_4 .

Question 2 Résoudre littéralement le système.