Questionnaire sur le devoir libre

Vous devez pour répondre compléter le fichier Excel.

Il y a au moins une bonne réponse par question.

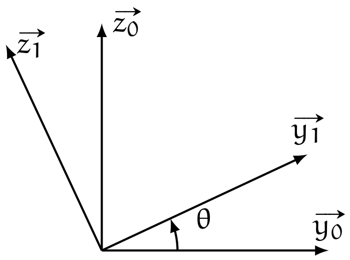
Si vous pensez qu'aucune des réponses n'est correcte, devez envoyer un fichier avec votre réponse (majoration de +2pts si vous avez raison (nul n'est parfait), pas de minoration).

Une fois le fichier Excel complété, vous devez me le renvoyer par mail en précisant dans l'objet de mail votre classe et votre nom.

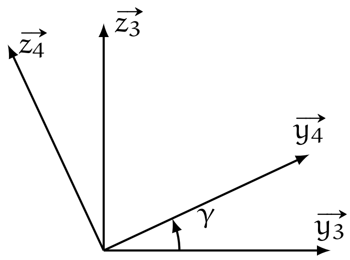
Questionnaire

Q1. Les figures de changement de base sont donc :

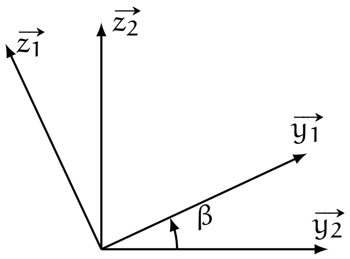
Rép. A :



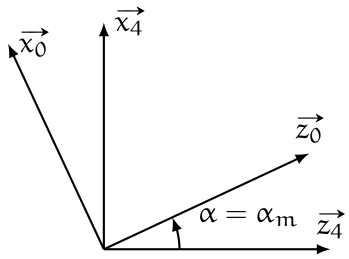
Rép. C :



Rép. B :



Rép. D :



Q2. Identifier les deux liaisons entre le bâti et le barillet et entre le barillet et le piston. Donner les torseurs cinématiques $\left\{\mathcal{V}_{1/0}\right\}$ en A et $\left\{\mathcal{V}_{2/1}\right\}$ en B en fonction des paramètres, $\dot{\theta}$, $\dot{\beta}$, et $\dot{\lambda}$, préciser pour chaque liaison le point de réduction et la base..

Rép. A : L_{01} : liaison Pivot d'axe $(O, \overrightarrow{x_0})$, $\left\{\mathcal{V}_{1/0}\right\} = \left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\Omega_{10}} = \dot{\theta} \cdot \overrightarrow{x_0} \\ \overrightarrow{0} \end{matrix}\right\}_{\forall P \in (O, \overrightarrow{x_0})}$

Rép. C : L_{01} : liaison Pivot d'axe $(A, \overrightarrow{x_0})$, $\left\{\mathcal{V}_{1/0}\right\} = \left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\Omega_{10}} = \dot{\theta} \cdot \overrightarrow{x_0} \\ \overrightarrow{0} \end{matrix}\right\}_{\forall P \in (A, \overrightarrow{x_0})}$

Rép. B : L_{12} : liaison Pivot glissant d'axe $(B, \overrightarrow{x_0})$, $\left\{\mathcal{V}_{1/0}\right\} = \left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\Omega_{21}} = \dot{\beta} \cdot \overrightarrow{x_0} \\ \overrightarrow{V_{B\in 2/1}} = \dot{\lambda} \cdot \overrightarrow{x_0} \end{matrix}\right\}_{\forall P \in (B, \overrightarrow{x_0})}$

Rép. D : L_{12} : liaison Pivot glissant d'axe $(B, \overrightarrow{x_0})$, $\left\{\mathcal{V}_{1/0}\right\} = \left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\Omega_{21}} = \dot{\lambda} \cdot \overrightarrow{x_0} \\ \overrightarrow{V_{B\in 2/1}} = \dot{\beta} \cdot \overrightarrow{x_0} \end{matrix}\right\}_{\forall P \in (B, \overrightarrow{x_0})}$

Q3. Donner les torseurs cinématiques des liaisons entre le piston et le patin puis entre le patin et l'étrier, préciser pour chaque liaison le point de réduction et la base.

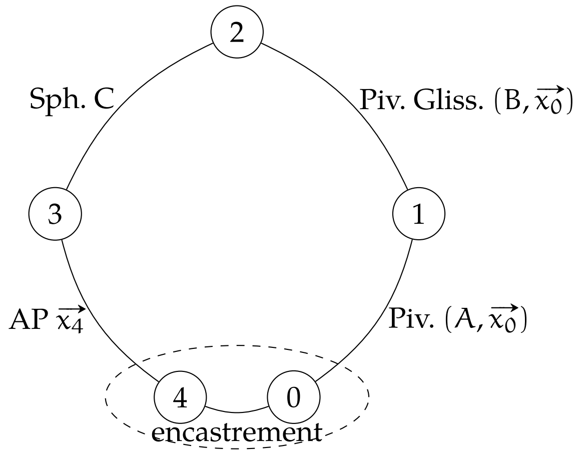
Rép. A : L_{23} : liaison Sphérique de centre C : $\left\{\mathcal{V}_{3/2}\right\} = \left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\Omega_{3/2}} \\ \overrightarrow{0} \end{matrix}\right\}_C = \left\{\begin{matrix} \omega_{Cx} & 0 \\ \omega_{Cy} & 0 \\ \omega_{Cz} & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{C \\ \forall B}}$

Rép. C : L_{23} : liaison Sphérique de centre C : $\left\{\mathcal{V}_{3/2}\right\} = \left\{\begin{matrix} \overrightarrow{\Omega_{3/2}} \\ \overrightarrow{0} \end{matrix}\right\}_C = \left\{\begin{matrix} 0 & V_{Cx} \\ 0 & V_{Cy} \\ 0 & V_{Cz} \end{matrix}\right\}_{\substack{C \\ \forall B}}$

Rép. B : L_{34} : liaison Appui Plan de normale $\overrightarrow{x_4}$: $\left\{\mathcal{V}_{4/3}\right\} = \left\{\begin{matrix} \omega_{Dx} & 0 \\ 0 & V_{Dy} \\ 0 & V_{Dz} \end{matrix}\right\}_{\substack{\forall P \\ (\overrightarrow{x_4}, \overrightarrow{y_4}, \overrightarrow{z_4})}}$

Rép. D : L_{34} : liaison Sphère Plan de normale $\overrightarrow{x_4}$: $\left\{\mathcal{V}_{4/3}\right\} = \left\{\begin{matrix} \omega_{Dx} & 0 \\ \omega_{Dy} & V_{Dy} \\ \omega_{Dz} & V_{Dz} \end{matrix}\right\}_{\substack{\forall P \\ (\overrightarrow{x_4}, \overrightarrow{y_4}, \overrightarrow{z_4})}}$

On donne le graphe de structure du mécanisme (l'étrier et le bâti ne forment qu'un solide).



Q4. Déterminer la liaison équivalente entre le piston -2- et l'étrier -4-.

Rép. A : Les deux liaisons sont en parallèle, il suffit d'ajouter les deux torseurs cinématiques pour avoir le torseur cinématique de la liaison équivalente.

Rép. B : Les deux liaisons sont en série, la liaison équivalente est égale à chacune des deux liaisons en parallèle.

Rép. C : Les deux liaisons sont en série, il suffit d'ajouter les deux torseurs cinématiques pour avoir le torseur cinématique de la liaison équivalente.

Rép. D : Les deux liaisons sont en parallèle, la liaison équivalente est égale à chacune des deux liaisons en parallèle.

Q5. On obtient donc :

Rép. A : $\left\{\mathcal{V}_{2/4}\right\} = \left\{\begin{matrix} \omega_{Cx} + \omega_{Dx} & 0 \\ \omega_{Cy} & V_{Dy} \\ \omega_{Cz} & V_{Dz} \end{matrix}\right\}_{(\overrightarrow{x_4},\overrightarrow{y_4},\overrightarrow{z_4})}^{C}$

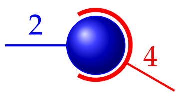
Rép. B : On trouve une liaison Appui Plan de normale $(C, \overrightarrow{x_4})$.

Rép. C : On trouve une liaison Sphère Plan de normale $(C, \overrightarrow{x_4})$.

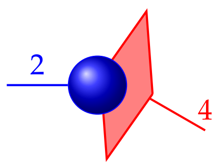
Rép. D : $\left\{\mathcal{V}_{2/4}\right\} = \left\{\begin{matrix} \omega_{Cx} + \omega_{Dx} & 0 \\ \omega_{Cy} & V_{Dy} \\ \omega_{Cz} & V_{Dz} \end{matrix}\right\}_{(\overrightarrow{x_4},\overrightarrow{y_4},\overrightarrow{z_4})}^{\forall P}$

Q6. On peut donc remplacer les deux liaisons par

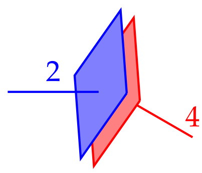
Rép. A :



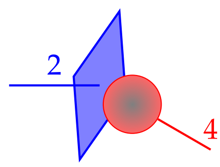
Rép. B :



Rép. C :



Rép. D :



Q7. Écrire la fermeture géométrique.

Rép. A :
$$R \cdot \overrightarrow{y_1} - \lambda \cdot \overrightarrow{x_0} - h \cdot \overrightarrow{x_3} - v \cdot \overrightarrow{y_0} - w \cdot \overrightarrow{z_4} = \overrightarrow{0}$$

Rép. B :
$$R \cdot \overrightarrow{x_1} - \lambda \cdot \overrightarrow{y_0} - h \cdot \overrightarrow{y_3} - v \cdot \overrightarrow{x_0} - w \cdot \overrightarrow{z_4} = \overrightarrow{0}$$

Rép. C :
$$\left\{\begin{aligned} -\lambda - h \cdot \cos\alpha + w \cdot \sin\alpha - d &= 0 \\ R \cdot \cos\theta - v &= 0 \\ R \cdot \sin\theta - h \cdot \sin\alpha - w \cdot \cos\alpha &= 0 \end{aligned}\right.$$

Rép. D :
$$\left\{\begin{aligned} -\lambda - h \cdot \sin\alpha + w \cdot \cos\alpha - d &= 0 \\ R \cdot \sin\theta - v &= 0 \\ R \cdot \cos\theta - h \cdot \cos\alpha - w \cdot \sin\alpha &= 0 \end{aligned}\right.$$

Q8. Exprimer w et v

Rép. A : $\begin{cases} v = R \cdot \cos\theta \\ w = \dfrac{R \cdot \sin\theta - h \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha} \end{cases}$

Rép. B : $\begin{cases} v = R \cdot \sin\theta \\ w = \dfrac{R \cdot \cos\theta - h \cdot \cos\alpha}{\sin\alpha} \end{cases}$

Rép. C : $\begin{cases} w = R \cdot \cos\theta \\ v = \dfrac{R \cdot \sin\theta - h \cdot \sin\alpha}{\cos\alpha} \end{cases}$

Rép. D : $\begin{cases} v = R \cdot \cos\theta \\ w = \dfrac{\cos\alpha}{R \cdot \sin\theta - h \cdot \sin\alpha} \end{cases}$

Q9. On peut donc déduire :

Rép. A : $\dfrac{R \cdot \sin\theta - h \cdot \sin\alpha}{\lambda + h \cdot \cos\alpha + d} = \tan\alpha$

Rép. B : $\dfrac{\lambda + h \cdot \cos\alpha + d}{R \cdot \sin\theta - h \cdot \sin\alpha} = \tan\alpha$

Rép. C : $\lambda = R \cdot \sin\theta \cdot \tan\alpha - h \cdot \left(\dfrac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} - \cos\alpha\right) + d$

Rép. D : $\lambda = R \cdot \cos\theta \cdot \tan\alpha - h \cdot \left(\dfrac{\sin^2\alpha}{\cos\alpha} - \cos\alpha\right) + d$

Q10. Déterminer la course du piston λ_c.

Rép. A : $\lambda_c = R \cdot \tan\alpha \cdot \sin\theta$

Rép. B : $\lambda_c = 2 \cdot R \cdot \sin\alpha \cdot \tan\theta$

Rép. C : $\lambda_c = 2 \cdot R \cdot \tan\alpha \cdot \sin\theta$

Rép. D : $\lambda_c = 2 \cdot R \cdot \tan\alpha \cdot \cos\theta$

Q11. Déterminer $\overrightarrow{V_{C\in 1/0}}$

Rép. A : $\overrightarrow{V_{C\in 1/0}} = \dot{\lambda} \cdot \overrightarrow{x_0}$

Rép. B : $\overrightarrow{V_{C\in 1/0}} = R \cdot \dot{\theta} \cdot \overrightarrow{z_1}$

Rép. C : $\overrightarrow{V_{C\in 1/0}} = R \cdot \dot{\theta} \cdot \cos\theta \cdot \overrightarrow{z_0} - R \cdot \dot{\theta} \cdot \sin\theta \cdot \overrightarrow{y_0}$

Rép. D : $\overrightarrow{V_{C\in 1/0}} = \dot{\lambda} \cdot \overrightarrow{x_0} + R \cdot \dot{\theta} \cdot \cos\theta \cdot \overrightarrow{z_0} - R \cdot \dot{\theta} \cdot \sin\theta \cdot \overrightarrow{y_0}$

La fermeture cinématique s'écrit : $\left\{\mathcal{V}_{\{4-0\}/3}\right\} + \left\{\mathcal{V}_{3/2}\right\} + \left\{\mathcal{V}_{2/1}\right\} + \left\{\mathcal{V}_{1/\{4-0\}}\right\} = \left\{0\right\}$.

Q12. On a donc

Rép. A :

$$\left\{\begin{matrix} \omega_{Dx} & 0 \\ 0 & V_{Dy} \\ 0 & V_{Dz} \end{matrix}\right\}_{\substack{\forall P \\ (\overrightarrow{x_4},\overrightarrow{y_4},\overrightarrow{z_4})}} + \left\{\begin{matrix} \omega_{Cx} & 0 \\ \omega_{Cy} & 0 \\ \omega_{Cz} & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{C \\ \forall B}} + \left\{\begin{matrix} \dot{\beta} & \dot{\lambda} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{B \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \dot{\theta} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{A \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} = \left\{\begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}$$

Rép. B :

$$\left\{\begin{matrix} \omega_{Dx} \cdot \cos\alpha & -V_{Dz} \cdot \sin\alpha \\ -\omega_{Dx} \cdot \sin\alpha & V_{Dy} \\ 0 & V_{Dz} \cdot \cos\alpha \end{matrix}\right\}_{\substack{\forall P \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \omega_{Cx} & 0 \\ \omega_{Cy} & 0 \\ \omega_{Cz} & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{C \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \dot{\beta} & \dot{\lambda} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{B \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \dot{\theta} & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{A \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} = \left\{\begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}$$

Rép. C :

$$\left\{\begin{matrix} \omega_{Dx} \cdot \cos\alpha & -V_{Dz} \cdot \sin\alpha \\ -\omega_{Dx} \cdot \sin\alpha & V_{Dy} \\ 0 & V_{Dz} \cdot \cos\alpha \end{matrix}\right\}_{\substack{C \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \omega_{Cx} & 0 \\ \omega_{Cy} & 0 \\ \omega_{Cz} & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{C \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \dot{\beta} & \dot{\lambda} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{C \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \dot{\theta} & 0 \\ 0 & -R \cdot \dot{\theta} \cdot \sin\theta \\ 0 & R \cdot \dot{\theta} \cdot \cos\theta \end{matrix}\right\}_{\substack{C \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} = \left\{\begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}$$

Rép. D :

$$\left\{\begin{matrix} \omega_{Dx} \cdot \cos\alpha & -V_{Dz} \cdot \sin\alpha \\ -\omega_{Dx} \cdot \sin\alpha & V_{Dy} \\ 0 & V_{Dz} \cdot \cos\alpha \end{matrix}\right\}_{\substack{A \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \omega_{Cx} & 0 \\ \omega_{Cy} & 0 \\ \omega_{Cz} & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{A \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \dot{\beta} & \dot{\lambda} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}_{\substack{A \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} + \left\{\begin{matrix} \dot{\theta} & 0 \\ 0 & -R \cdot \dot{\theta} \cdot \sin\theta \\ 0 & R \cdot \dot{\theta} \cdot \cos\theta \end{matrix}\right\}_{\substack{A \\ (\overrightarrow{x_0},\overrightarrow{y_0},\overrightarrow{z_0})}} = \left\{\begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix}\right\}$$

Q13. On trouve donc :

Rép. A : $\begin{cases} \omega_{Dx} \cdot \cos\alpha + \omega_{Cx} + \dot{\beta} + \dot{\theta} = 0 \\ -\omega_{Dx} \cdot \sin\alpha + \omega_{Cy} + 0 + 0 = 0 \\ 0 + \omega_{Cz} + 0 + 0 = 0 \\ -V_{Dz} \cdot \sin\alpha + 0 + \dot{\lambda} + 0 = 0 \\ V_{Dy} + 0 + 0 - R \cdot \dot{\theta} \cdot \sin\theta = 0 \\ V_{Dz} \cdot \cos\alpha + 0 + 0 + R \cdot \dot{\theta} \cdot \cos\theta = 0 \end{cases}$

Rép. B : $\dot{\lambda} = -R \cdot \dot{\theta} \cdot \cos\theta \cdot \tan\alpha$

Rép. C : Il est possible de déterminer toutes les composantes des torseurs cinématiques en fonction de $\dot{\theta}$.

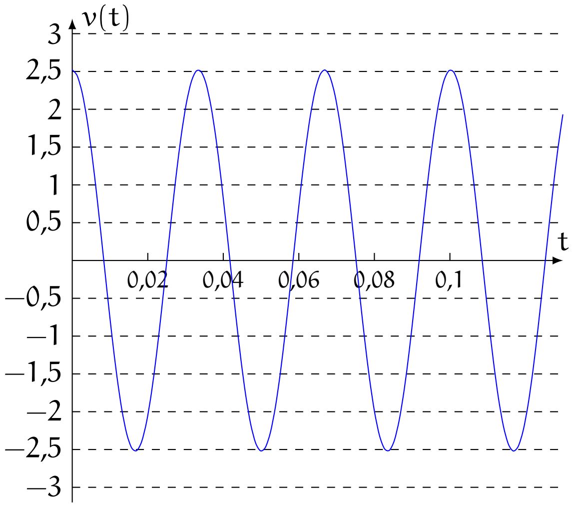
Rép. D : $\begin{cases} \omega_{Dx} \cdot \cos\alpha + \omega_{Cx} + \dot{\beta} + \dot{\theta} = 0 \\ -\omega_{Dx} \cdot \sin\alpha + \omega_{Cy} + 0 + 0 = 0 \\ 0 + \omega_{Cz} + 0 + 0 = 0 \\ -V_{Dz} \cdot \sin\alpha + 0 + \dot{\lambda} + 0 = 0 \\ V_{Dy} + 0 + 0 + 0 = 0 \\ V_{Dz} \cdot \cos\alpha + 0 + 0 + 0 = 0 \end{cases}$

Fin du QCM

Finalement la vitesse s'écrit :

$$v(t) \approx 2{,}52 \cdot \cos(188.5 \cdot t)$$

ce qui donne l'allure suivante :

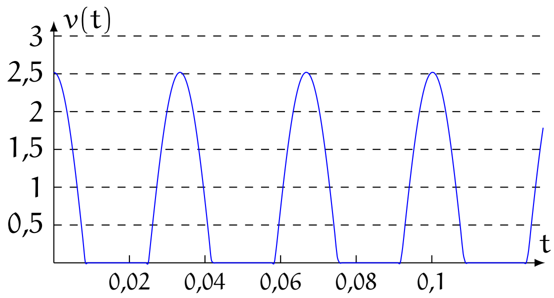


Le débit instantané correspond au volume déplacé par unité de temps soit $Q = S \cdot v(t)$ pendant la phase de refoulement.

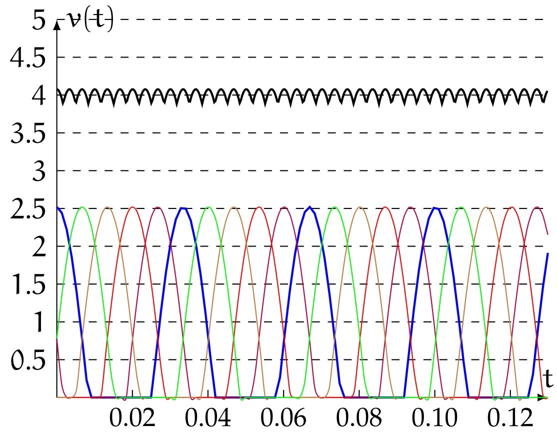
— Refoulement si $v(t) > 0$, alors $Q(t) = S \cdot v(t)$

— Aspiration si $v(t) < 0$, alors $Q(t) = 0$

soit la courbe suivante pour 3 tours.



Ce qui donne pour l'allure du débit de chaque piston et le débit total de cette pompe à 5 pistons.



On remarque que le débit est quasi constant. Pour minimiser les fluctuations, on peut associer un accumulateur.

Q14. Proposer un code python qui trace le débit d'une pompe de n pistons pour cela, écrire une fonction qui retourne le débit du piston i, écrire une fonction qui donne le débit de la pompe de n pistons, puis tracer la fonction.

Merci d'envoyer un code fonctionnel qui permette de tracer le débit de la pompe comme ci-dessus.