Numéro d'inscription

Né(e) le / /

Nom

Prénom (s)

Signature

Épreuve : ....

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseignée ne seront pas prise en compte pour la correction.

Feuille /

Question 1 : Sur un trapèze de vitesse, le chariot se déplace de :

$$\Delta X = X_f - X_0 = \int_0^{T_3} v(t).dt = \text{aire sous la courbe}$$

$$= T_1.V_m + \overbrace{(T_2-T_1)}^{t_{acq}}.V_m$$

Il faut donc : $T_1 = \frac{1}{V_m}.\left[\Delta X - t_{acq}.V_m\right] = \frac{\Delta X}{V_m} - t_{acq}$

$T_1 = \frac{\Delta X}{V_m} - t_{acq} \simeq 5\,s$	$\gamma = \frac{V_m}{T_1} = \frac{V_m}{\frac{X_f - X_0}{V_m} - t_{acq}}$	Appl. num. : $\gamma = 1{,}6\ m/s^2$

Question 2 : **On isole** $(\Sigma) = (1) \cup (2) \cup (3) \cup$ **(moto-réducteurs)**

$$E_c(\Sigma/0) = E_c(3/0) + 2.E_c(\text{roue}/0) + \cancel{2.E_c(\text{moto-réducteur}/0)}$$ négligé

$$= \frac{1}{2}.m_3.V_3^2 + 2.\left[\underbrace{\frac{1}{2}.m_R.V_3^2}_{\text{translat}^\circ} + \underbrace{\frac{1}{2}.J_R.\omega_R^2}_{\text{rotat}^\circ}\right]$$

$$= \frac{1}{2}.\left[m_3 + 2.m_R + 2.J_R/R^2\right].V_3^2$$

$V_3 = -R.\omega_R$	$E_C(\Sigma/0) = \frac{1}{2}.\left(m_3 + 2.m_R + \frac{2.J_R}{R^2}\right).V_3^2$	$M_{eq} = m_3 + 2.m_R + \frac{2J_R}{R^2}$

Question 3 :

Puissances des actions mécaniques extérieures :

- $P_{pesanteur \to \Sigma/0} = 0$ car les centres d'inertie restent à la même altitude.
- $P_{0 \to 1/0} = 0$ car roulement sans glissement
- $P_{0 \to 2/0} = 0$ " " " "

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Puissances des actions mécaniques intérieures :

- $P_{motrice_1} = C_m \cdot \omega_m = - C_m \cdot \dfrac{V_3}{R \cdot k}$
- $P_{motrice_2} = C_m \cdot \omega_m = - C_m \cdot \dfrac{V_3}{R \cdot k}$
- Autres puissances nulles car liaisons parfaites

Question 4 :

le th. de l'énergie cinétique donne :

$$- 2 \cdot C_m \cdot \frac{\cancel{V_3}}{R \cdot k} = M_{eq} \cdot \cancel{V_3} \cdot \dot{V_3}$$

$$\text{donc} \quad - 2 \cdot C_m \cdot \frac{1}{R \cdot k} = M_{eq} \cdot \gamma$$

$$\boxed{C_m = - \frac{M_{eq} \cdot R \cdot k}{2} \cdot \gamma}$$

Question 5 :

$$\vec{\delta}_{O_1,1/0} = \frac{d}{dt}\left(\vec{\sigma}_{O_1,1/0}\right)_0 + m_R \cdot \underbrace{\vec{V}_{O_1/0} \wedge \vec{V}_{O_1 \in 1/0}}_{= \vec{0} \,:\, \hat{m} \text{ vitesse}}$$

$$\text{et } \vec{\sigma}_{O_1,1/0} = I_{O_1}(1) \cdot \vec{\Omega}_{1/0} + m_R \cdot \cancel{\vec{O_1 O_1}} \wedge \ldots$$

$$\text{inutile} \quad = \begin{bmatrix} \cancel{x} & x & 0 \\ x & x & 0 \\ 0 & 0 & J_R \end{bmatrix}_1 \cdot \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \omega_R \end{bmatrix}_1$$

(car symétrie par rapport au plan $(O_1, \vec{x_0}, \vec{y_0})$)

$$\boxed{\overrightarrow{\delta_{O_1,1/0}} = J_R \cdot \dot{\omega}_R \cdot \vec{z_0}}$$

Inventaire des actions mécaniques extérieures agissant sur **(1)** :

- $\{poids \rightarrow 1\} = {}_{O_1}\begin{Bmatrix} \vec{R}_{pds \rightarrow 1} = - m_R \cdot g \cdot \vec{y_0} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$
- $\{0 \rightarrow 1\} = {}_{I_1}\begin{Bmatrix} X_{01} \cdot \vec{x_0} + Y_{01} \cdot \vec{y_0} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$
- $\{3 \rightarrow 1\} = {}_{O_1}\begin{Bmatrix} X_{31} \cdot \vec{x_0} + Y_{31} \cdot \vec{y_0} \\ \vec{0} \end{Bmatrix}$ si pb plan
- $\{red_1 \rightarrow 1\} = {}_{O_1}\begin{Bmatrix} \vec{0} \\ C_r \cdot \vec{z_0} \end{Bmatrix}$

Question 6 : **On isole la roue avant (1)**

$$\underbrace{\overrightarrow{M}_{O_1,poids\to 1}\cdot\overrightarrow{z_0}}_{=0} + \overrightarrow{M}_{O_1,0\to 1}\cdot\overrightarrow{z_0} + \underbrace{\overrightarrow{M}_{O_1,3\to 1}\cdot\overrightarrow{z_0}}_{=0} + \underbrace{\overrightarrow{M}_{O_1,red_1\to 1}\cdot\overrightarrow{z_0}}_{=C_R}$$

$$= \underbrace{\overrightarrow{\delta}_{O_1,1/0}\cdot\overrightarrow{z_0}}_{J_R\cdot\dot{\omega}_R}$$

et $\overrightarrow{M}_{O_1,0\to 1}\cdot\overrightarrow{z_0} = \overrightarrow{M}_{I_1,0\to 1}\cdot\overrightarrow{z_0} + (\overrightarrow{O_1I_1}\wedge\overrightarrow{R}_{0\to 1})\cdot\overrightarrow{z_0}$

$= 0 + (-R\cdot\overrightarrow{y_0}\wedge(X_{01}\cdot\overrightarrow{x_0} + Y_{01}\cdot\overrightarrow{y_0}))\cdot\overrightarrow{z_0}$

$= R\cdot X_{01}$

donc $R\cdot X_{01} + C_R = J_R\cdot\dot{\omega}_R = -J_R\cdot\dfrac{\gamma}{R}$

donc $X_{01} = -\dfrac{J_R}{R}\cdot\gamma - \dfrac{C_R}{R}$ or $C_R = k^{-1}\cdot C_m = -\dfrac{M_{eq}\cdot R}{2}\cdot\gamma$

$M_{eq} = m_3 + 2\cdot m_R + \dfrac{2\cdot J_R}{R^2}$

$X_{01} = \dfrac{m_3 + 2\cdot m_R}{2}\cdot\gamma$	$X_{02} = X_{01} = \dfrac{m_3+2\cdot m_R}{2}\cdot\gamma$

Question 7 : **On isole (Σ)**

Théorème utilisé : il faut écrire le théorème des moments en I_2 et en projection sur $\overrightarrow{z_0}$.

Il faut calculer : $\overrightarrow{\delta}_{I_2,\Sigma/0}\cdot\overrightarrow{z_0} = \overrightarrow{\delta}_{I_2,1/0}\cdot\overrightarrow{z_0} + \overrightarrow{\delta}_{I_2,2/0}\cdot\overrightarrow{z_0} + \overrightarrow{\delta}_{I_2,3/0}\cdot\overrightarrow{z_0}$

(motoréducteur sans inertie)

Avec $\overrightarrow{\delta}_{I_2,1/0}\cdot\overrightarrow{z_0} = \overrightarrow{\delta}_{O_1,1/0}\cdot\overrightarrow{z_0} + (\overrightarrow{I_2O_1}\wedge\overrightarrow{R_{d,1/0}})\cdot\overrightarrow{z_0}$

$= J_R\cdot\dot{\omega}_R + ((R\cdot\overrightarrow{y_0} + 2\cdot L\cdot\overrightarrow{x_0})\wedge(m_R\cdot\gamma\cdot\overrightarrow{x_0}))\cdot\overrightarrow{z_0}$

$= J_R\cdot\dot{\omega}_R - m_R\cdot R\cdot\gamma$ et $\dot{\omega}_R = -\dfrac{\gamma}{R}$

$= -\left[\dfrac{J_R}{R} + m_R\cdot R\right]\cdot\gamma$

On a de la même manière $\overrightarrow{\delta}_{I_2,2/0}\cdot\overrightarrow{z_0} = -\left[\dfrac{J_R}{R} + m_R\cdot R\right]\cdot\gamma$

Et $\vec{\delta}_{I_2,3/0}\cdot\vec{z_0} = \underbrace{\vec{\delta}_{G_3,3/0}\cdot\vec{z_0}}_{=0} + (\overrightarrow{I_2G_3}\wedge\vec{R}_{d\,3/0})\cdot\vec{z_0}$

$= 0$ car solide en translat° et écriture en G_3.

$$= \left[\left((R+H)\cdot\vec{y_0} + L\cdot\vec{x_0}\right)\wedge\left(m_3\cdot\gamma\cdot\vec{x_0}\right)\right]\cdot\vec{z_0}$$

$$= -(R+H)\cdot m_3\cdot\gamma$$

Expression de la composante du torseur dynamique correspondant :

$$\vec{\delta}_{I_2,\Sigma/0}\cdot\vec{z_0} = -\left[(R+H)\cdot m_3 + 2\cdot R\cdot m_R + 2\cdot\frac{J_R}{R}\right]\cdot\gamma$$

Question 8 : Il faut isoler Σ soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes :

- $0 \longrightarrow 2$
- $0 \longrightarrow 1$
- poids $\longrightarrow 1$
- poids $\longrightarrow 2$
- poids $\longrightarrow 3$

Il faut ensuite écrire le théorème des moments en I_1 et en projection sur $\vec{z_0}$.

Question 9 : À la limite du glissement, pour chaque contact, on a :

$$\left|\frac{X_{01}}{Y_{01}}\right| = f_1 \quad \text{et} \quad \left|\frac{X_{02}}{Y_{02}}\right| = f_2$$

Tous les X_{0i} et Y_{0i} sont connus, il faut faire l'application numérique.

Question 10 : On a trouvé (q° 9) :

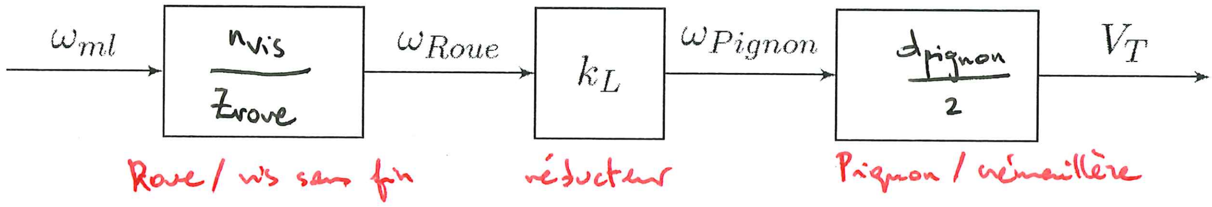
$\left|\frac{X_{01}}{Y_{01}}\right| = f_1 \simeq 0,177$. La structure a été modifiée et maintenant $Y_{01}' = Y_{01}/2$, donc $f_1' = \left|\frac{X_{01}}{Y_{01}'}\right| = \left|\frac{X_{01}}{\frac{1}{2} . Y_{01}}\right| = 2 . f_1$.

Avec la sécurité $s = 2$, il faut donc $f_1'' = 2 . f_1' = 4 . f_1' \simeq 0,72$

et de même $f_2'' \simeq 0,6$

Il faut choisir des matériaux tels que $f > f_1''$ et $f > f_2''$ donc seul le couple Acier – Caoutchouc est acceptable.

Question 11 :



Expression littérale:	Application numérique:
$V_T = k_L . \frac{n_{vis}}{Z_{roue}} . \frac{d_{pignon}}{2} . \omega_{ml}$	$V_T = 2 . 10^{-3}$ m/s

Question 12 :

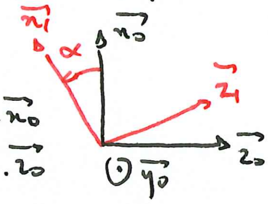
Expression littérale:	Application numérique:	Conclusion:
$T_V = \frac{C_T}{V_T}$	$T_V = 5$ s	$T_V \leq 5$ s donc l'exigence 3.3.2 est tout juste respectée.

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 13 : Je sais que : $\{T_{4\to5}^1\} = \{T_{4\to5}^P\} + \{T_{4\to5}^Q\} + \{T_{4\to5}^R\}$

Avec $\{T_{4\to5}^P\} = \left\{\begin{array}{cc} X_P & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{array}\right\}_{P\,(\vec{x_1},\vec{y_1},\vec{z_1})}$ donc $\vec{R}_{4\to5}^P = X_P\cdot\vec{x_1} = X_P\cdot\cos\alpha\cdot\vec{x_0} - X_P\cdot\sin\alpha\cdot\vec{z_0}$



et $\vec{\mathcal{M}}_{L,4\to5}^P = \cancel{\vec{\mathcal{M}}_{P,4\to5}^P} + \vec{LP}\wedge\vec{R}_{4\to5}^P = x_S\cdot\vec{x_1}\wedge X_P\cdot\vec{x_1} = \vec{0}$

On a donc $\{T_{4\to5}^P\} = \left\{\begin{array}{cc} X_P' & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_P' & 0 \end{array}\right\}_{L\,b_0}$ et on peut faire le même calcul pour les autres torseurs.

Torseur des actions mécaniques en L :	Nom et caractéristiques géométriques de la liaison associée au torseur $\{T^1_{4\to5}\}$:
$\{T^1_{4\to5}\} = \left\{\begin{array}{cc} X_1 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_1 & 0 \end{array}\right\}_{L\,b_0}$	La liaison est une sphère cylindre de centre L et d'axe $(L,\vec{y_0})$.

$\{T_{4\to5}^2\} = \left\{\begin{array}{cc} X_2' & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_2' & 0 \end{array}\right\}_{L'\,b_0} + \left\{\begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ Z_S & 0 \end{array}\right\}_{S'}$ et $\vec{\mathcal{M}}_{L',4\to5}^S = \vec{0} - d_S\cdot\vec{x_0}\wedge(Z_S\cdot\vec{z_0}) = +d_S\cdot Z_S\cdot\vec{y_0}$

Torseur des actions mécaniques en L' : $\{T^2_{4\to5}\} = \left\{\begin{array}{cc} X_2 & 0 \\ 0 & \mathcal{M}_2 \\ Z_2 & 0 \end{array}\right\}_{L'\,b_0}$

Numéro d'inscription

Né(e) le / /

Signature

Nom

Prénom (s)

Épreuve : ....

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseignée ne seront pas prise en compte pour la correction.

Feuille /

Question 14 : On a ensuite :

$$\{T_{4\to s}\} = \{T_{4^1\to s}\} + \{T_{4^2\to s}\}$$

où
$$\overrightarrow{\Pi}_{L,4^2\to s} = \overrightarrow{\Pi}_{L',4^2\to s} + \overrightarrow{LL'} \wedge \overrightarrow{R}_{4^2\to s}$$
$$= \Pi_2 \cdot \overrightarrow{y_0} - h_s \cdot \overrightarrow{y_0} \wedge (X_2 \cdot \overrightarrow{x_0} + Z_2 \cdot \overrightarrow{z_0})$$
$$= -h_s \cdot Z_2 \cdot \overrightarrow{x_0} + \Pi_2 \cdot \overrightarrow{y_0} + h_s \cdot X_2 \cdot \overrightarrow{z_0}$$
$$= L_2 \cdot \overrightarrow{x_0} + \Pi_2 \cdot \overrightarrow{y_0} + N_2 \cdot \overrightarrow{z_0}$$

Torseur des actions mécaniques en L : $\{T_{4\to5}\} = \left\{\begin{matrix} X & L \\ 0 & \Pi \\ Z & N \end{matrix}\right\}_{L,b_0}$

Nom et caractéristique de la liaison équivalente $\{T_{4\to5}\}$: glissière de direction $\overrightarrow{y_0}$

Explication du choix de la liaison : cette liaison permet de laisser le bateau flotter librement. Il y a, en statique, équilibre entre le poids et la poussée d'Archimède.

Question 15 : J'isole $\{6,7\}$ soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes :

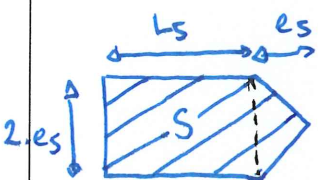
- $4 \to 6$ ×
- $5 \to 6$
- poids $\to 7$

J'écris le th. des moments en O_6 et en projection sur $\vec{z_0}$:

$$\underbrace{\vec{M}_{O6,4\to6}\cdot\vec{z_0}}_{=0} + \underbrace{\vec{M}_{O6,5\to6}\cdot\vec{z_0}}_{R_6\cdot F_{56}} + \underbrace{\vec{M}_{O6,\,poids\to7}\cdot\vec{z_0}}_{+R_6\cdot m_7\cdot g} = 0$$

$F_{56} = -\,m_7\cdot g$

Question 16 : $\vec{R}_{eau\to s} = \rho\cdot S\cdot h_i\cdot g\cdot\vec{y_0}$



$= \rho\cdot(2\cdot e_S\cdot L_S + e_S^2)\cdot g\cdot h_i\cdot\vec{y_0}$

J'isole S soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes :

- eau $\to$ S
- $6 \to S$
- $4 \to S$ ×
- poids $\to$ S

J'écris le théorème de résultante en projection sur $\vec{y_0}$:

$$\underbrace{\vec{R}_{eau\to s}\cdot\vec{y_0}}_{\rho\cdot(2\cdot e_S\cdot L_S + e_S^2)\cdot h_i\cdot g} + \underbrace{\vec{R}_{6\to s}\cdot\vec{y_0}}_{=F_{65}=m_7\cdot g} + \underbrace{\vec{R}_{4\to s}\cdot\vec{y_0}}_{=0} + \underbrace{\vec{R}_{poids\to s}\cdot\vec{y_0}}_{=-m_S\cdot g} = 0$$

on a donc :

$$\{T_{eau\to5}\} = \left\{\begin{array}{l}\vec{R}_{eau\to s} = \rho\cdot(2\cdot e_S\cdot L_S + e_S^2)\cdot h_i\cdot g\cdot\vec{y_0} \\ \vec{M}_{G_S,eau\to s} = \vec{0}\end{array}\right\}_{G_S}$$

$$h_i = \frac{m_S - m_7}{\rho\cdot(2\cdot e_S\cdot L_S + e_S^2)}$$

Question 17 :

Exigence 3.2.1 : on va choisir m_7 pour régler h_i.

" 3.2.2 : il faut également choisir m_7 pour compenser le dispositif de mesure.

Compte-tenu de la liaison glissière, le point d'ancrage n'a pas d'importance.

$h =$

Conclusion :

Question 18 : J'isole 5 soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes :

- eau → 5
- poids → 5
- 6 → 5
- 4 → 5

→ on a donc :

$$\{T_{4\to5}\} = -\Big[\underbrace{\{T_{eau\to5}\} + \{T_{poids\to5}\}}_{\{T_{ext\to5}\}} + \{T_{6\to5}\}\Big] + \{D_{5/0}\}$$

Avec :

$$\{T_{ext\to5}\} = \begin{cases} \vec{R}_{ext\to5} = Xe\cdot\vec{x_0} + (Ye - m_5\cdot g + m_7\cdot(g-\gamma_5))\cdot\vec{y_0} + Ze\cdot\vec{z_0} \\ \vec{M}_{G_5,ext\to5} = Le\cdot\vec{x_0} + Me\cdot\vec{y_0} + Ne\cdot\vec{z_0} \end{cases}_{G_5}$$

Et $\vec{R}_{d\,5/0} = m_5\cdot\gamma_5\cdot\vec{y_0}$ et $\vec{\delta}_{G_5,5/0} = \vec{0}$ solide en translat°.

Puis

$$\vec{M}_{L,4\to5} = \vec{M}_{G_5,4\to5} + \overbrace{\vec{LG_5}}^{-\lambda\cdot\vec{y_0}} \wedge \vec{R}_{4\to5}$$

$$= -Le\cdot\vec{x_0} - Me\cdot\vec{y_0} - Ne\cdot\vec{z_0} - \lambda\cdot Xe\cdot\vec{z_0} + \lambda\cdot Ze\cdot\vec{x_0}$$

$$\{T_{4\to5}\} = \begin{Bmatrix} -Xe & -Le + \lambda\cdot Ze \\ -Ye + m_5\cdot(g+\gamma_5) - m_7\cdot(g-\gamma_5) & -Me \\ -Ze & -Ne - \lambda\cdot Xe \end{Bmatrix}_{L,\,b_0}$$

Question 19 : Il y a une liaison glissière entre 4 et 5 donc :

$Ye = m_5\cdot(g+\gamma_5) - m_7\cdot(g-\gamma_5)$, L'effort ne sera pas transmis aux barres Bi et si γ_5 n'est pas mesuré, il sera impossible de calculer Ye.

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 20 : J'isole B_1 qui est soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes :

$4 \rightarrow B_1$ (glisseur car rotule)

$5 \rightarrow B_1$ (" " ")

B_1 n'est soumis qu'à deux glisseurs dont l'axe sera donc (AH) ou encore $(A, \vec{z_0})$.

Axe du glisseur : $(A, \vec{z_0})$

Question 21 :

$$\{T_{B_1\to4}\} = \left\{ \begin{matrix} F_1 \cdot \vec{z_0} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{A,\, b_0} \qquad \{T_{B_2\to4}\} = \left\{ \begin{matrix} F_2 \cdot \vec{z_0} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{C,\, b_0} \qquad \{T_{B_3\to4}\} = \left\{ \begin{matrix} F_3 \cdot \vec{x_0} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{B,\, b_0}$$

$$\{T_{B_4\to4}\} = \left\{ \begin{matrix} F_4 \cdot \vec{y_0} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{D,\, b_0} \qquad \{T_{B_5\to4}\} = \left\{ \begin{matrix} F_5 \cdot \vec{y_0} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{A,\, b_0} \qquad \{T_{B_6\to4}\} = \left\{ \begin{matrix} F_6 \cdot \vec{y_0} \\ \vec{0} \end{matrix} \right\}_{C,\, b_0}$$

Question 22 : J'isole 4 soumis aux actions mécaniques extérieures suivantes :

- $5 \rightarrow 4$
- $B_i \rightarrow 4$
- poids $\rightarrow 4$

$\rightarrow \{5 \rightarrow 4\} + \sum_{i=1}^{6} \{B_i \rightarrow 4\} + \{\text{poids} \rightarrow 4\} = \{0\}$

et $\vec{M}_{O, B_1\to4} = \vec{0} + \vec{OA} \wedge (F_1 \cdot \vec{z_0}) = -a \cdot \vec{x_0} \wedge (F_1 \cdot \vec{z_0}) = a \cdot F_1 \cdot \vec{y_0}$

$\vec{M}_{O, B_2\to4} = a \cdot \vec{x_0} \wedge (F_2 \cdot \vec{z_0}) = -a \cdot F_2 \cdot \vec{y_0}$

Numéro d'inscription

Né(e) le / /

Nom

Prénom (s)

Signature

Épreuve : ....

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseignée ne seront pas prise en compte pour la correction.

Feuille /

$$\vec{M}_{O,B_3\to4} = d.\vec{z_0} \wedge (F_3.\vec{x_0}) = d.F_3.\vec{y_0}$$

$$\vec{M}_{O,B_4\to4} = -a.\vec{z_0} \wedge (F_4.\vec{y_0}) = a.F_4.\vec{x_0}$$

$$\vec{M}_{O,B_5\to4} = -a.\vec{x_0} \wedge (F_5.\vec{y_0}) = -a.F_5.\vec{z_0}$$

$$\vec{M}_{O,B_6\to4} = a.\vec{x_0} \wedge (F_6.\vec{y_0}) = a.F_6.\vec{z_0}$$

Donc :

$X_e + F_3 = 0$

$0 + F_4 + F_5 + F_6 - m_4.g = 0$

$Z_e + F_1 + F_2 = 0$

$L_e - \lambda.Z_e + a.F_4 = 0$

$M_e + e.Z_e + f.X_e + a.(F_1 - F_2) + d.F_3 = 0$

$N_e + \lambda.X_e + a.(F_6 - F_5) = 0$

$X_e = -F_3$

$Z_e = -F_1 - F_2$

$L_e = -a.F_4 - \lambda.(F_1 + F_2)$

$M_e = (-a+e).F_1 + (e+a).F_2 + f.F_3 - d.F_3$

$N_e = a.(F_5 - F_6) + \lambda.F_3$

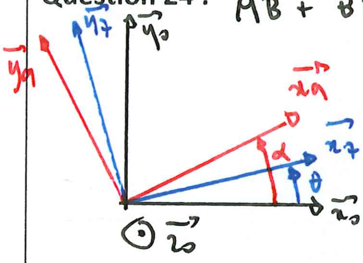
Question 23 :

Grandeur(s) à mesurer :	Dispositif de mesure proposé :
• Tous les F_i ⟶	Capteur d'effort à jauge de déformation.
• La longueur λ ⟶	Potentiomètre linéaire.

NE RIEN ÉCRIRE

DANS CE CADRE

Question 24 : $\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BD} + \overrightarrow{DA} = \vec{0} \iff b.\vec{y_7} + \lambda.\vec{x_9} - d.\vec{x_0} - b.\vec{y_0} = \vec{0}$



Donc : $\begin{cases} -b.\sin\theta + \lambda.\cos\alpha - d = 0 \\ b.\cos\theta + \lambda.\sin\alpha - b = 0 \end{cases}$

Donc : $\lambda^2 = (b - b.\cos\theta)^2 + (d + b.\sin\theta)^2$

À l'ordre 1 : $\cos\theta \simeq 1$ et $\sin\theta \simeq \theta$ donc $\lambda^2 = (d + b.\theta)^2$

Expression initiale:	Expression linéarisée:
$\lambda(t) = \sqrt{(b - b.\cos\theta)^2 + (d + b.\sin\theta)^2}$	$\lambda(t) = d + b.\theta$

Question 25 : En dérivant, on a :

$$\dot{\lambda} = b.\dot{\theta}$$

Expression de $\frac{d\theta(t)}{dt}$:

$$\frac{d\theta(t)}{dt} = \frac{1}{b} . \frac{d\lambda}{dt}(t)$$

Question 26 :

$\vec{V}_{M\in7/0} = \cancel{\vec{V}_{A\in7/0}} + \overrightarrow{MA} \wedge \vec{\Omega}_{7/0}$

$= -u.\vec{y_7} \wedge (\dot{\theta}.\vec{z_0})$

$= -u.\dot{\theta}.\vec{x_7}$

$\overrightarrow{dF_M} = + \Delta p.dS.\vec{x_7}$ M : car ici $\dot{\theta} > 0$

$= +\frac{1}{2}.\rho.u^2.\dot{\theta}^2.dS.\vec{x_7}$

$\overrightarrow{V_{M\in7/0}} = -u.\dot{\theta}.\vec{x_7}$

$= -\frac{u}{b}.\dot{\lambda}.\vec{x_7}$

$\overrightarrow{dF_M(t)} = +\frac{1}{2}.\rho.\frac{u^2}{b^2}.\dot{\lambda}^2.dS.\vec{x_7}$

Numéro d'inscription

Né(e) le / /

Nom

Prénom (s)

Signature

Épreuve :

Les feuilles dont l'entête d'identification n'est pas entièrement renseignée ne seront pas prise en compte pour la correction.

Feuille /

$dP = d\vec{F}_n \cdot \vec{J}_{n e \to 7/0} = -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \frac{u^3}{b^3} \cdot \dot{\lambda}^3 \cdot dS$ (on a bien $dP < 0$)

$dP(M) = -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \frac{u^3}{b^3} \cdot \dot{\lambda}^3 \cdot dS$

Question 27 :

$P_{e \to 7/0} = \int_{u=0}^{u=h} dP$ → vrai au voisinage de $\theta = 0$

$= -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \frac{\dot{\lambda}^3}{b^3} \cdot \int_{u=0}^{u=h} u^3 \cdot l \cdot du$

$= -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \frac{\dot{\lambda}^3}{b^3} \cdot l \cdot \frac{1}{4} \cdot h^4$ et $\dot{\lambda} = \lambda_0 \cdot \omega_B \cdot \cos(\omega_B \cdot t)$

$= -\frac{1}{8} \cdot \rho \cdot \frac{\lambda_0^3 \cdot \omega_B^3 \cdot \cos^3(\omega_B \cdot t)}{b^3} \cdot l \cdot h^4$

Avec $\dot{\theta} > 0$, on a donc $\dot{\lambda} > 0$. La puissance est toujours négative ! Mais $|P_{e \to 7/0}|_{max}$ est obtenu pour $\cos(\omega_B \cdot t) = 1$.

$P_{e\to7/0} = -\frac{1}{8} \cdot \frac{\rho \cdot l \cdot h^4}{b^3} \cdot \lambda_0^3 \cdot \omega_B^3 \cdot \cos^3(\omega_B \cdot t)$

$P_{e\to7/0_{max}} = \frac{1}{8} \cdot \frac{\rho \cdot l \cdot h^4}{b^3} \cdot \lambda_0^3 \cdot \omega_B^3$

Question 28 :

a_0 (m) \ f_H (Hz)	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20
0,55	~~0,11~~	~~0,22~~	~~0,33~~	~~0,44~~	~~0,55~~	~~0,66~~
0,45	~~0,09~~	0,18	0,27	~~0,36~~	~~0,45~~	~~0,54~~
0,35	~~0,07~~	0,14	0,21	~~0,28~~	~~0,35~~	~~0,42~~
0,25	~~0,05~~	0,1	0,15	0,2	~~0,25~~	~~0,3~~
0,15	0,03	0,06	0,09	0,12	0,15	~~0,18~~

Chaque cellule correspond au produit de $f_H \times a_0$

a_0: hauteur maximale de la houle $\quad$ f_H: fréquence de la houle

Question 29 :

$$\text{Gain}_{dB} = 20 \cdot \log\left(\frac{\lambda_0^*}{a_0}\right) \quad \text{donc} \quad \lambda_0^* = a_0 \cdot \underbrace{10^{\frac{G_{dB}}{20}}}_{\simeq 0,7}$$

où $G_{dB} \simeq -3$ dB

$\lambda^*(t) = \lambda_0^* \cdot \sin(\omega_H \cdot t + \varphi)$

$\lambda_0^* = 0,35$ m

Question 30 : J'isole 7 dont le bilan des puissances est:

P_{int} : aucune

P_{ext} :
- $P_{0 \to 7/0} = P_{0 \leftrightarrow 7} = 0$
- $P_{g \to 7/0} = F_v \cdot V_v$
- $P_{poids \to 7/0} \simeq 0$ si $\theta \simeq 0$
- $P_{e \to 7/0} = -\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot K \cdot V_v^3$

Négliger masse et inertie de 7 revient à supposer $Ec(7/0) \simeq 0$.

On a donc :

$$F_v \cdot V_v = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot K \cdot V_v^3$$

Expression littérale :

$F_V = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot K \cdot V_V^2$

Application numérique :

$F_V = \frac{6 \text{ kW}}{2 \text{ m/s}} \simeq 3 \cdot 10^3 \text{ N}$

Question 31 :

Pour le vérin, la puissance d'entrée est $Q \cdot \Delta P_V$ et
" " de sortie " $F_V \cdot V_V$

On a donc : $F_V = \frac{Q \cdot \Delta P_V}{V_V} \cdot \eta_3$ et $Q = S_V \cdot V_V$

rendement du vérin

Donc :

$S_V = \pi \cdot \frac{D^2 - d^2}{4}$

Expression littérale :

$F_V = S_V \cdot \Delta P_V \cdot \eta_3$

Application numérique :

$F_V = 40 \cdot 10^3 \text{ N}$

Conclusion : On a $F_V \gg 3 \cdot 10^3 \text{ N}$ effort nécessaire. Donc le circuit hydraulique et le vérin sont adaptés.

Question 32 : Il faut "en sortie" une puissance : $P_{utile} = |P_{e \to 7/0}|$
$= 6 \text{ kW}$

On sait que $P_{élec}^{théorique} \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = P_{utile}$. On impose de plus $P_{élec}^{réelle} = 4 \cdot P_{élec}^{théorique}$. On a donc :

Expression littérale :

$P_{elec_{réelle}} = \frac{4}{\eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3} \cdot |P_{e \to 7/0}|$

Application numérique :

$P_{elec_{réelle}} = 80 \text{ kW}$

Conclusion : On a $P_{elec\,réelle} < 90 \text{ kW}$ donc la puissance électrique disponible est suffisante.