

Thème : Principe fondamental de la dynamique.

Support : Vélo.

PRESENTATION

On désire à partir d'une étude dynamique évaluer le couple de pédalage à fournir sur un vélo en phase d'accélération. Les différents solides sont supposés indéformables et la modélisation choisie est définie sur la figure jointe.

Le repère $R_{sol} = (O, \vec{x}_{sol}, \vec{y}_{sol}, \vec{z}_{sol})$ est supposé galiléen.

Le déplacement du vélo s'effectue suivant l'axe \vec{y}_{sol} dans le plan $(O, \vec{y}_{sol}, \vec{z}_{sol})$. La pente de la route est définie par l'angle γ .

L'ensemble $\{0,1\}$ est en phase d'accélération supposée constante. De plus, on pose : à $t_0=0, \dot{y}_0 = 0$

Le centre de gravité G de l'ensemble $\{0,1\}$ est défini par $\vec{OG} = y \cdot \vec{y}_{sol} + 2R_{roue} \cdot \vec{z}_{sol}$

$$\vec{JH} = L \cdot \vec{y}_{sol} \text{ et } \vec{JG} \cdot \vec{y}_{sol} = \frac{1}{3} \cdot L$$

L'action mécanique de la chaîne sur le pignon (27) lié à la roue arrière (2) est modélisée par un couple $\vec{C}_1 = -C_1 \cdot \vec{x}_{sol}$.

L'action mécanique du sol sur la roue (2) est modélisée en J par le torseur : $\left\{ \begin{array}{l} T_{sol \rightarrow (2)} \cdot \vec{y}_{sol} + N_{sol \rightarrow (2)} \cdot \vec{z}_{sol} \\ \vec{0} \end{array} \right\}_J$.

La résistance au roulement des pneumatiques est négligée. Le coefficient de frottement μ entre la roue (arrière ou avant) et le sol est supposé constant et évalué à 0,6.

On suppose que l'action de l'air sur l'ensemble $\{0,1\}$ est modélisée par un torseur glisseur dont l'axe central passe par G. La norme de la résultante de ce torseur est définie par : $\frac{1}{2} \rho C_x S V^2$ où V représente la vitesse de l'ensemble $\{0,1\}$ par rapport au sol.

La masse volumique de l'air est $\rho=1,2\text{kg/m}^3$. La surface frontale S de l'ensemble $\{0,1\}$ est évaluée à $0,75\text{m}^2$.

Le coefficient de pénétration dans l'air (ou de traînée) C_x est estimé à 1.

QUESTION

1- Dans le cas où il y a roulement sans glissement aux points de contact J et H, déterminer la relation définissant le couple C_1 fonction de $\dot{y}, \ddot{y}, m_0, m_1, m_2, m_3, g, I_2, I_3, S, C_x, \rho$ et R_{roue} .

Application numérique : l'accélération de l'ensemble est égale à $0,5\text{m/s}^2$. La masse totale du vélo est de 28kg, celle du cycliste de 80kg. Le diamètre des roues est égal à 650mm. On prend $g=10\text{m/s}^2$.

$\gamma=2^\circ ; L=1150\text{mm} ; m_2=1,8\text{kg} ; m_3=0,5\text{kg}$. On pose $I_i = m_i \cdot R_{roue}^2$ $i=2$ ou 3

2- Donner la relation littérale traduisant la condition de non glissement en J en fonction des paramètres. Vérifier cette relation avec les données numériques données ci-dessus.

