

Activation



TD – Véhicule TIM

Florestan Mathurin

Savoirs et compétences :

L'éco-marathon SHELL est une compétition relative à la consommation énergétique des moyens de propulsion automobile. Les concurrents doivent concevoir et piloter leur véhicule sur une distance fixée avec une vitesse minimale imposée. Les candidats sont ensuite classés en fonction de la consommation de leur véhicule, exprimée en « kilomètre par litre » de carburant. L'étude sur ce sujet, issue d'un projet élaboré par l'équipe T.I.M. de l'INSA Toulouse, a pour objet de quantifier les effets résistants et dissipatifs que sont la résistance au roulement et les actions aérodynamiques sur les performances de leur véhicule. Les effets inertiels étant plutôt quantifiés numériquement au niveau de la conception assistée par ordinateur du véhicule.

Détermination expérimentale du coefficient de résistance au roulement

Le principe est présenté sur la figure 1. On place 2 roues lestées sur un dispositif inclinable. On considère ensuite que l'angle d'inclinaison minimum de la pente, où il y a début du mouvement des roues, est représentatif de la résistance au roulement. L'ensemble des 2 roues lestées peut être assimilé à un solide 1 représenté sur la figure 1, de masse m , de rayon R et de centre de masse G .

L'accélération de la pesanteur \vec{g} tel que $\vec{g} = -g\vec{z}_0$.

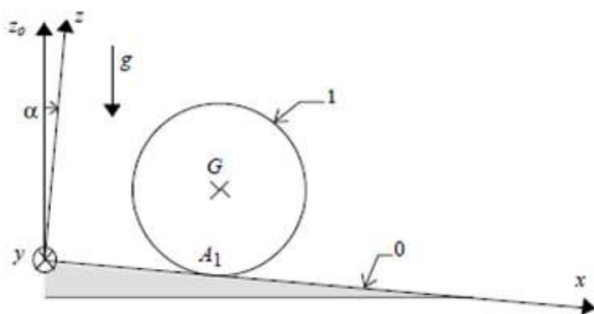


Figure 1

L'action de contact entre l'ensemble des roues 1 et le plan 0, incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale, est modélisé comme un contact ponctuel avec frottement où Figure 1 l'on tient compte de la résistance au roulement.

Cette action de contact peut s'écrire : $\{\mathcal{T}(0 \rightarrow 1)\} = \left\{ \begin{array}{l} -T_{01}\vec{x} + N_{01}\vec{z} \\ -C_r\vec{y} \end{array} \right\}_{A_1}$ où C_r représente le couple de ré-

sistance au roulement qui s'oppose au roulement tel que : $|C_r| = r|N_{01}|$ à la limite de l'équilibre et $|C_r| = r|N_{01}|$ à l'équilibre.

Question 1 Écrire le principe fondamental de la statique appliqué au solide 1 réduit au point G en projection sur la base $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

Correction

Question 2 Déterminer l'expression analytique de l'angle α_{lim} à la limite de l'équilibre quand il y a début du roulement du solide 1 sur le plan 0.

Correction

Pour une masse du solide 1 $m = 50 \text{ kg}$ et pour un rayon $R = 0.25 \text{ m}$ le roulement se produit à partir d'un angle α_{lim} tel que $\tan \alpha_{\text{lim}} = 0,008$.

Question 3 Déterminer le coefficient de résistance au roulement r .

Correction

Question 4 Au début du roulement, montrer qu'il ne peut pas y avoir glissement en A_1 si le coefficient de frottement au contact vaut $f = 0,5$.

Correction

Modélisation du véhicule

L'objectif est d'établir un modèle analytique du véhicule, lors d'une phase de roulement sans glissement sur une ligne droite inclinée d'un angle α , en l'absence de vent. En adoptant des conditions particulières d'essai, il sera possible d'identifier précisément, grâce à ce modèle, les actions aérodynamiques.

L'accélération de la pesanteur \vec{g} telle que $\vec{g} = -g\vec{z}_0$. Le modèle est donné figure suivante. On considère que le véhicule se déplace sur une pente inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Le véhicule est constitué :

- d'un châssis avec son pilote : solide 1 de centre d'inertie G , de masse M en translation par rapport au repère galiléen R avec $\vec{OG} = x\vec{x} + R\vec{z}$.

- de deux roues avant : solide 23 de centre d'inertie O_{23} , de masse $2m$, de rayon R , dont le moment d'inertie par rapport à l'axe (O_{23}, \vec{y}) sera noté $2I$. Le solide 23 est en liaison pivot sans frottement par rapport au châssis 1 d'axe (O_{23}, \vec{y}) caractérisé par le paramètre θ_{23} .
- d'une roue arrière motrice : solide 4 de centre d'inertie O_4 , de masse m , de rayon R , dont le moment

d'inertie par rapport à l'axe (O_4, \vec{y}) sera noté I . Le solide 4 est en liaison pivot sans frottement par rapport au châssis 1 d'axe (O_4, \vec{y}) caractérisé par le paramètre θ_4 ;

- un moteur d'entraînement du véhicule dont le corps est solidaire du châssis 1 exerce sur la roue 4 un couple moteur noté $C_m \vec{y}$.

*