

Mécanique – TD3 : Véhicule à roues

Exercice 1 : Véhicule avec les roues bloquées

Pour se convaincre de l'utilité des roues...

On considère un véhicule à roues de 500kg non motorisé se déplaçant à vitesse $\vec{V} = V \cdot \vec{u}_x$ constante. Les roues sont bloquées, le coefficient de frottement dynamique entre roues et sol étant $f = 0,5$.

1. Dessiner les forces s'exerçant sur le véhicule.
2. Calculer la force motrice nécessaire à faire avancer le véhicule.

Exercice 2 : Véhicule non motorisé en pente

Pour aller un peu plus loin que le cours sur le véhicule tracté

On considère un véhicule à roues non motorisé montant à vitesse $\vec{V} = V \cdot \vec{u}_x$ constante le long d'une pente faisant un angle α avec l'horizontale. Les roues roulent sans glissement, le coefficient de frottement statique entre roues et sol étant f_0 . Les liaisons pivots des roues sont parfaites.

1. Dessiner les forces s'exerçant sur le véhicule.
2. Calculer la force motrice nécessaire pour faire avancer le véhicule.
3. Existe-t-il un risque de glissement des roues ?

Exercice 3 : Véhicule non motorisé en pente, quel intervalle acceptable pour le couple moteur ?

Comprendre le principe de la transmission par chaîne, démultiplication des couples

Compléter l'étude du cours à l'aide d'une situation plus complexe



On considère un cycliste sur un vélo (masse totale M) grim pant une pente faisant un angle α avec l'horizontale à vitesse $\vec{V} = V \cdot \vec{u}_x$ constante. Les roues roulent sans glissement, le coefficient de frottement statique entre roues et sol étant f_0 . Les liaisons pivots des roues sont parfaites. Le cycliste exerce sur les pédales un couple Γ_c . Les roues sont de rayons R . Le plateau du vélo comporte 42 dents, le pignon 21 dents (le rayon de ce dernier est deux fois plus petit). On dit que le braquet est de 2. Le pignon est solidaire de la roue arrière.

On appelle « partie supérieure de la chaîne » la zone située entre les deux ronds rouges sur la photo. Par construction, seule cette partie de la chaîne est tendue. Tous les autres maillons n'exercent aucune force les uns sur les autres.

En particulier, le premier maillon en contact avec le plateau (entouré en rouge sur la droite de la photo) interagit avec son voisin de gauche. Les autres chaînons en contact avec le plateau ne sont pas tendus.

De manière identique, le premier maillon en contact avec le pignon (entouré en rouge sur la gauche de la photo) interagit avec son voisin de droite. Les autres chaînons en contact avec les pignons ne sont pas tendus.

1. A quelle vitesse angulaire tourne les deux roues ?
2. Expliquer pourquoi le pignon tourne deux fois plus vite que le plateau.
3. Dans le référentiel lié au vélo, appliquer le TQM à la partie supérieure de la chaîne.
Dans le référentiel lié au vélo, appliquer le TMC au plateau.
En déduire le couple exercée par la chaîne sur la roue arrière.
4. En appliquant le TQM au système {vélo + cycliste}, ainsi que le TMC à chacune des roues du vélo, expliquer pourquoi une diminution du braquet fait diminuer le couple Γ_c à exercer sur les pédales. Expliquer l'intérêt de l'utilisation conjointe du petit plateau et du grand pignon pour gravir une côte à vélo.
5. Exprimer la puissance fournie par le cycliste au plateau. Exprimer la puissance fournie au pignon par la chaîne. Interpréter physiquement le résultat.

6. Les réactions normales N_{avant} et $N_{arriere}$ de la route sur les roues vérifient (admis):

$$N_{avant} - N_{arriere} = \Gamma_c / a$$

où a est la distance horizontale entre le centre de masse du système {cycliste+vélo} et l'axe de la roue arrière (ou de la roue avant, distances supposés égales).

Quel est le couple maximal que le cycliste peut appliquer avant que la roue arrière ne glisse ?