

Série 5

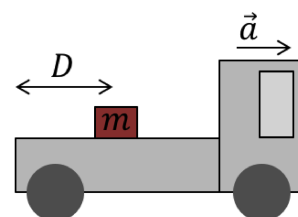
Exercice S5E1* (10 min) : Le jouet

Un enfant tire à l'aide d'une corde un jouet de masse m . Le jouet, dont les roues sont bloquées, ne peut pas rouler mais glisse sur le sol horizontal avec un coefficient de frottements sec dynamique μ_d et à vitesse constante \vec{v} . L'angle que fait la corde avec le sol est noté α . Exprimez la norme $\|\vec{F}_e\|$ de la force avec laquelle l'enfant tire le jouet.



Exercice S5E2** (30 min) : Le paquet perdu (extrait examen)

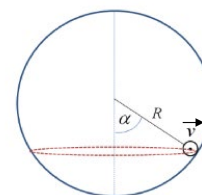
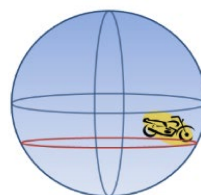
Un camion démarre à vitesse nulle et accélère uniformément pour atteindre la vitesse v_0 en un temps t_0 . Un paquet de masse m repose sur la remorque sans être attaché. Il est situé à la distance D du bord de la remorque. Quand le camion démarre, le paquet se met à glisser vers l'arrière de la remorque avec un coefficient de frottement sec dynamique μ_d .



- Faites un schéma dans un repère lié au sol des différentes forces qui s'exercent sur le paquet.
- Calculez l'accélération horizontale du paquet dans le référentiel lié au sol.
- Déterminez le temps mis par le paquet pour atteindre le bord de la remorque et tomber.

Exercice S5E3** (30 min) : La boule de la mort (extrait examen)

Une attraction rencontrée parfois dans les fêtes foraines consiste pour un motard à entrer dans une « cage » sphérique et à tourner circulairement de plus en plus vite. Au début de la rotation, le motard se trouve dans le bas de la sphère, puis, à mesure que sa vitesse augmente, il « monte ». Il peut ainsi atteindre le milieu de la sphère. Dans cette situation, le corps du motard est presque à l'horizontale ($\alpha \sim 90^\circ$).





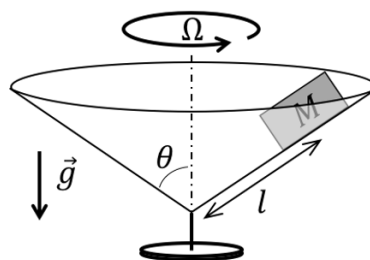
Soit une cage sphérique de rayon R et un motard (sur sa moto) que l'on considère comme un point matériel de masse m . Il se trouve dans un champ de pesanteur \vec{g} . Les roues de la moto roulent sans glissement. Pour la résolution de cet exercice, on négligera la force de frottement dans un premier temps. Comme cela n'est pas physique (le roulement sans glissement impose une force de frottement), le calcul avec une force de frottement sera présenté dans la correction.



- Calculez la vitesse v du motard en fonction de l'angle α (cf. figure) correspondant à une situation d'équilibre (le mouvement est circulaire uniforme dans un plan et il ne tombe pas).
- En s'appuyant sur un schéma où on indiquera les forces, montrez sans calcul que α ne peut pas être supérieur ou égal à 90° pour que le motard puisse se maintenir en équilibre et ne pas tomber.

Exercice S5E4** (30 min) : Stabilité dans un cône (extrait examen)

Un cube de masse M est placé dans un cône de demi-angle au sommet θ comme illustré sur la figure ci-contre. Le cube est à la distance l du sommet du cône. Le cube est dans le champ de pesanteur \vec{g} et il est soumis à une force de frottement sec de coefficient μ avec la surface du cône. Dans ce qui suit, on considérera le cube comme un point matériel.





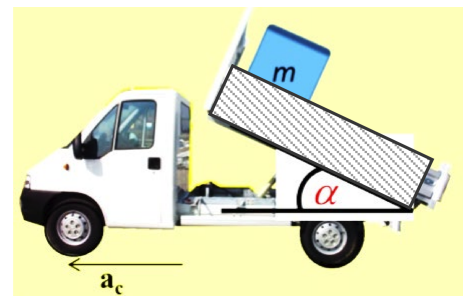
- a) Dans un premier temps, le cône ne tourne pas. Montrez que la condition pour que le cube ne glisse pas est $\theta > \theta_{\text{lim}}$. Exprimez θ_{lim} en fonction du coefficient de frottement μ . μ représente-t-il ici le coefficient de frottement dynamique ou statique ?
- b) Le cône, avec $\theta > \theta_{\text{lim}}$, est ensuite mis en rotation à la vitesse angulaire Ω constante (voir schéma). On observe que le cube se met à glisser vers le haut si Ω dépasse une valeur Ω_{lim} . Exprimez Ω_{lim} en fonction de μ, g, l et θ .

* * * * *

Exercices supplémentaires

Exercice S5ES1** (30 min) : Le camionneur

Un camionneur a oublié de redescendre la benne de son camion. Celle-ci fait un angle α avec l'horizontale (cf. schéma). Un paquet de masse m , initialement immobile grâce à la force de frottement sec, se trouve en haut de la benne (on note μ_s et μ_d les coefficients de frottement statique et dynamique).



- a) Déterminez l'angle limite α , lorsque le camion est à l'arrêt, pour que le paquet ne glisse pas.
- b) On suppose que l'angle α est inférieur à l'angle limite. Déterminez la norme minimale de l'accélération horizontale a_c du camion nécessaire pour que le paquet se mette en mouvement par rapport à la benne (décrochage du paquet). On suppose que le paquet reste toujours en contact avec la benne.

Exercice S5ES2** (25 min) : Bloc sur plan incliné

Un petit bloc de masse m est placé sur le côté pentu d'un bloc triangulaire de masse M lui-même posé sur une table horizontale. Dans la suite de cet exercice, on suppose qu'il n'y a aucun frottement sur ces surfaces. Déterminez la force \vec{F} qu'il faut exercer sur le système du bloc triangulaire noté $\{M\}$ pour que le petit bloc $\{m\}$ garde une position fixe par rapport au bloc triangulaire, c'est-à-dire qu'il ne glisse pas le long de la pente.

