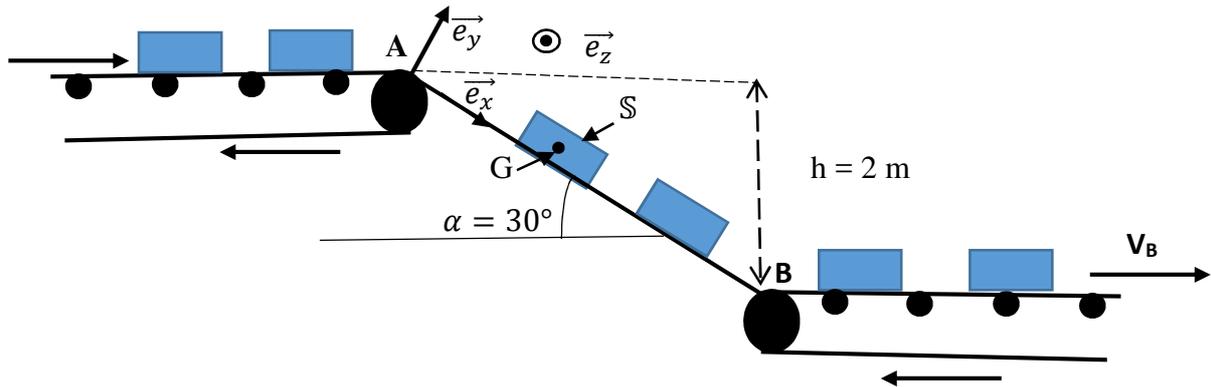


# TD 3 : LOIS DU FROTTEMENT SOLIDE

## Exercice 1 : Au tri postal

On étudie un convoyeur à colis présent dans un centre de tri postal. Les colis sont déchargés depuis un tapis roulant se déplaçant à la vitesse  $V_A = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Le colis glisse ensuite sur un plan incliné d'angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontal ; le coefficient de frottement entre les colis et le plan incliné est  $f = 0,5$ . Les colis arrivent en B avec une vitesse  $V_B$  qui doit, dans le cas d'un fonctionnement normal, être égale à la vitesse du second tapis roulant. Le référentiel  $\mathcal{R}_g (A; \vec{e}_x, \vec{e}_y, \vec{e}_z)$  est supposé galiléen.

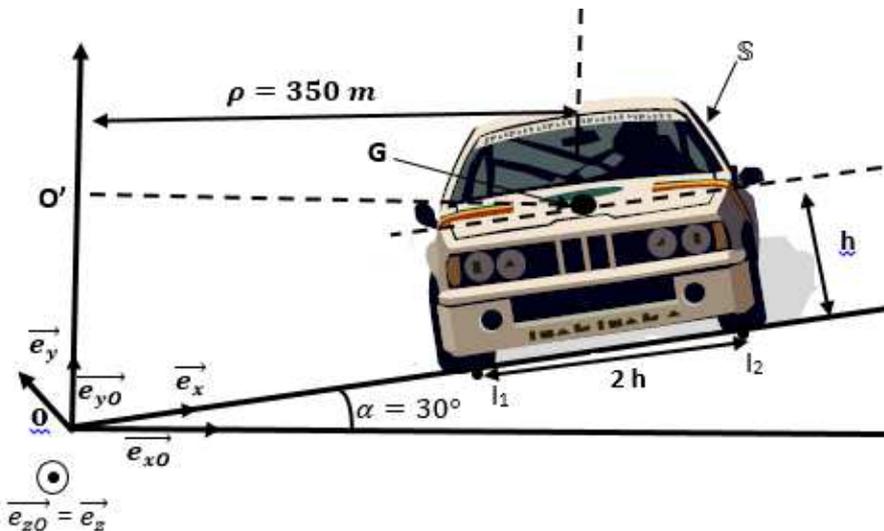
$V_A = 1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$



Déterminer la vitesse  $V_B$  du second tapis roulant assurant le fonctionnement correct de l'ensemble.

## Exercice 2 : Voiture de course

Une voiture de course S de masse M, de centre de masse G prend un virage de rayon constant  $\rho$  à une vitesse V constante ; la chaussée est relevée dans le virage (d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale) et le coefficient de frottement entre les pneus (en  $I_1$  et  $I_2$ ) et le sol est  $f = 0,8$ .



Le référentiel  $\mathcal{R}_O (O; \vec{e}_{x0}; \vec{e}_{y0}; \vec{e}_{z0})$  est supposé galiléen. Données ;  $h = 1 \text{ m}$  ;  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

1) Déterminer les trois relations qui existent entre les inconnus de liaison au niveau du sol (en  $I_1$  et  $I_2$ ).

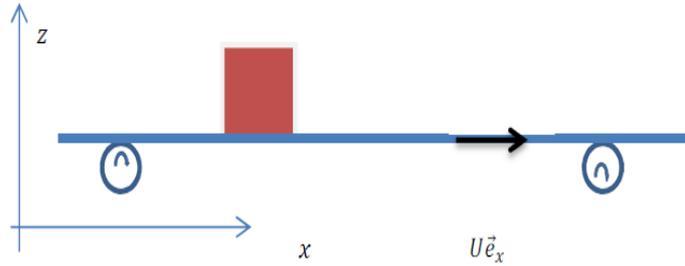
2) Sachant que l'adhérence est mobilisée de la même façon en  $I_1$  et  $I_2$  c'est-à-dire  $\frac{T_1}{N_1} = \frac{T_2}{N_2}$ , donner les expressions des inconnues de liaison en  $I_1$  et  $I_2$ .

3) Déterminer la plage de vitesse qui permet à la voiture de ne pas déraper et de ne pas renverser dans le virage.

**Exercice 3 : Cube sur tapis roulant**

Un cube de masse  $m$  est posé, à  $t = 0$ , sans vitesse initiale par rapport au sol sur un tapis roulant, horizontal, qui a un mouvement de translation rectiligne uniforme par rapport au sol à la vitesse  $U\vec{e}_x$ .

Le coefficient de frottement dynamique de glissement entre le cube et le tapis roulant est noté  $f$ .



1. Déterminer la vitesse de glissement du cube par rapport au tapis à l'instant à  $t = 0$ .
2. Déterminer la vitesse  $v(t)$  du cube dans le référentiel du sol pendant la phase de glissement.
3. Déterminer l'instant  $t_0$  de fin de glissement.
4. Déterminer  $v(t)$  pour  $t > t_0$ .
5. Déterminer l'énergie dissipée par frottement dans la phase de glissement.
6. En déduire le travail fourni par le moteur.

**Exercice 4 Expérience permettant la mesure d'un coefficient de frottement**

Une masse  $M_1$  est mobile sur un plan horizontal avec un coefficient de frottement  $f$ . Elle est reliée, par l'intermédiaire d'un fil inextensible et sans masse et d'une poulie sans frottements et d'inertie négligeable, à une masse  $M_2$  ; cette masse  $M_2$  est lâchée sans vitesse initiale d'une hauteur  $h$  au-dessus du sol qui limite sa chute ( $M_2 > f M_1$ ).

On désigne par  $h+d$  la distance parcourue par  $M_1$  sur le plan horizontal avant de s'arrêter. Le but de l'exercice est de relier le coefficient de frottement  $f$  aux distances  $h$  et  $d$  facilement mesurables.

1. Analyser qualitativement le mouvement des deux masses. Montrer en particulier qu'il peut se décomposer en deux phases distinctes.

2. Au cours de la première phase, le fil reste tendu et on note  $F$  le module de la tension du fil identique en tout point du fil.

2.1. Quelle relation simple existe-t-il entre la vitesse horizontale de la masse  $M_1$  et la vitesse verticale de la masse  $M_2$  ?

2.2. Ecrire le théorème de la quantité de mouvement pour chaque masse. Déterminer l'accélération, la vitesse et l'abscisse  $x_1$  de la masse  $M_1$  en fonction du temps. En déduire la nature du mouvement ?

2.3. Calculer la vitesse  $v_0$  de la masse  $M_1$  lorsque la masse  $M_2$  atteint le sol.

3. Au cours de la seconde phase, seule la masse  $M_1$  est en mouvement. Calculer son accélération linéaire.

4. Déduire une relation entre  $f, h, d, M_1$  et  $M_2$ .

5 On peut également déterminer le coefficient de frottement  $f$  en procédant de la façon suivante :

5.1. En calculant l'énergie cinétique acquise par  $S$  dans la première phase du mouvement (c'est-à-dire sur le parcours de longueur  $h$ ).

5.2. En déduire la relation entre  $h$  et  $d$ .

5.3. Exprimer  $f$  en fonction de  $d, h$  et du rapport  $\frac{M_1}{M_2}$ .

