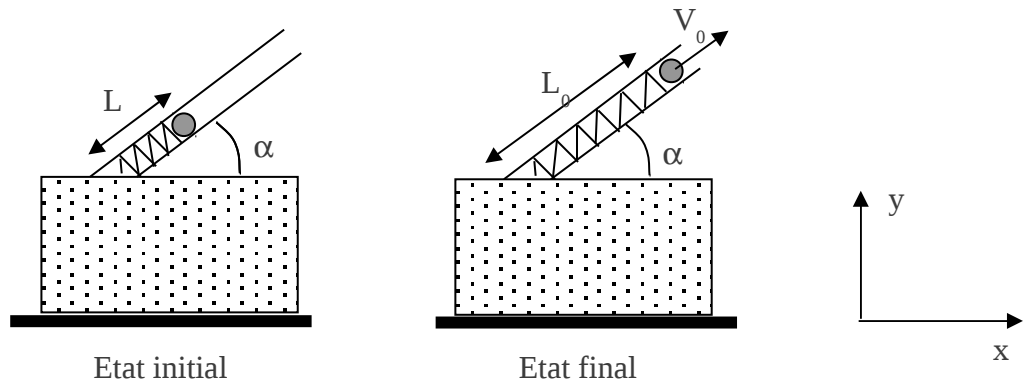


L1 MP&SM – Partiel de Mécanique - 16 Novembre 2009 –

**Exercice 1.**

Un canon à ressort, incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale, est solidaire d'un bloc. On note  $M$  la masse totale du bloc et du canon. Le bloc peut glisser **sans aucun frottement** sur le plan horizontal. Dans l'état initial, une bille de masse  $m$  est placée contre l'extrémité libre du ressort comprimé, et l'ensemble est immobile. On libère le ressort, et l'instant où la bille quitte l'extrémité libre du ressort avec le vecteur vitesse **oblique**  $V_0$ , définit l'état final.

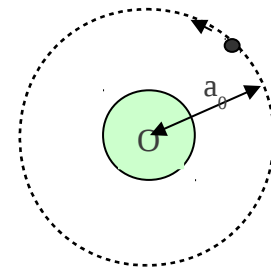


- On considère le **système** constitué par le bloc, le canon à ressort et la bille. Dessiner et définir toutes les forces **intérieures** et **extérieures** s'exerçant sur ce système.
- Que pouvez-vous en déduire quant à la coordonnée horizontale de la quantité de mouvement du système. Quelle conséquence en tirez-vous pour l'état final ? Compléter le schéma représentant l'état final.
- On note  $k$  la constante de raideur du ressort. Etablir l'expression du module  $V_0$  de la vitesse de la bille dans l'état final.

**Exercice 2.**

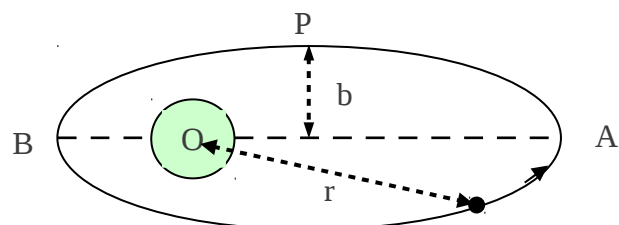
**Partie A.**

Un satellite de masse  $m$  décrit une orbite circulaire de rayon  $a_0$  autour de la Terre dont le centre est noté  $O$ . On suppose que ce satellite est soumis à la seule force gravitationnelle terrestre. On note  $C=GM_{TM}$ .



- Dessiner et donner l'expression du **vecteur** force qui s'exerce sur le satellite.  
Quelle est l'expression du **module** de cette force ?  
En déduire la dimension de la constante universelle  $G$ .
- Quelles sont les propriétés de cette force et qu'en résulte-t-il pour le mouvement du satellite ?
- Quelle est l'expression de l'énergie  $E_0$  du satellite ?  
Quelle est l'expression du module  $V_0$  de la vitesse du satellite ?
- En déduire l'expression de la période  $T_0$  du satellite sur cette orbite circulaire
- Trouver l'expression de  $T_0^2/a_0^3$ .

**Partie B.**



Ce satellite décrit maintenant autour de la Terre une orbite elliptique de grand axe  $AB=2a$ . La position du satellite est repérée par sa distance  $r$  au centre  $O$  de la Terre, qui définit un des foyers de l'ellipse.

a) Quelle est l'expression de l'énergie  $E_1$  du satellite ?

b) On définit  $OA=3a/2$ . Quelle est l'expression du module  $V_A$  de la vitesse du satellite en ce point ?

Quelle est l'expression du module  $J$  du moment angulaire du satellite ?

c) On définit le point  $P$  comme une des extrémités du petit axe de l'ellipse : en ce point le vecteur vitesse du satellite est **horizontal**. Sachant que  $OP=a$ , établir l'expression du module  $V_P$  de la vitesse du satellite en ce point ?

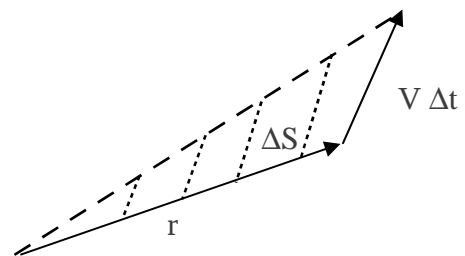
On note  $\theta_P$  l'angle que fait le vecteur vitesse au point  $P$  avec la direction  $OP$ . Trouver l'expression de  $\sin\theta_P$ .

En déduire l'expression de  $b$ , demi petit axe de l'ellipse.

d) Etablir la loi des aires :  $\Delta S=(J/2m)\Delta t$ .

e) Sachant que la surface d'une ellipse s'exprime en fonction de la longueur de ses demi-axes suivant l'expression  $S=\pi ab$ , trouver l'expression de la période  $T_1$  du satellite sur cette orbite elliptique.

En déduire l'expression de  $T_1^2/a^3$ .



### Exercice 3.

Un **chariot** est constitué par un bloc de masse  $M$  monté sur **quatre** roues identiques, chacune assimilable à un cylindre de rayon  $r$  et de masse  $m$ . L'ensemble est placé sur un plan incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontale. On note  $\mu_s$  le coefficient de frottement statique entre les roues et le plan incliné.

a) Dessiner et définir toutes les forces s'exerçant sur le **chariot**.

b) On note  $a$  le module du vecteur accélération. Dessiner ce vecteur. Ecrire l'équation définissant le mouvement de translation du chariot.

c) Etude du mouvement de rotation d'une roue. Représenter les forces s'exerçant sur une roue. Définir et dessiner leur moment  $\Gamma$ , par rapport au centre  $O$ .

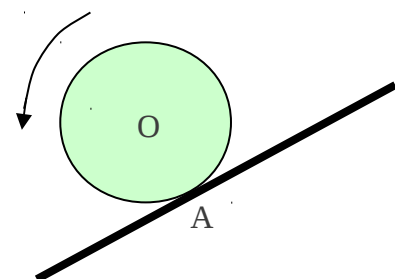
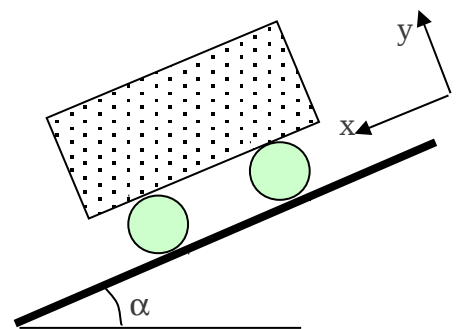
Représenter le vecteur moment angulaire de cette roue et écrire l'expression de son module.

Ecrire l'équation définissant le mouvement de rotation d'une roue.

Dans le cas où la roue **roule sans glisser** exprimer le module  $f$  de la force de frottement en fonction de  $I$ ,  $a$  et  $r$ .

d) En déduire l'expression du module  $a$  du vecteur accélération du chariot. Vérifier l'homogénéité de votre expression. Le moment d'inertie d'une roue est défini par  $I=1/2mr^2$  et l'on donne  $m=M/12$ . Ecrire l'expression de  $a$  en fonction de  $g$  et de  $\alpha$ .

e) Dans le cas d'un roulement sans glissement, quelle est la nature de la force de frottement.



Pour quelles valeurs de l'angle  $\alpha$  observe-t-on le roulement sans glissement ?