

# TD Changement de référentiel

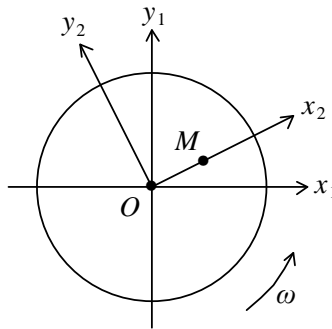
## • Aspects cinématiques

### Exercice 1 : Mouvement radial sur un plateau tournant

On considère un plateau horizontal tournant (manège par exemple), avec une vitesse angulaire  $\omega$  constante, autour d'un axe vertical ( $Oz_1$ ) fixe par rapport au référentiel terrestre  $R_1$ . On notera  $R_2$  le référentiel lié au plateau ; les axes ( $Oz_1$ ) et ( $Oz_2$ ) sont confondus.

Un mobile ponctuel  $M$  décrit à vitesse constante  $\vec{v}(M)_{R_2} = v\vec{e}_{x_2}$  l'axe ( $Ox_2$ ) du référentiel  $R_2$ .

On note  $\vec{OM} = x_2\vec{e}_{x_2}$ .



1) Exprimer  $\vec{v}(M)_{R_1}$  dans la base  $(\vec{e}_{x_2}, \vec{e}_{y_2})$  en utilisant deux méthodes :

- Calcul direct à partir de  $\vec{OM}$
- Loi de composition des vitesses

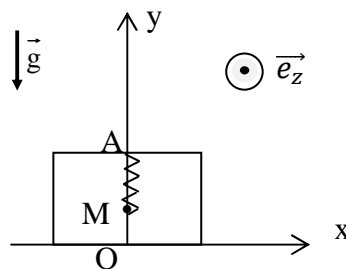
2) Déterminer  $\vec{a}(M)_{R_1}$  dans la base  $(\vec{e}_{x_2}, \vec{e}_{y_2})$  en utilisant deux méthodes :

- Calcul direct à partir de  $\vec{v}(M)_{R_1}$
- Loi de composition des accélérations

## • Aspects dynamiques

### Exercice 2 : Ascenseur

Un point matériel  $M$  (masse  $m$ ) est suspendu à un ressort (raideur  $k$ , longueur à vide  $l_0$ ) accroché au plafond d'un ascenseur en A.



A) L'ascenseur est initialement au repos dans le référentiel terrestre  $R_T$  ( $O, Ox, Oy, Oz$ ) et  $M$  à l'équilibre. Déterminer la longueur  $l$  du ressort.

**B)** L'ascenseur se met en mouvement. Son mouvement dans le référentiel terrestre se décompose en 3 phases.

- L'ascenseur démarre et son accélération dans  $R_T$  est constante, verticale ascendante :  $\vec{a}_A = a_A \vec{e}_y$  avec  $a_A > 0$ .
- L'ascenseur est animé d'une vitesse constante verticale dans  $R_T$ .
- L'ascenseur s'arrête et son accélération est opposée à celle de la phase 1.

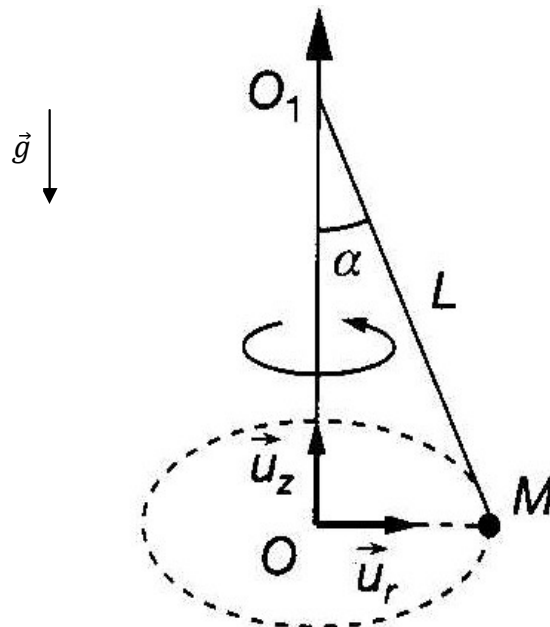
**Déterminer dans les 3 phases la longueur du ressort en équilibre dans l'ascenseur par rapport à sa longueur à vide. Conclusion ?**

### Exercice 3 : Etude du pendule conique

Un point matériel M (masse m) est suspendu à un fil inextensible (longueur  $O_1M = L$ , masse négligeable) attaché en un point fixe  $O_1$  d'un axe (Oz).

Le point M est astreint à tourner autour de l'axe vertical (Oz) à la vitesse angulaire constante  $\omega$  par rapport à un référentiel supposé galiléen (référentiel terrestre).

Le fil est alors incliné d'un angle constant  $\alpha$  par rapport à l'axe (Oz) et le point M décrit un cercle de centre O et de rayon  $OM = L \sin \alpha$ .



- 1) Le référentiel lié au pendule est-il galiléen ? Justifier.
- 2) En appliquant le principe fondamental de la dynamique au point M dans le référentiel du pendule, déterminer l'angle d'inclinaison constant  $\alpha$  en fonction de  $L$ ,  $\omega$  et du champ de pesanteur  $g$ .
- 3) Quelle est la condition sur  $\omega$  pour que le pendule en rotation s'écarte de l'axe (Oz) ?
- 4) Exprimer la norme T de la tension du fil en fonction de m, L et  $\omega$ .
- 5) Retrouver l'expression de  $\alpha$  en appliquant le théorème du moment cinétique au point M en  $O_1$  dans le référentiel du pendule.

Remarque : On constate que la détermination de l'angle peut se faire par différentes méthodes (PFD, TMC) dans des référentiels différents (voir l'exo 3 du TD moment cinétique pour le référentiel galiléen). Toutes ces méthodes sont équivalentes, seule change la manière d'envisager la résolution.