

Série 14 : Référentiels tournants

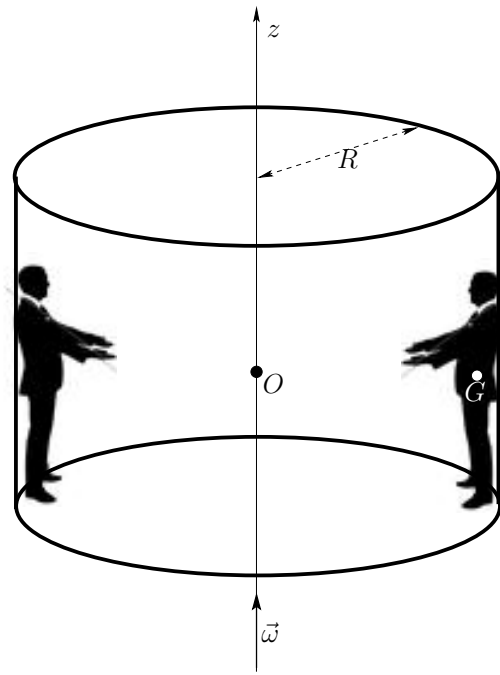
Question conceptuelle

Vous et un ami êtes sur un carrousel en rotation avec un vecteur vitesse angulaire constant, orienté verticalement vers le haut. Vous êtes tous les deux immobiles par rapport au carrousel. Votre ami vous fait face, assis sur un tabouret "tournant". Vous lui demandez d'écarter les bras ... et il le fait. Que voyez-vous alors ? Expliquez ce qui se passe.

1 Le manège à plancher rétractable

Un manège est constitué d'un grand cylindre creux d'axe vertical (Oz) et de rayon R . Des personnes prennent place dans le cylindre, dos plaqué contre la face interne du cylindre et l'ensemble est mis en rotation à la vitesse angulaire $\vec{\omega}$. Lorsque la vitesse de rotation est suffisante, le plancher est retiré et les personnes restent "collées à la paroi".

- Dans le référentiel tournant avec le manège, énumérer les forces exercées sur une personne à l'équilibre dans le manège. Quelle hypothèse sur les forces mises en jeu est nécessaire pour que l'équilibre soit possible ?
- Si on note μ le coefficient de frottement statique avec la paroi, quelle est la vitesse minimale de rotation, ω_{\min} , pour que le plancher puisse être retiré ?

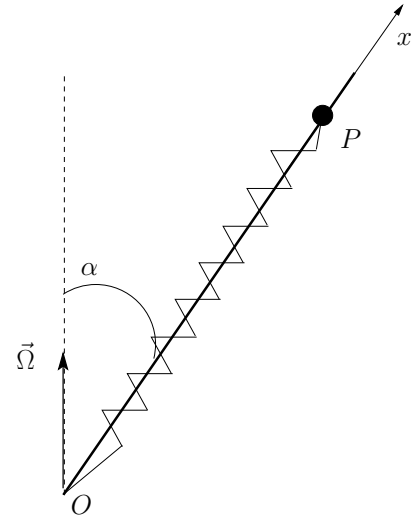


Indication : on fera l'approximation que le centre de masse de chaque personne se trouve à la distance R de l'axe du cylindre.

2 Point matériel dans un référentiel tournant

Un point matériel P , de masse m et soumis à la pesanteur, peut coulisser sans frottement sur une tige T , d'extrémité O et formant un angle α avec la verticale. La tige tourne autour de l'axe vertical à la vitesse angulaire $\vec{\Omega}$ constante. Le point P est attaché à l'extrémité d'un ressort, de longueur à vide l_0 et de raideur k , enfilé sur la tige et dont l'autre extrémité est fixée en O . La position du point P est repérée par sa coordonnée $x(t)$ mesurée sur la tige par rapport au point O .

- a) Dans le référentiel lié à la tige, énumérer les forces exercées sur le point P , et écrire l'équation du mouvement selon x . A quel type de mouvement correspond cette équation ?
- b) Montrer qu'il existe une position d'équilibre x_{eq} du point P sur la tige, et calculer cette position. Que vaut la position d'équilibre dans les cas limites suivants : $k \rightarrow \infty$, $\Omega = 0$, et $\alpha = \pi/2$.



3 Pendule dans un référentiel tournant

(Exercice non traité pendant la séance)

Un pendule est formé d'un point matériel P de poids $m\vec{g}$ et d'un fil sans masse de longueur L . Le pendule est astreint à osciller dans un plan vertical, qui tourne autour d'un axe vertical fixe du plan, à vitesse angulaire $\vec{\omega}$ constante dans un référentiel d'inertie lié au repère $Ox_1x_2x_3$ (voir figure). Le pendule est attaché en un point A du plan vertical à une distance R de l'axe de rotation. Pour décrire le système, on se place dans un référentiel tournant lié à un repère $Axyz$ (voir figure) dans lequel on utilise les coordonnées cylindriques ρ, ϕ, z .

- a) Enumérer les forces qui s'appliquent sur le point matériel P .
- b) Ecrire les équations du mouvement dans le référentiel.

