Université Cadi Ayyad
Faculté des Sciences
Semlalia-Marrakech
Département de Physique

Année Universitaire 2014/2015

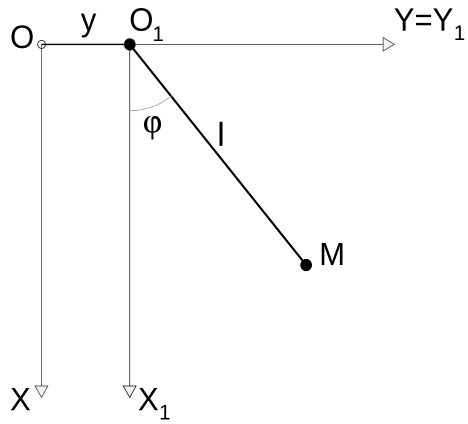
Module de Mécanique du Point Matériel
Série N° 2
Filières SMA/SMC/SMP

# Exercice 1 : Flocons de neige

Le passager d'une voiture observe que la neige tombe en formant un angle de 80° par rapport à la verticale lorsque celui-ci roule à une vitesse de 110 km h $^{-1}$. Lorsque la voiture s'arrête au feu rouge, le passager regarde la neige tomber et constate que celle-ci tombe verticalement. Calculer la vitesse de la neige par rapport au sol puis par rapport à la voiture qui roule à 110 km h $^{-1}$.

# Exercice 2 : Pendule en mouvement

On considère un point matériel $M$ suspendu à un fil inextensible de longueur $l$. Le point de suspension $O_1$ du pendule ainsi formé est en mouvement dans le référentiel $\mathcal{R}(O, XYZ)$ le long de l'axe $OY$. La position de $O_1$ est repérée par $y$. Le mouvement de $M$ a lieu dans le plan $OXY$, voir figure ci-contre. Soit $\mathcal{R}_1(O_1, X_1Y_1Z_1)$ le référentiel d'origine $O_1$ et dont les axes restent constamment parallèles à ceux de $\mathcal{R}$.




**Les expressions finales des grandeurs vectorielles doivent être établies dans la base cartésienne $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ associée à $\mathcal{R}$.**

1. Calculer la vitesse et l'accélération de $M$ dans $\mathcal{R}_1$.
2. Calculer la vitesse d'entrainement, l'accélération d'entrainement et l'accélération de Coriolis en $M$ du mouvement de $\mathcal{R}_1$ par rapport $\mathcal{R}$.
3. En déduire la vitesse et l'accélération de $M$ dans $\mathcal{R}$.

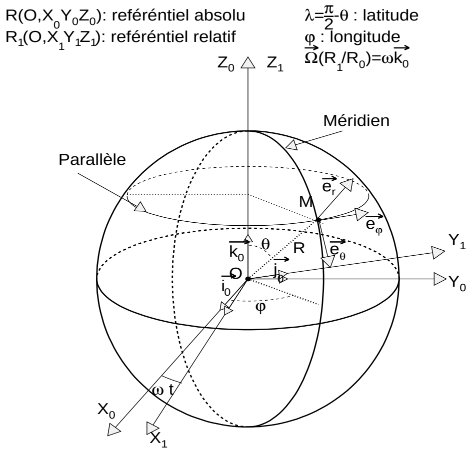
# Exercice 3 : Attachez vos ceintures ...

On se propose dans cet exercice d'étudier le mouvement du vol d'un avion parcourant une ligne rejoignant deux villes se trouvant sur le même méridien

On suppose que l'avion effectue le vol à une hauteur $h$ et à une longitude $\varphi_0$ et ce à une vitesse $v$ constante par rapport à la surface terrestre.
Soit $\mathcal{R}_0(OX_0Y_0Z_0)$ le repère géocentrique et $\mathcal{R}_1(OX_1Y_1Z_1)$ le repère lié à la terre. L'avion est considéré comme un point matériel, que l'on notera $M$, repéré dans $\mathcal{R}_1$ par les angles $\theta$ et $\varphi$, voir figure ci-contre. Soit $R$ le rayon du globe terrestre et $\omega$ sa vitesse angulaire de rotation.

**Exprimer tous les résultats dans la base sphérique $(\vec{e}_r, \vec{e}_\theta, \vec{e}_\varphi)$.**

1. Etablir l'expression de la vitesse de l'avion $\vec{V}(M/\mathcal{R}_1)$. En déduire que $\dot{\theta}$ est constante.
2. Etablir l'expression de l'accélération de l'avion $\vec{\gamma}(M\mathcal{R}_1)$.
3. Quel est le vecteur rotation $\vec{\Omega}(\mathcal{R}_1/\mathcal{R})$ ?
4. Etablir les expressions de la vitesse $\vec{V}(M/\mathcal{R})$ et de l'accélération $\vec{\gamma}(M/\mathcal{R})$. En déduire l'effet de l'accélération de Coriolis et celui de l'accélération d'entrainement sur le mouvement de l'avion.
5. Reprendre l'exercice si l'avion se déplace selon le parallèle de latitude $\lambda_0$.




## Exercice 4 : Arme à l'ancienne

L'une des armes utilisée au Moyen-Âge pour envoyer des charges lourdes contre les murailles était ce que l'on appelle “un trébuchet” ou le catapulte. Il est composé d'une poutre $AB$ à laquelle est fixée un contrepoids en A. En $B$ est attachée une corde au bout de laquelle une poche contient le projectile $M$, voir figure ci-contre.
Soit $\mathcal{R}(Oxyz)$ le repère lié au sol et $\mathcal{R}_B(Ax_1y_1z_1)$ le repère lié à la poutre. Le mouvement a lieu dans le plan $(Oxy)$. La base polaire $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\varphi)$ est liée à $\mathcal{R}_B$. On donne $OB = a$ et $BM = b$.

**Les grandeurs vectorielles doivent être exprimées dans la base polaire $(\vec{e}_\rho, \vec{e}_\theta)$.**

1. Quel est le mouvement de $\mathcal{R}_B$ par rapport à $\mathcal{R}$ ? En déduire le vecteur rotation $\vec{\Omega}(\mathcal{R}_B/\mathcal{R})$.
2. On suppose que la corde $BM$ reste tendue. Etablir l'expression de $\vec{V}(M/\mathcal{R}_B)$.
3. Déterminer le vecteur $\overrightarrow{OM}$ et déduire la vitesse d'entrainement $\vec{V}_e$ en $M$.
4. Le projectile est lâché lorsque $\theta = \pi$ et $\varphi = 0$ ($AOBM$ vertical).

   **a-** Déterminer la vitesse de $M$ dans $\mathcal{R}$, $\vec{V}(M/\mathcal{R})$, en fonction de $a, b, \dot{\varphi}$ et $\dot{\theta}$.

   **b-** Montrer que la vitesse obtenue est plus grande que s'il n'y avait qu'un seul bras rigide de longueur $a + b$.