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

Année Universitaire 2017/2018

Module de physique - Mécanique du Point Matériel
Filière S1 SMA - Série N° 3

Exercice 1 : Référentiel non galiléen

Considérons un point matériel, au repos par rapport à la surface terrestre, de masse m suspendu à une altitude h à la latitude λ et à la longitude φ.
Le référentiel absolu est le référentiel géocentrique $\mathcal{R}_0(O, X_0Y_0Z_0)$, considéré comme galiléen, et le référentiel relatif est le référentiel terrestre lié à la terre $\mathcal{R}_1(O, X_1Y_1Z_1)$, référentiel du laboratoire, en rotation uniforme par rapport à $\mathcal{R}_0$ avec le vecteur rotation $\vec{\Omega}(\mathcal{R}_1/\mathcal{R}_0) = \omega\vec{k}_0$.

1. Rappeler l'expression de la force d'attraction gravitationnelle $\vec{F}_g$ que la terre exerce sur m en fonction de g_0, m, R_T et h.
   Dans la suite, on néglige h devant R_T.
2. Calculer les forces d'inerties associées au mouvement relatif de $\mathcal{R}_1$ par rapport à $\mathcal{R}$.
3. Appliquer le PFD à m dans $\mathcal{R}_1$ et montrer que l'on peut le mettre sous la forme $\vec{T} + m\vec{g} = \vec{0}$ en précisant $g = f(g_0, R_T, \lambda, \omega)$.

   Application numérique : Calculer la déviation $(g - g_0)/g_0$ à <u>Casablanca</u> : latitude $\lambda = 33°34'$ et longitude $\varphi = 7°36'$. Conclure.
   On donne $K_G = 6.67\,10^{-11} Nm^2Kg^{-2}$ *: la constante gravitationnelle,* $R_T = 6.4\,10^3 km$ *: le rayon moyen de la terre et* $M_T = 6.0\,10^{24} Kg$*,* $\omega = 7.27\,10{-}5 rd/s$*,* $g_0 = K_G M_T/R_T^2$*.*

Exercice 2 : Forces de frottement solide

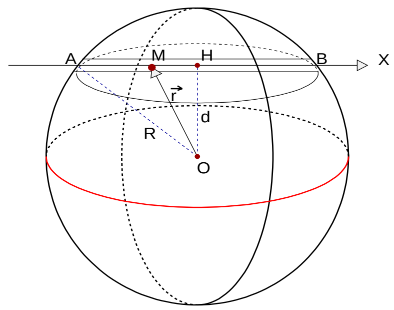
Un automobiliste roule à une vitesse de $V = 70\text{kmh}^{-1}$ et il a freiné. A quelle distance d va-t-il s'arrêter ?
On donne la masse totale de la voiture $M = 2000Kg$ *et* $k_d = 0.6$ *le coefficient de frottement dynamique des pneux.*

Exercice 3 : Tunnel traversant la Terre

Considérons un point matériel situé à l'intérieur de la terre à une distance r de son centre.

1. Montrer que l'attraction gravitationnelle peut se mettre sous la forme $\vec{F} = -mg_0\frac{r}{R_T}\vec{e}_r$. En déduire l'énergie potentielle E_p dont dérive $\vec{F}$. On prend $E_p(r = 0) = 0$.

Soit un tunnel rectiligne AB ne traversant pas O et muni de l'axe HX, voir figure ci-contre. On note $OH = d$. Un véhicule assimilé à un point matériel de masse m glisse sans frottement dans le tunnel. Il part du point A de la surface terrestre sans vitesse intiale. On repère la position du véhicule dans le tunnel par $\overrightarrow{OM} = \overrightarrow{OH} + \overrightarrow{HM} = d\ \vec{k}_0 + \vec{x}$.

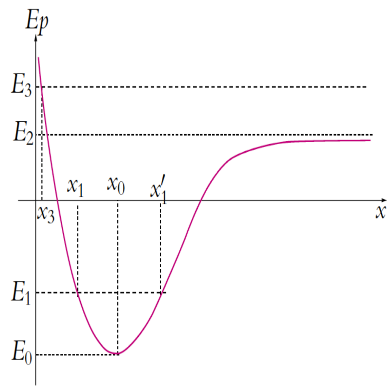


2. Calculer la vitesse du véhicule. En déduire son énergie cinétique.
3. Calculer l'énergie mécanique E_m et montrer qu'elle est constante. Quelle est sa valeur ?
4. Calculer la vitesse maximale du véhicule ?
5. En utilisant le théorème de l'énergie mécanique, établir l'équation différentielle. Résoudre l'équation et montrer que l'équation horaire est donnée par

$$x(t) = -\sqrt{R_T^2 - d^2}\cos\sqrt{\left(\omega^2 + \frac{g_0}{R_T}\right)}t.$$

Exercice 4 : Etats liés et états libres

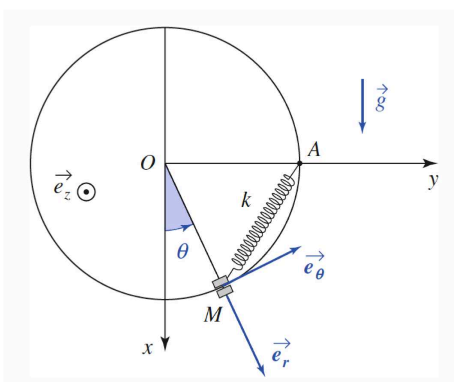
Un point matériel M est assujeti à se déplacer le long de l'axe (Ox) d'un référentiel galiléen. Il est soumis à un champ de force conservative dérivant de l'énergie potentielle $E_p(x)$ dont l'allure des variations en fonction de x est donnée par la figure ci-contre.



1. Décrire la nature du mouvement de M en prenant l'énergie mécanique du système E_m comme paramètre.
2. Que peut-on dire du mouvement de M lorsque $E_m = E_0$? *Indication : faire un développement limité à l'ordre 2 au voisinage de x_0. On pose $k = d^2E_p(x)/dx^2|_{x=x_0}$.*

Exercice 5 : Théorèmes généreaux

Un point matériel M de masse m est astreint à glisser sans frottement sur un cerceau vertical de rayon R et de centre O. M est lié au point A par un ressort de constante de raideur k et de longueur au repos négligeable, voir figure ci-contre.



1. Etablir l'équation du mouvement de M en utilisant : le PFD, le théorème du moment cinétique et le théorème de l'énergie mécanique.
2. Discuter l'existence des positions d'équilibre, leur stabilité et dans l'affirmative la période des petites oscillations au voisinage de l'équilibre.