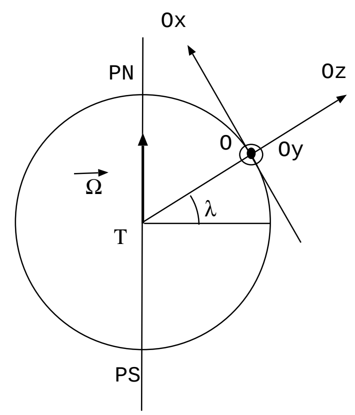
DS 2 DE PHYSIQUE

Le sujet comprend trois exercices de mécanique et des questions d'optique à traiter sur l'annexe. Les exercices sont indépendants, vous pouvez les traiter dans l'ordre de votre choix. Il est demandé de justifier tous les résultats, d'encadrer les résultats et de numéroter vos pages au format i/N où i est le numéro de la page et N le nombre de pages.

I. **Déviation d'un obus**

On étudie le tir d'un obus assimilé à un point matériel M de masse m depuis le point O sur la Terre, à la latitude λ avec une vitesse $\overrightarrow{v_0}$. Le référentiel terrestre est en rotation de vecteur vitesse angulaire $\overrightarrow{\Omega}$ dans le référentiel géocentrique supposé galiléen. On néglige tout frottement exercé sur l'obus.

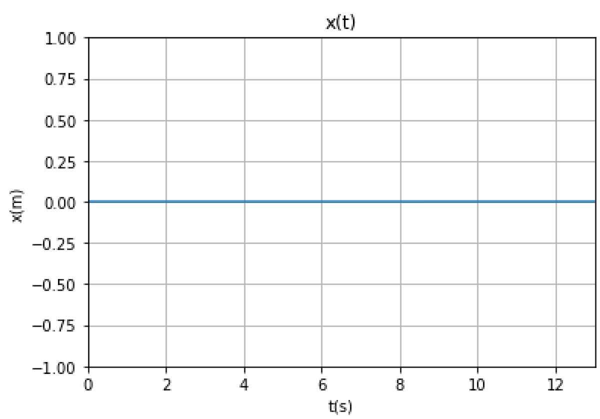
On étudie le mouvement de l'obus dans la base de projection $(\overrightarrow{e_x}, \overrightarrow{e_y}, \overrightarrow{e_z})$ où Oz désigne la verticale ascendante du lieu, Ox est tangente au méridien passant par O dirigé vers le nord et Oy est tangente au parallèle passant par O et dirigé vers l'ouest.

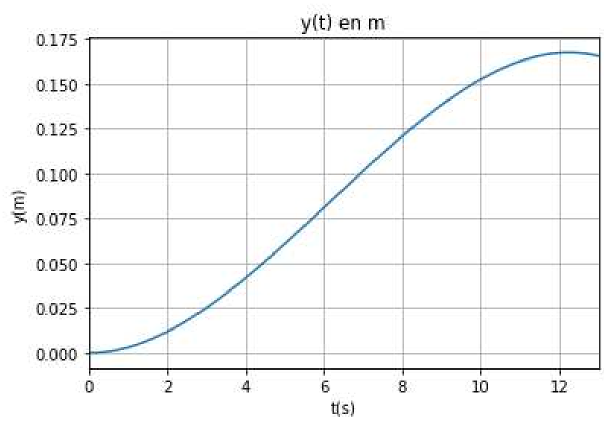


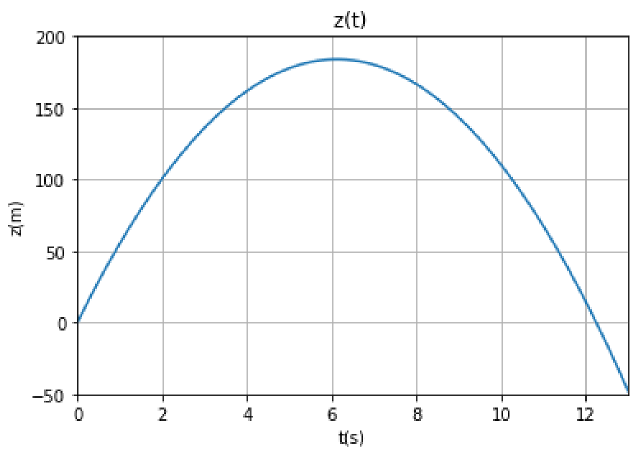
1. Exprimer $\overrightarrow{\Omega}$ dans la base $(\overrightarrow{e_x}, \overrightarrow{e_y}, \overrightarrow{e_z})$ en fonction de λ et Ω, sa norme. Calculer Ω avec chiffres significatifs.

2. Donner la définition du poids d'un corps. On définit le champ de pesanteur par $\overrightarrow{g} = \frac{\overrightarrow{P}}{m}$. En déduire l'expression du champ de pesanteur en O en fonction de λ, Ω, R_T (le rayon de la Terre), $g_0 = \frac{\mathcal{G}M_T}{R_T^2}$ (le champ de gravitation terrestre au niveau du sol) et des vecteurs de la base de projection définie ci-dessus. Exprimer la norme du champ de pesanteur et faire l'application numérique. Données: $R_T = 6370\ km$, $g_0 = 9,81\ m.s^{-2}$, $\lambda = 40^0$. Que peut-on conclure de cette étude?

3. On donne les courbes $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ obtenues par simulation sous python de la trajectoire de l'obus.







Déduire de ces courbes, en justifiant vos réponses:

- la hauteur maximale atteinte par l'obus

- la valeur numérique approchée de sa vitesse initiale v_0 et la direction de $\overrightarrow{v_0}$

- les coordonnées du point d'impact de l'obus lorsqu'il retombe sur le sol en précisant s'il a été dévié du point O, vers le sud, vers le nord, vers l'est ou vers l'est

On désire retrouver les coordonnées du point d'impact par un calcul théorique. La vitesse initiale s'écrit $\overrightarrow{v_0} = v_0\overrightarrow{e_z}$.

4. Dans cette question uniquement, le référentiel terrestre est supposé galiléen. Ecrire la RFD appliquée au point M et en déduire l'expression de $\overrightarrow{v}$, son vecteur vitesse au cours du temps.

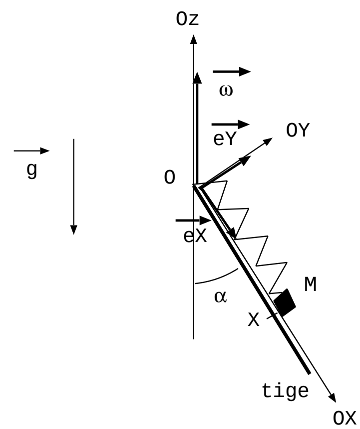
5. On tient compte du caractère non galiléen du référentiel terrestre.

5.a. Exprimer la force d'inertie de Coriolis en supposant que la vitesse a pour expression la vitesse trouvée dans la question précédente. Déduire de la RFD appliquée à l'obus, les équations horaires $x(t)$, $y(t)$ et $z(t)$ de l'obus.

5.b. En déduire les coordonnées du point d'impact et faire l'application numérique pour $v_0 = 60\ m.s^{-1}$ et $\lambda = 40^0$.

II. Ressort en rotation

Une tige se trouve dans le plan vertical et fait un angle α **constant** avec la vertical Oz. Cette tige tourne autour de l'axe vertical Oz à la vitesse angulaire constante ω. Sur cette tige est posé un point matériel M de masse m accroché à un ressort de constante de raideur k et de longueur à vide l_0. On repère la position de M sur la tige par la distance $X = OM$. L'étude est menée dans le référentiel $\mathcal{R}'$ lié à la tige. On note $\mathcal{R}$ le référentiel terrestre supposé galiléen. On néglige tout frottement. On utilise pour les projections dans $\mathcal{R}'$, les axes OX (selon la tige) et OY (perpendiculaire à la tige).



1. Etablir un bilan des forces exercées sur le point matériel M dans le référentiel $\mathcal{R}'$. On suppose que le ressort est étiré et que M se déplace dans la direction $+OX$ sur la tige. Ajouter sur le schéma en annexe 1, le vecteur vitesse de M dans $\mathcal{R}'$ etles forces exercées sur M.

2. Montrer que M constitue un système conservatif. Exprimer l'énergie mécanique de M dans $\mathcal{R}'$ (sans démontrer les expressions des énergies potentielles) et montrer que $X(t)$ vérifie une équation différentielle de la forme:

$$\ddot{X} + (\omega_1^2 - \omega^2 \sin^2 \alpha)X = \omega_1^2 X_1$$

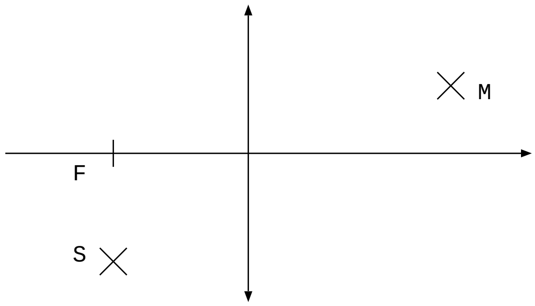
Exprimer ω_1 et X_1 en fonction des données.

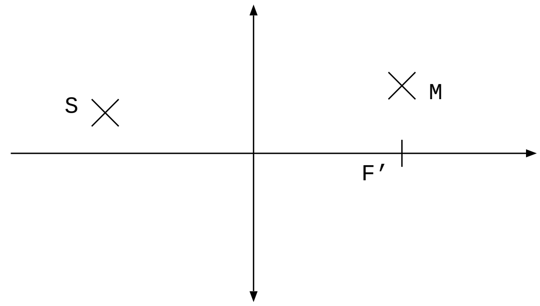
3. On observe M osciller sur la tige avec une période $T_0 = 3\ s$ pour $k = 10\ N.m^{-1}$, $m = 200\ g$ et $\alpha = 30^0$. Déduire de cette étude, la valeur numérique de ω. Est-ce que M continue à osciller lorsque l'on augmente ω, vitesse angulaire de rotation de la tige? Justifier.

NOM:

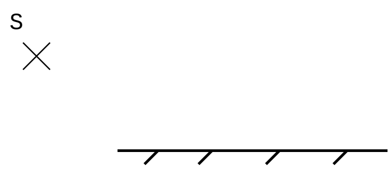
Annexe 0:

Tracer dans chaque cas, le rayon allant de S jusqu'à M.

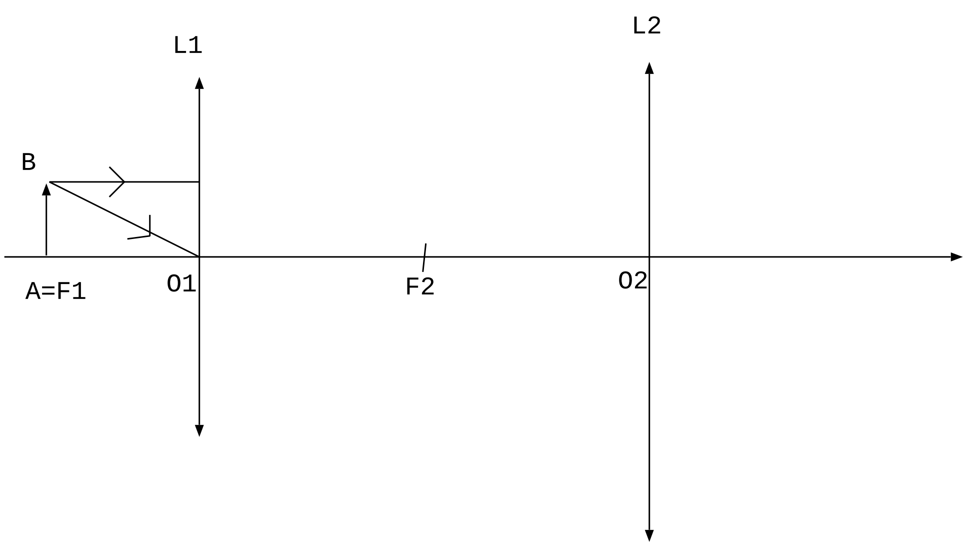




Tracer le champ du miroir pour la source S. Choisir un point M dans le champ du miroir et tracer les rayon partant de S et qui arrive en M après réflexion sur le miroir.



Construire l'image $A'B'$ de AB par les lentilles L_1 et L_2. Exprimer la taille $h' = A'B'$ de l'image en fonction de la taille $h = AB$ de l'objet des des distances focales f_1' et f_2' des deux lentilles.



Annexe 1: