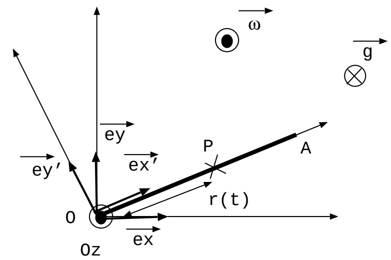
DM 2 de physique

I. **Ball-trap**

Au ball-trap, un galet P de masse m considéré comme ponctuel peut se déplacer sans frottement le long d'un bras horizontal OA de longueur L. Ce bras tourne à la vitesse angulaire ω constante autour de l'axe Oz vertical. On note $\mathcal{R}(O, \overrightarrow{e_x}, \overrightarrow{e_y}, \overrightarrow{e_z})$ le référentiel terrestre supposé galiléen et $\mathcal{R}'(O, \overrightarrow{e_x}', \overrightarrow{e_y}', \overrightarrow{e_z})$ le référentiel mobile lié au bras (la direction $\overrightarrow{e_x}'$ est celle de OA). On repère la position du galet P sur le bras par la distance $x(t) = OP$. Initialement P est immobile par rapport au bras et $x(t=0) = L/4$.

On donne la vue de dessus du dispositif:



1. Préciser le mouvement de $\mathcal{R}'$ dans $\mathcal{R}$ et dresser un bilan des forces exercées sur P dans $\mathcal{R}'$. Exprimer ces forces en fonction des données et des vecteurs de base $\overrightarrow{e_x}'$, $\overrightarrow{e_y}'$ et $\overrightarrow{e_z}$. Pour la réaction du support on note R_x, R_y et R_z les composantes sur les vecteurs $\overrightarrow{e_x}'$, $\overrightarrow{e_y}'$ et $\overrightarrow{e_z}$.

2. Déduire de l'application de la relation fondamentale de la dynamique appliquée à P dans $\mathcal{R}'$ que $x(t)$ vérifie l'équation différentielle $\ddot{x} - \omega^2 x = 0$.

3. En déduire l'expression de $x(t)$ en fonction de L, ω et t.

4. Exprimer la vitesse relative du galet à l'instant t en fonction de L, ω, t et d'un des vecteurs de base de $\mathcal{R}'$.

5. Exprimer la vitesse d'entraînement du galet à l'instant t en fonction de L, ω, t et d'un des vecteurs de base de $\mathcal{R}'$.

6. On donne le code python suivant dont l'exécution donne la courbe en annexe 1:

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
L=.....
omega= 3
t=np.linspace(....,....,100)
c=................
plt.plot(t,c)
plt.grid()
plt.xlabel('.............')
plt.ylabel('.............. ')
plt.show()
```

6.a. Compléter le code en recopiant sur votre copie les lignes à compléter.

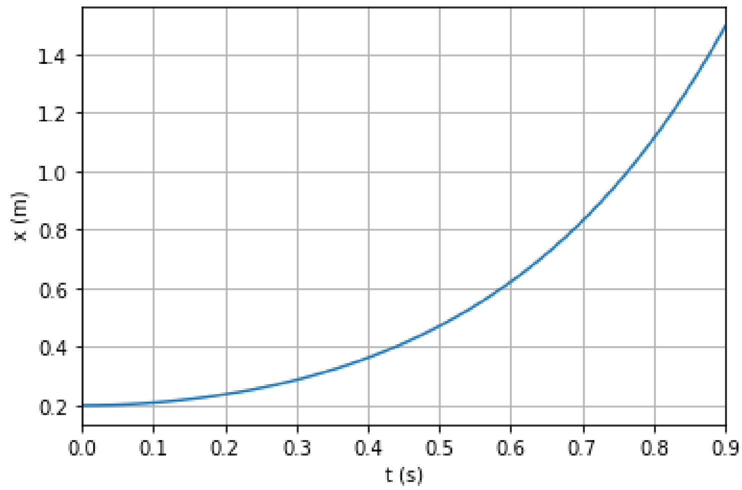
6.b. Déduire de la courbe l'instant t_f pour lequel le galet quitte le bras du ball-trap. Evaluer à partir de la courbe, la valeur de la norme de la vitesse relative à cet instant. Comparer à la valeur attendue par la théorie pour la norme de la vitesse relative à t_f en utilisant la question 4.

6.c. Utiliser la valeur de t_f trouvée pour calculer la valeur de la norme de la vitesse d'entraînement à t_f et la valeur de l'angle $\theta(t_f)$ balayé par le bras entre l'instant $t = 0$ (avec $\theta(t=0) = 0$) et l'instant t_f.

6.d. Sur le rapporteur en annexe, tracer la position du bras OA à l'instant t_f (on prend pour le schéma un bras de longueur 5 cm). Ajouter à cet instant, les vecteurs vitesses relative et vitesse d'entraînement du galet. On prend pour échelle 1 $m.s^{-1}$ est représenté par 1 cm. En déduire le tracé du vecteur vitesse absolue du galet à l'instant t_f. En déduire la valeur de la vitesse du galet par rapport au sol au moment où il est expulsé.

NOM:

Annexe 1:



Annexe 2: