

TD NUMÉRIQUE POUR LA PHYSIQUE N°4 – OSCILLATIONS DU PENDULE SIMPLE

Description du TD

Simulation de mouvement d'un pendule simple : masse ponctuelle m reliée à l'origine du repère par une tige sans masse de longueur L (et non un fil qui pourrait se détendre), en mouvement plan sans frottements dans le champ de pesanteur g .

Exigibles numériques des TD précédents :

- résolution d'une équation différentielle d'ordre 2 avec le solveur.
- graphiques

Théorie

Q1. Obtenir l'équation différentielle du mouvement sous la forme $\ddot{\theta} + \Omega^2 \sin \theta = 0$, en identifiant Ω aux constantes données.

On lance le pendule avec une vitesse initiale $\vec{v}_0 = v_0 \vec{u}_\theta$ à partir de la position d'équilibre du pendule.

Q2. Avec un théorème énergétique, déterminer la vitesse maximale v_{MAX} à donner au pendule pour qu'il y ait des oscillations (si $v_0 > v_{\text{MAX}}$, le pendule passera par $\theta = \pi$ sans repartir en arrière : mouvement révolutif), en fonction de g et de R .

En déduire la valeur maximale ω_{MAX} de la condition initiale de l'équation $\omega_0 = \dot{\theta}_0$ en fonction de Ω .

Implémentation

On prendra pour la simulation $\Omega = 1$

Q3. Commencer par visualiser quelques courbes $\theta(t)$ pour différentes valeurs de $\omega_0 < \omega_{\text{MAX}}$.

Q4. Voir ce que cela donne pour ω_0 très légèrement supérieur à ω_{MAX} .

Q5. Rassembler les tracés en bouclant sur une liste de valeurs de $\omega_0 < \omega_{\text{MAX}}$ (à coder « en dur », par exemple [0.2, 0.5, 1, 1.2, 1.9]).

Q6. Pour chacune des courbes, récupérer sa période T et son amplitude A : on définira deux listes de T et de A associées à celle des conditions initiales (Q5).

Remarquer que pour obtenir T , il suffit de faire un calcul très simple sur la **date** du **premier maximum** : on pourra utiliser le fait que dans ce problème, c'est la première date à laquelle la vitesse angulaire s'annule.

Obtenir A est encore plus simple.

Q7. Visualiser les courbes $\theta(t)$ et celle de T en fonction de A dans un multi graphique.

Q8. Enrichir la liste de la Q5 pour obtenir une belle courbe de $T(A)$.