

Simulations de pendules

À l'aide de "Insight Maker" (<https://insightmaker.com/>) réalisez les simulations suivantes.

1. L'oscillateur entretenu.

Reprenez l'oscillateur avec frottement laminaire de la série précédente.

En plus de la force de rappel du ressort $\vec{F}_{rappel} = -k \cdot \vec{x}$ où k est une constante et de la force de frottement laminaire $\vec{F}_{frottement} = -6 \cdot \pi \cdot R \cdot \eta \cdot \vec{V}$, ajouter une force d'entretien :

$$F_{entretien} = A \cdot \sin(\omega t + \varphi).$$

A est l'amplitude de cette force d'entretien, ω sa pulsation et φ sa phase.

Il est intéressant de tester différents déphasages qui sont des multiples de $\frac{\pi}{2}$.

L'amplitude $A = 0,10$ [N] est raisonnable. (Unités MKSA)

Chercher pour quelle pulsation ω l'oscillation est maximale.

i) Dans un premier temps, lorsqu'il n'y a pas de force de frottement laminaire.

ii) Dans un second temps, lorsqu'il y a une force de frottement laminaire, $\eta = 0,10$; $R = 0,10$ [m]
Prenez $m = 0,50$ [kg] et $k = 10$ [n/m].

Quelle est l'influence de la phase φ ?

2. Le pendule simple dans un plan.

Le but est de simuler une boule qui oscille dans un plan vertical au bout d'une ficelle de masse négligeable. Cette boule subie la force de pesanteur et la force de tension dans le fil.

Tout se passe comme si la boule oscillait le long d'une ligne en subissant une force résultante égale à

$$F_{résultante} = -m \cdot g \cdot \sin(\theta), \text{ où } \theta \text{ est l'angle que forme la ficelle avec la verticale.}$$

La position de la boule étant : $x = L \cdot \theta$, sa vitesse $V = L \cdot \dot{\theta}$ où $\omega = \dot{\theta}$ et

son accélération $a = L \cdot \alpha$ où $\alpha = \dot{\omega}$. Écrivez l'équation fondamentale de la dynamique.

Prenons le cas où $L = 2,0$ [m], $g = 9,81$ [m/s²].

Quelle est l'augmentation de longueur nécessaire pour que la période d'oscillation double, dans le cas où l'angle initial est petit, par exemple de 5°. La vitesse initiale est nulle.

Comparez le pendule simple à l'oscillateur harmonique de constante de rappel : $k = g/L$.

Vérifiez la conservation de l'énergie mécanique !

Quelle est l'influence de l'angle initiale θ_0 ?

3. Pendules couplés.

On veut simuler deux oscillateurs harmoniques de masses $m = 0,50$ [kg] et de constantes de rappel $k = 10$ [N/m], qui sont reliés entre eux par un ressort de constante de rappel $k_{couple} = 1,0$ (ou 2,0) [N/m].

Notons X_1 et X_2 les positions des masses relativement à leur position d'équilibre. **Faites un dessin !**

Leurs vitesses initiales sont nulles.

Déterminez la période d'oscillation dans les deux cas suivants :

1) La position initiale de X_1 vaut 0,20 [m], celle de X_2 vaut 0,20 [m].

2) La position initiale de X_1 vaut 0,20 [m], celle de X_2 vaut -0,20 [m].

Étudiez le cas où la position initiale de X_1 vaut 0,20 [m], celle de X_2 vaut 0 [m].

Observez le transfert d'oscillation.

Quelle est la période de transfert d'oscillation ?

Quels est le lien entre les trois périodes déterminées ci-dessus ?