

# Simulations de MHS (+ frottement)

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

## 1. La masse qui oscille horizontalement.

La force exercée par un ressort sur une masse vaut :

$$\vec{F}_{\text{rappel}} = -k \cdot \vec{x} \quad \text{où } k \text{ est une constante.}$$

C'est une force de rappel proportionnelle et de sens opposé au déplacement.

Dans le cas où aucune autre force agit sur la masse, on a :  $\vec{F}_{\text{résultante}} = \vec{F}_{\text{rappel}}$ , qui est caractéristique du **mouvement harmonique simple**. Dans ce cas, on a donc :

$$\vec{F}_{\text{résultante}} = -k \cdot \vec{x}$$

*Cas particulier* : étudier le mouvement d'une masse  $m$  attachée à un ressort de constante  $k$  et qui oscille sans frottement sur une table horizontale. Réaliser une étude de sensibilité sur les coefficients  $m$  et  $k$  (avec graphiques comparatifs). On peut démarrer avec  $X_{\text{initial}} = 0,30$  [m] et  $V_{\text{initiale}} = 0$  [m/s]. La masse du ressort est négligeable.

Quelle est la période de l'oscillation pour  $m = 0,50$  [kg] et  $k = 10,0$  [N/m] ?  $T = \dots\dots\dots$  [s]

Quelle est la période de l'oscillation pour  $m = 1,00$  [kg] et  $k = 10,0$  [N/m] ?  $T = \dots\dots\dots$  [s]

Quelle est la période de l'oscillation pour  $m = 0,50$  [kg] et  $k = 5,0$  [N/m] ?  $T = \dots\dots\dots$  [s]

## 2. Oscillations avec frottement plan.

On reprend le mouvement de l'exercice 1, mais cette fois la masse  $m$  frotte sur la table (frottement

plan). 
$$\vec{F}_{\text{frottement}} = -\mu \cdot F_{\text{pesanteur}} \cdot \frac{\vec{V}}{\|\vec{V}\|} \quad \frac{\vec{v}}{\|\vec{v}\|} = \vec{0} \text{ lorsque } v = 0 \quad ; \quad \text{En une dimension : } \frac{V}{|V|} = \text{Sign}(V)$$

Étudier l'amortissement de l'oscillation en fonction du coefficient de frottement :

$\mu$  (0,010 ; 0,020 ; 0,030 ; 0,050 ; 0,10)

Réaliser une étude de sensibilité sur le coefficient  $m$  (avec graphiques comparatifs).

## 3. Oscillations avec frottement laminaire.

On reprend le système de l'exercice 1, mais on introduit maintenant un frottement fluide en plongeant la masse dans un liquide visqueux. On admet que le frottement est laminaire.

$m = 0,20$  [kg] ;  $k = 10$  [N/m] ;  $R = 0,10$  [m].

Étudier l'amortissement de l'oscillation en fonction du coefficient de viscosité (en [Pa · s]) :

$\eta$  (0,20 ; 0,50 ; 0,80 ; 1,0 ; 1,5).

Réaliser une étude de sensibilité sur le coefficient  $\eta$  (avec graphiques comparatifs).

Comparer les amortissements des exercices 2 et 3.

## 4. Oscillations avec frottement, force de pesanteur et Archimède.

On reprend le système masse-ressort, mais cette fois le dispositif est vertical, la masse est suspendue au ressort et se situe dans un fluide de coefficient de viscosité  $\eta$ .

Étudier le mouvement en fonction de la masse et du coefficient  $\eta$  (avec graphiques comparatifs).

## 5. Oscillations avec frottement, entretenues.

On reprend le système masse-ressort de la situation avec un frottement laminaire, soit celui du point 3, soit celui du point 4.

On lui ajoute un moteur qui exerce sur la masse  $m$  une petite force à une fréquence régulière

$$F_{\text{motrice}} = F_{\text{mot. max}} \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi}{T_{\text{mot}}} \cdot t + \phi_{\text{mot}}\right)$$

Il y a donc 3 paramètres :

$F_{\text{mot. max}}$  = l'intensité maximale de la force motrice

$T_{\text{mot}}$  = la période de variation de la force motrice

$\Phi_{\text{mot}}$  est une phase, qui dans un premier temps peut être nulle.

Pour une force de frottement nulle et une petite valeur de  $F_{\text{mot. max}}$ , déterminez quelle doit être la valeur de  $T_{\text{mot}}$  pour que l'amplitude devienne maximale.

Pour simplifier, vous pouvez commencer en plaçant la masse à sa position d'équilibre.

C'est le phénomène de **résonance**.

Si vous ajoutez une faible force de frottement, quelle influence cela a-t-il ?

Avec une petite force de frottement, si vous changez la valeur de la phase  $\Phi_{\text{mot}}$  remarquez que l'oscillation se synchronise toujours sur l'oscillation de la force motrice, même si l'amplitude initiale de la masse n'est pas nulle.

La masse finira par osciller à la même fréquence que la force motrice et sera en phase avec celle-ci.