

SUIS-JE AU POINT ?

Chapitre 9 : Oscillateur harmonique

💡 Une information utile, mais pas à mémoriser par cœur.

♥ Une définition/formule à connaître PAR CŒUR.

📖 Un savoir-faire à acquérir.

TD Un exercice du TD pour s'entraîner.

1 Système {masse + ressort}

1.1 Schéma du système

1.2 Force de rappel élastique

♥ Donner l'expression de la force de rappel exercée par un ressort élastique de raideur k et de longueur à vide ℓ_0 (sous sa forme générale avec le vecteur unitaire \vec{i} à bien définir).

1.3 Mise en équation

📖 Projeter la force de rappel élastique dans la base d'étude :

- ❑ en exprimant le vecteur unitaire \vec{i} dans la base d'étude,
- ❑ en déterminant la relation entre la longueur du ressort et la coordonnée de position.

📖 En utilisant le PFD, établir l'équation du mouvement d'un système {masse + ressort} horizontal sans frottement. Identifier la pulsation propre.

TD Équation du mouvement d'un système {masse + ressort} : exercices 5,6,8,9.

2 Pendule simple

2.1 Schéma du système

2.2 Tension d'un fil

💡 La tension \vec{T} est une force qui modélise les actions de contact responsables de la cohésion d'un fil, on peut la définir en tout point du fil. Le cas échéant, elle modélise également les actions de contact au niveau d'une liaison, si le fil est fixé à un point d'attache.

💡 La tension d'un fil n'a pas d'expression mathématique générale, elle dépend des autres forces et du mouvement. Pour la déterminer, on utilise généralement le PFD.

💡 Un fil inextensible et sans masse est parfaitement rectiligne entre deux points d'attache lorsqu'il est tendu.

💡 Un fil se détend si la tension \vec{T} s'annule.

2.3 Mise en équation

📖 En utilisant le PFD, établir l'équation du mouvement d'un pendule simple sans frottement. La linéariser dans le cas de mouvements de petite amplitude. Identifier la pulsation propre.

TD Mouvement pendulaire : exercices 4,7.

3 Circuit LC série en régime libre

3.1 Schéma du circuit

3.2 Mise en équation

 Établir l'équation différentielle vérifiée par la tension aux bornes du condensateur. Identifier la pulsation propre.

TD Circuit LC série : exercice 4.

4 Oscillations libres

4.1 Équation canonique de l'oscillateur harmonique

♥ Écrire l'équation de l'oscillateur harmonique sous forme canonique.

4.2 Solution générale de l'équation d'évolution

♥ Écrire la solution générale de cette équation différentielle dans le cas où le second membre est nul (connaître les trois formes possibles).

 Résoudre l'équation différentielle d'un oscillateur harmonique en tenant compte des conditions initiales.

 Si l'équation possède un second membre constant, on cherche une solution particulière constante (comme on l'a vu pour l'équation du premier ordre).

TD Résolution de l'équation d'un OH : exercices 3,5,8.

4.3 Vocabulaire

♥ Reconnaître, dans l'expression d'une fonction sinusoïdale, l'amplitude, la pulsation, la phase, la phase à l'origine.

♥ Écrire les relations entre la période, la fréquence et la pulsation.

4.4 Représentation graphique

 À partir de l'expression mathématique fournie d'une fonction sinusoïdale (de valeur moyenne quelconque), tracer l'allure de son graphe.

 À partir du graphe fourni d'une fonction sinusoïdale, déterminer la valeur moyenne, l'amplitude, la période, la fréquence, la pulsation, la phase à l'origine.

TD Graphe d'une fonction sinusoïdale : exercices 1,2.

4.5 Déphasage entre deux signaux sinusoïdaux synchrones

♥ Définir ce que sont deux signaux **synchrones**.

Soient deux signaux synchrones $s_1(t)$ et $s_2(t)$. Définir l'**avance de phase de $s_1(t)$ par rapport à $s_2(t)$** . Définir le **déphasage** entre ces deux signaux.

 Le plus souvent, on exprime une avance de phase/un déphasage dans l'intervalle $[-\pi, \pi]$.

♥ Donner la relation entre le déphasage et le décalage temporel entre deux signaux synchrones.

 À partir du graphe fourni de deux signaux sinusoïdaux synchrones, déterminer lequel des deux est en avance/en retard par rapport à l'autre (voir fiche méthode). Déterminer numériquement le déphasage.

♥ Définir ce que sont deux signaux synchrones en **phase**, en **quadrature de phase**, en **opposition de phase**. En donner une représentation graphique ou bien le reconnaître sur un graphe fourni.

TD Déphasage entre deux signaux synchrones : exercice 2.

4.6 Vitesse, accélération

 Justifier que la vitesse $\dot{x}(t)$ d'un OH est en quadrature de phase avec la position $x(t)$ et que l'accélération $\ddot{x}(t)$ est en opposition de phase avec la position.

4.7 Isochronisme des oscillations

- ♥ Définir la propriété d'**isochronisme** des oscillations d'un oscillateur harmonique.
- 💡 Pour le pendule simple, il n'y a isochronisme que dans le domaine de l'approximation linéaire (oscillations de petite amplitude).