Connaissances de base

Vibrations

Les phénomènes de modification périodique d'une grandeur physique en fonction du temps sont désignés par le terme de vibrations. Ils s'accompagnent de la transformation de différentes formes d'énergies.

Lors de vibrations mécaniques, de l'énergie potentielle est périodiquement transformée en énergie cinétique et inversement. Toute vibration mécanique est un mouvement à accélération irrégulière. Elle est produite par l'apport d'énergie à un système vibrant, un pendule par exemple, auquel on a donné une impulsion.

Si le système oscille en permanence avec une amplitude constante, il s'agit alors d'une vibration **non amortie.** Sauf si on lui apporte de l'énergie supplémentaire, toute vibration est plus ou moins amortie, c'est-à-dire que son amplitude diminue selon une loi générale. Lorsqu'il est possible de décrire la courbe de la vibration par une fonction sinus, on l'appelle vibration **harmonique.**

Grandeurs caractéristiques d'une vibration

Grandeur caractéristique	Formule (signes)	Description
Élongation	$y = y(t)$	Distance momentanée du corps oscillant de sa position au repos ou de sa position d'équilibre
Amplitude	$\hat{y}$ oder y_m	Valeur maximale de l'élongation
Fréquence	$f = 1/t$	Nombre de vibrations par unité de temps **t**
Durée de vibration (durée de la période)	$T = 1/f$	Durée d'une vibration complète
Fréquence angulaire	$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$	Vitesse angulaire du mouvement circulaire dont la projection donne la vibration harmonique; indique l'angle de phase balayé de la vibration par intervalle de temps.
Angle de phase (phase)	$\varphi = \omega \cdot t + \varphi_0$	Indique l'état momentané d'un système oscillant harmoniquement ou d'un arbre (dans des unités d'angle comme le degré ou le radian); une période de vibration correspond à un angle de phase de **2 π**
Angle de phase zéro (constante de phase)	φ_0	Angle de phase à l'instant **t = 0**
Force de rappel	F_R	Force qui entraîne constamment le corps vibrant vers sa position de repos; elle est opposée à l'élongation
Grandeur de référence	k	Facteur de proportionnalité entre la force de rappel et l'élongation; identique à la rigidité de ressort dans le cas de vibrations élastiques
Fréquence propre		Fréquence à laquelle le système vibre selon un mode propre après une excitation unique
Amortissement		Réduction régie par des lois générales de l'amplitude au cours de la vibration

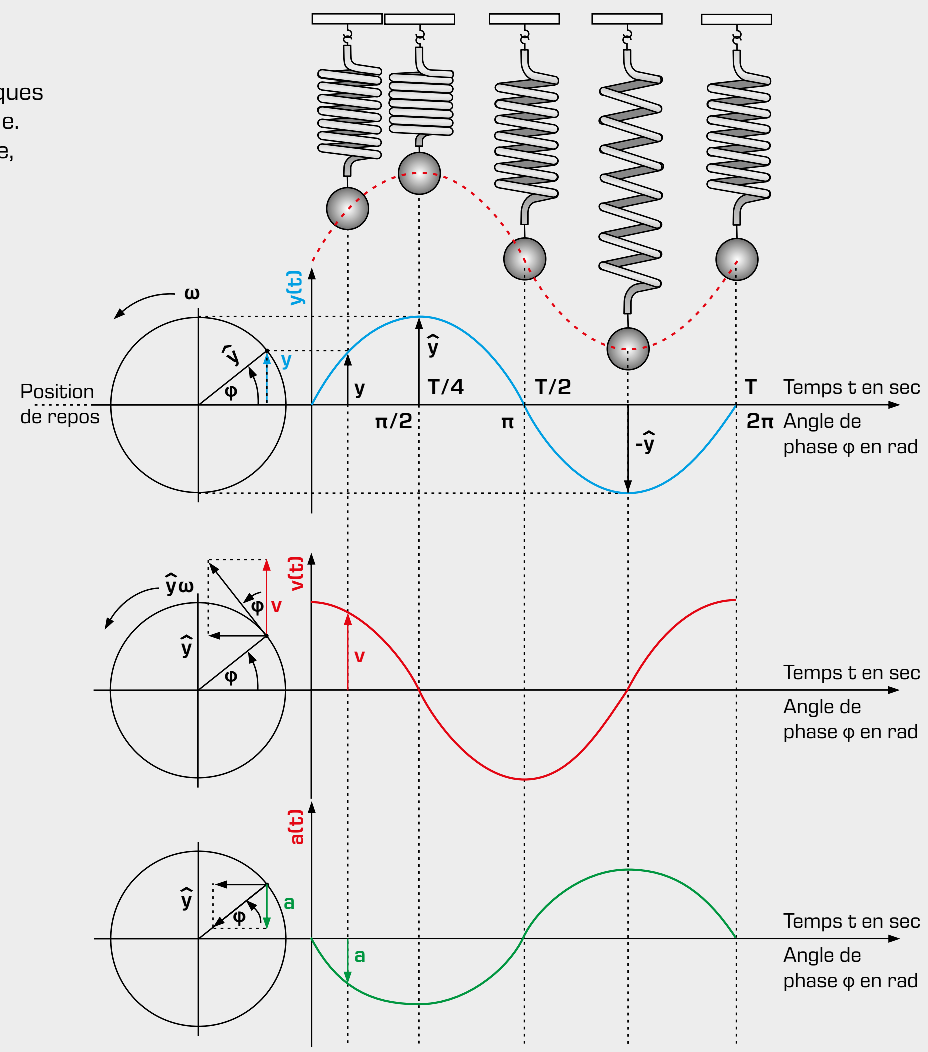
Vibration harmonique non amortie

En se servant de l'exemple du pendule à ressort, on met en évidence par des graphiques les grandeurs caractéristiques d'une vibration harmonique non amortie. La vitesse est calculée par la 1re dérivée, et l'accélération à l'aide la 2e dérivée:

Élongation
$y = y(t)$
$y = \hat{y} \cdot \sin\varphi$

Vitesse
$v = \dot{y}$
$v = \hat{y} \cdot \omega \cdot \cos\varphi$
$v = \hat{v} \cdot \cos\varphi$

Accélération
$a = \ddot{y}$
$a = -\hat{y} \cdot \omega^2 \cdot \sin\varphi$
$a = -y \cdot \omega^2$



Vibration de torsion

Lors d'une vibration de torsion, un corps solide pivotant vibre autour de ses axes (degré de liberté rotatif) contrairement à la vibration translationnelle. Les termes rotation et torsion sont utilisés en tant que synonymes. On utilise le terme de vibration de torsion dans le cas d'un arbre qui se tord (ou se torsionne).

La vibration de torsion est rendue possible par un **moment de redressement** qui est en permanence proportionnel, mais de direction opposée à l'angle de torsion.

En principe, les lois générales applicables à la vibration linéaire s'appliquent aussi aux vibrations de torsion.

Élongation	y	$\widehat{=}$	Angle de torsion	$\varepsilon = \hat{\varepsilon} \cdot \sin\varphi$
Vitesse	$v = \dot{y}$	$\widehat{=}$	Vitesse angulaire	$\dot{\varepsilon} = \hat{\varepsilon} \cdot \omega \cdot \cos\varphi$
Accélération	$a = \ddot{y}$	$\widehat{=}$	Accélération angulaire	$\ddot{\varepsilon} = \hat{\varepsilon} \cdot \omega^2 \cdot \sin\varphi$