Signaux Electriques SE3 L’oscillateur harmonique

Introduction : définition de l'oscillateur harmonique

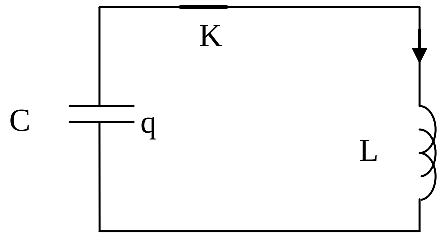
On appelle oscillateur harmonique un système physique décrit par une grandeur x(t) dépendant du temps et vérifiant une équation différentielle de la forme : $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$
où ω_0 est la pulsation propre de l'oscillateur harmonique (constante réelle positive, en rad.s^{-1}).

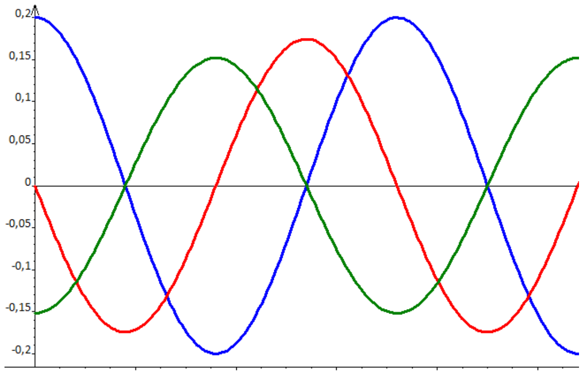
Solution $x(t) = a \cos(\omega_0.t) + b \sin(\omega_0.t)$ a, b, A et φ constantes, déterminées par les conditions initiales.
$x(t) = A \cos(\omega_0.t + \varphi)$ A est l'amplitude, positive et φ l'avance de phase à l'origine.

I Oscillations électrique : exemple du circuit LC

1.) Equation différentielle et résolution

Le condensateur est initialement chargé, et K est ouvert depuis longtemps. A t = 0, on ferme l’interrupteur K.



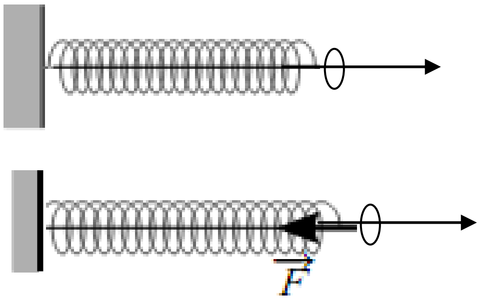


2.) Bilan de puissance et d’énergie

II Oscillations mécaniques : exemple du ressort horizontal

1.) Etude dynamique : Deuxième loi de Newton

https://phyanim.sciences.univ-nantes.fr/Meca/Oscillateurs/oscillateur_horizontal.php



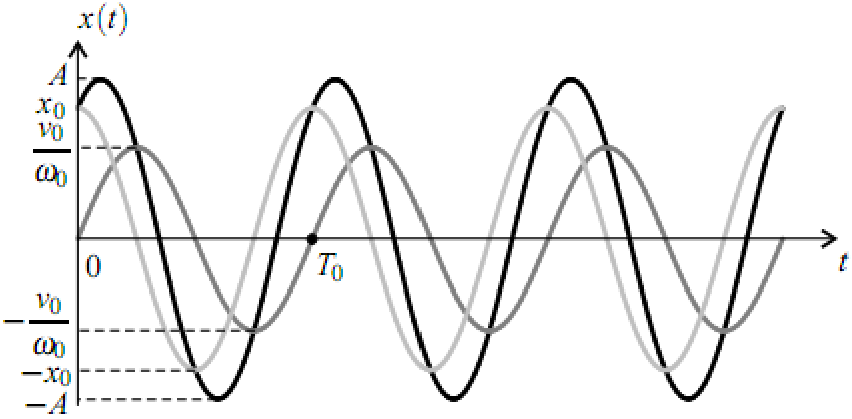
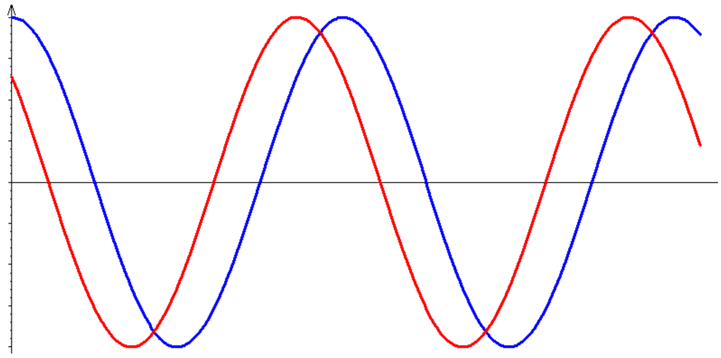
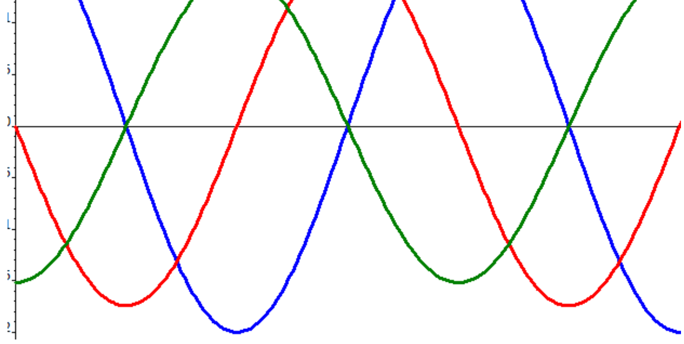


Figure 1.2 – Représentation graphique de $x(t)$ en fonction de t. En gris clair : cas $x_0 \neq 0$ et $v_0 = 0$; en gris foncé : cas $x_0 = 0$ et $v_0 \neq 0$; en noir : cas $x_0 \neq 0$ et $v_0 \neq 0$. La période des oscillations est $T_0 = \dfrac{2\pi}{\omega_0} = 2\pi\sqrt{\dfrac{m}{k}}$ (voir paragraphe 2).

<u>Remarque :</u> $x=A.\cos(\omega_0\, t)$ $y=A.\cos(\omega_0\, t+\varphi)$





2.) Etude énergétique

Rappels

Travail d'une force constante, lorsque son point d'application M se déplace de A à B : $\boxed{W_{\mathrm{A}\to\mathrm{B}}(\vec{F}) = \vec{F}.\overrightarrow{AB}}$

Si le travail de F ne dépend pas du chemin suivi, la force est dite conservative et le travail s'écrit sous la forme :

$$\boxed{W_{A\to B}(\vec{F}) = -[Ep(B) - Ep(A)] = -\Delta Ep}$$

Energie potentielle de pesanteur : $Epp = mgz + cste$ si z est l'altitude

Energie potentielle élastique : $Ep_e = \frac{1}{2}kx^2 + cste$ où $x = l - l_0$

Energie cinétique : $Ec\ (M) = \frac{1}{2}\,m\,v^2(M)$

L'énergie mécanique Em = Ec+ Ep se conserve si toutes les forces qui travaillent dérivent d'une énergie potentielle

(en l'absence de frottements)