



**Taki Academy**  
www.takiacademy.com

# Physique

Classe : 4<sup>ème</sup> année

Chapitre : Oscillations mécaniques forcées

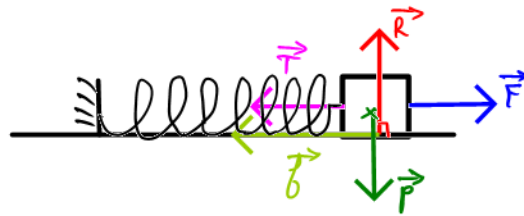
Fiche de méthodes

📍 Sousse (Khezama - Sahloul) Nabeul / Sfax / Bardo / Menzah El Aouina /  
Ezzahra / CUN / Bizerte / Gafsa / Kairouan / Medenine / Kébili / Monastir /  
Gabes / Djerba



## Oscillation mécaniques forcées

Schéma :



Q<sub>1</sub>: Etablir l'équation différentielle relative à  $x(t)$  :

Bilan des forces :

$\vec{F}$  : force excitatrice

$\vec{f}$  : force de frottement

$\vec{T}$  : tension du ressort

$\vec{R}$  : réaction du plan

$\vec{P}$  : poids du solide.

RFD :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}/s} = m \vec{a}$$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} + \vec{f} + \vec{F} = m \vec{a}$$

projection sur  $(x/x_0)$  :

$$T + f + F = ma$$

$$-kx - h\dot{x} + F = m \frac{d^2x}{dt^2}$$

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = F_m \sin(2\pi Nt)$$



Q<sub>2</sub>: faire la construction de Fresnel  
dans le cas où  $\omega < \omega_0$ .

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + k x = F_m \sin(2\pi \nu t)$$

•  $kx \rightarrow \vec{V}_1 \begin{vmatrix} kx_m \\ \varphi_x \end{vmatrix}$

•  $h \frac{dx}{dt} \rightarrow \vec{V}_2 \begin{vmatrix} h\omega x_m \\ \varphi_x + \frac{\pi}{2} \end{vmatrix}$

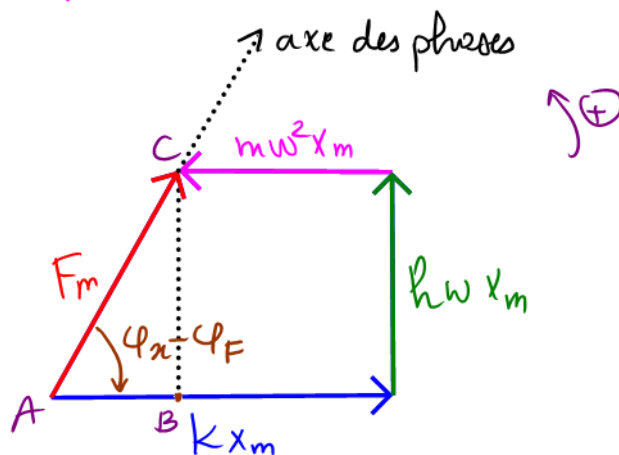
$$\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2 + \vec{V}_3$$

•  $m \frac{d^2 x}{dt^2} \rightarrow \vec{V}_3 \begin{vmatrix} m\omega^2 x_m \\ \varphi_x + \pi \end{vmatrix}$

•  $F_m \rightarrow \vec{V} \begin{vmatrix} F_m \\ \varphi=0 \end{vmatrix}$

$$\omega < \omega_0$$

$$\Rightarrow \varphi_x - \varphi_F < \frac{\pi}{2}$$



Q<sub>3</sub>: Trouver l'expression de  $X_m$ ,  $\text{tg } \varphi$  et  $V_m$ :

⊗ Dans le triangle ABC;

$$(kx_m - m\omega^2 x_m)^2 + (h\omega x_m)^2 = F_m^2$$

$$x_m^2 [(h\omega)^2 + (k - m\omega^2)^2] = F_m^2$$

$$x_m \sqrt{(h\omega)^2 + (k - m\omega^2)^2} = F_m$$

$$\Rightarrow x_m = \frac{F_m}{\sqrt{(h\omega)^2 + (k - m\omega^2)^2}}$$

\*\*  $\text{tg } \varphi$  ?

$$\text{tg } \varphi = \frac{h\omega x_m}{(m\omega^2 - k)x_m} = \frac{h\omega}{(m\omega^2 - k)}$$

\*\*\*  $V_m = \omega x_m$  :

$$V_m = \frac{\omega F_m}{\sqrt{h^2\omega^2 + (k - m\omega^2)^2}}$$

$$V_m = \frac{F_m}{\sqrt{h^2 + \left(\frac{k}{\omega} - m\omega\right)^2}}$$



Q<sub>4</sub>: Quel est le rôle de l'excitateur :

\* L'excitateur fournit l'énergie au résonateur et il impose la fréquence des oscillations d'où le nom des oscillations forcées.

Q<sub>5</sub>: Trouver l'expression de  $h$  :

$$\sin(\varphi_F - \varphi_x) = \frac{h \omega x_m}{F_m} \Rightarrow h = \frac{F_m \sin(\varphi_F - \varphi_x)}{\omega x_m}$$

Q<sub>6</sub>: Trouver l'expression de  $k$  :

$$\cos(\varphi_F - \varphi_x) = \frac{(k - m \omega^2) x_m}{F_m} \Rightarrow k = \frac{F_m \cos(\varphi_F - \varphi_x)}{x_m} + m \omega^2$$

Q<sub>7</sub>: Trouver l'expression de l'impédance mécanique :

$$Z_{\text{mécanique}} = \frac{F_m}{V_m}$$

$$Z_{\text{méca}} = \sqrt{h^2 + \left(\frac{k}{\omega} - m\omega\right)^2} : \text{Impédance mécanique} \checkmark$$





Remarques :

- $\forall \omega ; \Rightarrow \varphi_F > \varphi_x$

- Si  $\omega < \omega_0$   $\varphi_F - \varphi_x < \frac{\pi}{2}$   
 $\Leftrightarrow k x_m > m \omega^2 x_m$

- Si  $\omega > \omega_0$   $\varphi_F - \varphi_x > \frac{\pi}{2}$   
 $m \omega^2 x_m > k x_m$

- $\text{tg}(\varphi_F - \varphi_x) = \frac{h \omega}{k - m \omega^2}$

- $\text{tg}(\varphi_x - \varphi_F) = \frac{h \omega}{m \omega^2 - k}$

car  $\text{tg}(-\alpha) = -\text{tg} \alpha.$





**Taki Academy**  
[www.takiacademy.com](http://www.takiacademy.com)



Sousse (Khezama - Sahloul) Nabeul / Sfax / Bardo / Menzah El Aouina /  
Ezzahra / CUN / Bizerte / Gafsa / Kairouan / Medenine / Kébili / Monastir /  
Gabes / Djerba



[www.takiacademy.com](http://www.takiacademy.com)



73.832.000