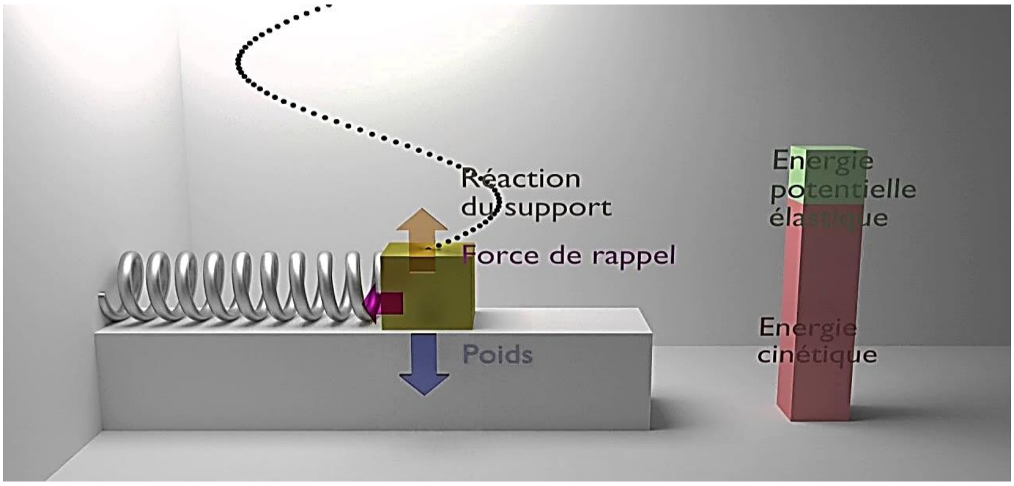
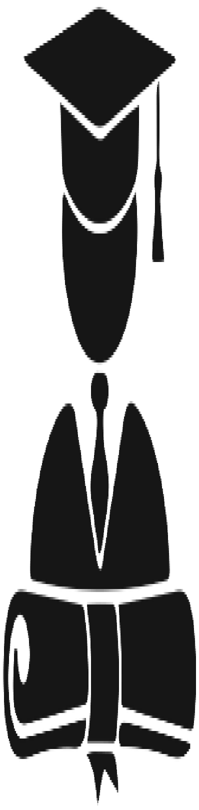
TP 04 Oscillateur Harmonique Horizontale



Déroulement de l'expérience : / / 2022
Volume horaire : $1^h 00$.
Compte rendu fait par :

		Nom & Prénom	Groupe
	01		
	02		
	03		
	04		
	05		
	06		
	07		
	08		
	09		
	10		

1. Etude dynamique et cinématique du pendule élastique horizontal

a) Données

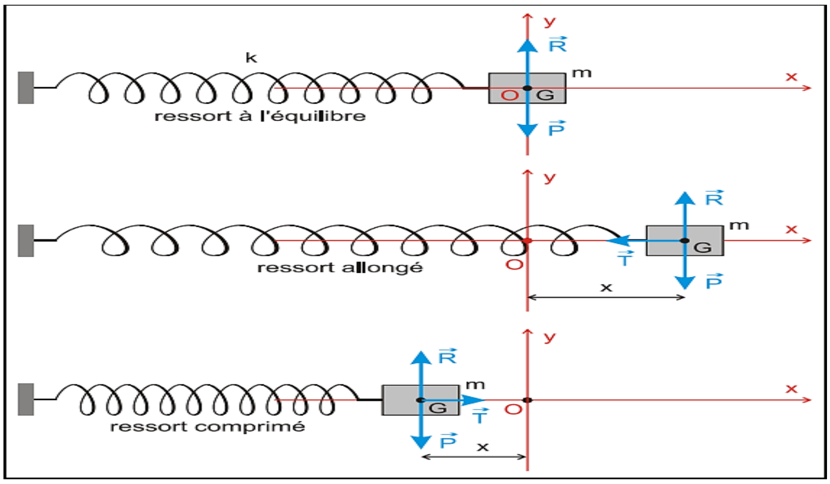
Un pendule élastique horizontal est constitué d'un ressort de raideur k et d'un solide de masse m. On néglige tout frottement. Tirons le chariot, à partir de sa position d'équilibre, d'une distance d **vers la droite**. Lâchons le corps sans vitesse initiale.

b) Système. Référentiel. Repère

* Le système étudié est le corps de masse m.
* Le référentiel est celui de la Terre (= celui où le pendule est au repos).
* L'origine O du repère est le centre d'inertie G du solide lorsque le ressort n'est pas déformé.
* L'axe Ox est parallèle au ressort et orienté dans le sens de l'étirement du ressort. L'axe Oy est vertical. (On n'a pas besoin du 3ème axe Oz car il n'y a pas de force ni de mouvement selon cet axe.)

- Conditions initiales

Le corps est lâché à l'instant initial. $t = 0 \Rightarrow x = d > 0 \quad v_{0x} = 0$



L'équation $\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{k}{m}x$ peut s'écrire $\frac{d^2x}{dt^2} = -\omega_0^2 x$, avec $\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} > 0$.

La solution générale de ce type d'équation est alors une fonction sinusoïdale de la forme : $x(t) = X_m \cos(\omega_0 t + \varphi)$

$\omega_0 t + \varphi$ est appelé **phase** et φ **phase initiale de l'oscillateur**.

L'équation horaire du mouvement x(t) est une fonction sinusoïdale du temps : le pendule élastique horizontal est un oscillateur harmonique.

2. Etude energitique dpendule élastique horizental

a) Energie mécanique de l'oscillateur

* Energie cinétique du solide : $E_c = \frac{1}{2}mv_x^2 = \frac{mX_m^2\omega_0^2}{2}\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \Rightarrow E_c = \frac{mX_m^2 k}{2m}\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

Finalement : $E_c = \frac{X_m^2 k}{2}\sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

* Energie potentielle élastique du ressort :

$$E_{p\ \text{élastique}} = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{kX_m^2}{2}\cos^2(\omega_0 t + \varphi)$$

* Energie mécanique de l'oscillateur :

$$\begin{aligned} E &= E_c + E_{p\ \text{élastique}} \\ &= \frac{kX_m^2}{2}\sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{kX_m^2}{2}\cos^2(\omega_0 t + \varphi) \\ &= \frac{kX_m^2}{2}(\sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \cos^2(\omega_0 t + \varphi)) \end{aligned}$$

$$\boxed{E = \frac{1}{2}kX_m^2}$$

Conclusion : L'énergie mécanique d'un oscillateur harmonique est conservée.

b) Etablissement de l'équation différentielle à partir de la conservation de l'énergie mécanique

* En classe de 2^e^, nous avons montré que l'énergie mécanique d'un oscillateur harmonique est conservée :

$$\boxed{E = \frac{1}{2}kx^2 + \frac{1}{2}mv_x^2 = \text{constant}}$$

Travail demandé :

1- Donner l'équation différentielle du système ?

……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………

2- Montrer que : $x(t) = X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$ *est une solution de l'équation différentielle.*

……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………

3- Donner *les expressions de :*

T_0 = ……………………………………………………………………………………………

F_0 = ……………………………………………………………………………………………

ω_0 = …………………………………………………………

4- Montrer *à partir de l'équation différentielle que l'énergie mécanique est conservée.*

……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
………………………………………………………………………………

***5- Compléter** à partir du graphe le tableau ci-dessous.*

	Masse m	**Constante de raideur** k **du ressort**	**Période mesurée** T	**Energie Potentielle** E_p	**Energie Cinétique** E_c	**Energie mécanique** E_m
1er cas	*500 g*	*0.5 N/m*	……	………..	………….	…………..
2ème cas	*750 g*	*1 N/m*	……	………..	………….	……………
3ème cas	*1 kg*	*1.2 N/m*	……	………..	………….	……………
4ème cas	*1.2 kg*	*1.5 N/m*	……	………..	………….	…………..