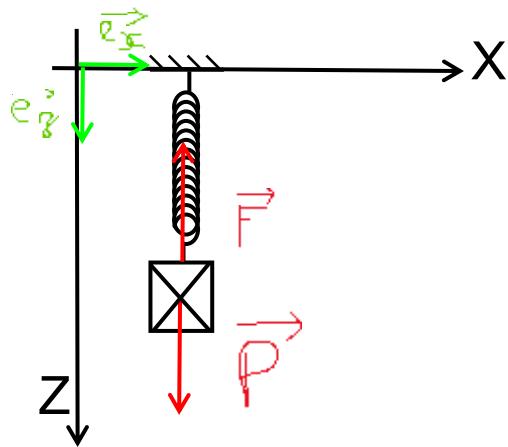


TP 18 – Oscillateur harmonique

Schéma :



Objectif :

Etudier expérimentalement un oscillateur masse-ressort vertical afin de vérifier la validité du modèle de l'oscillateur harmonique

Théorie :

1. Système étudié : La masse m

Référentiel : Terrestre supposé Galiléen

Expression des différentes forces :

$$\vec{F} = -k(l - l_0)\vec{e}_z$$

$$\vec{P} = mg\vec{e}_z$$

D'après le principe fondamental de la dynamique :

$$\vec{a}m = \vec{F} + \vec{P}$$

Par projection sur l'axe \vec{e}_z

on obtient :

$$m a = -k(l-l_0) + mg$$

En posant $z = l$ on obtient : $m \ddot{z} = -k(z - l_0) + mg$

D'où : $\ddot{z} + \frac{k}{m}z = \frac{k}{m}l_0 + g$

2. On reconnaît une équation différentielle de type oscillateur harmonique donc :

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \text{et on sait que : } \omega_0 = 2\pi f \frac{2\pi}{T_0}$$

$$\text{On a donc : } T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Mesures :

Partie 1 :

Le protocole est le suivant :

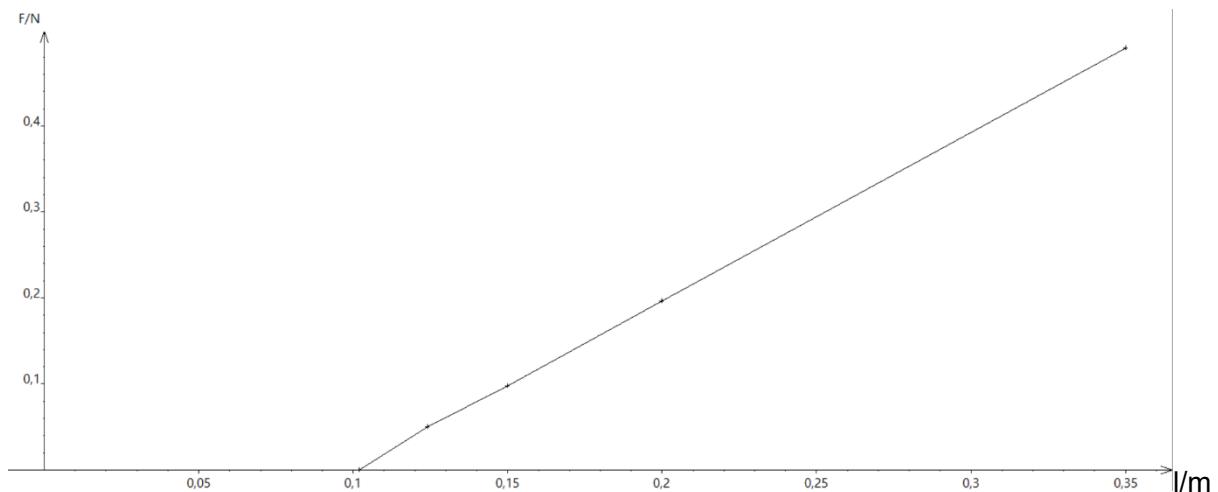
- On sélectionne un ressort que l'on gardera tout au long de la partie 1.
- On fait varier la masse au bout du ressort et on mesure la longueur du ressort à l'équilibre en fonction de la masse.
- Ensuite on détermine la force de rappel du ressort en fonction de différentes masses grâce à l'équilibre car le poids et celle si se compensent.
- Enfin on trace la force de rappel en fonction de la longueur du ressort à l'équilibre.

On choisit le ressort avec une raideur $k=2$ N.m. On relève les différentes valeurs dans le tableau suivant :

$l(\text{cm})$	$m(\text{g})$	$P(\text{N})$
10,2	0	0
12,4	5	0,05
15	10	0,098

20	20	0,1962
35	50	0,4905
44	70	0,6867
60	100	0,981

En traçant la fonction sous Rgressi on obtient la courbe suivante :



On constate bien que la force de rappel du ressort est proportionnel à la longueur du ressort à l'équilibre. Donc la loi de Hooke est vérifiée et le ressort est linéaire.

a << < 1,96

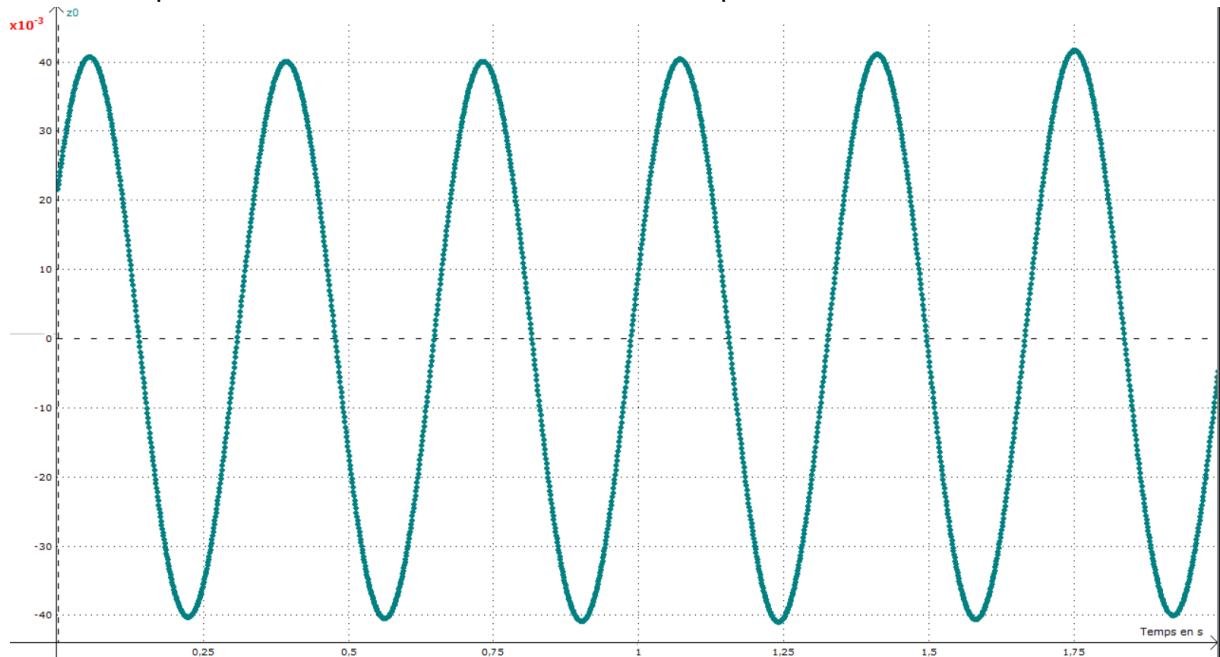
Grâce à Rgressi on constate que la constante de raideur k vaut 1,96 N.m ce qui est très proche de la valeur indiquée sur le ressort ce qui montre que notre valeur est cohérente. De plus à la règle on a une longueur initiale pour le ressort qui vaut 10,2 cm.

Partie 2 – Influence de k et m :

4. D'après l'expérience 2 la période T augmente avec la masse m et diminue avec la constante de raideur k . On en déduit alors la période propre du pendule masse ressort.

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

5. Pour l'expérience le modèle de l'oscillateur harmonique suivant :



Pour l'expérience 3 on modélise la courbe expérimentale de la position :

$$z(t) = Z_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

La comparaison entre les mesures et le modèle montre que la courbe expérimentale suit très bien la forme sinusoïdale prévue avec seulement de légers écarts due aux incertitudes de mesures.

En conclusion, le modèle de l'oscillateur harmonique est valide pour décrire le système étudié.