

TP 40 : Des oscillations pour mesurer une masse

Protocole : On va utiliser une potence munie d'une pince permettant de fixer le ressort verticalement auquel sera suspendu une masse m_1 (astronaute) par un ressort. Si l'on écarte une masse accrochée à un ressort de longueur de sa position d'équilibre, lorsque le fil forme un angle θ avec la verticale, une force de rappel :

$$F = -P \cdot \sin\theta(t) \text{ et } P = mg, F = -mg \cdot \sin\theta(t)$$

Alors l'arc décrit par le mobile vaut $l\theta(t)$.

On va donc écarter cette masse et chronométrer le temps, puis faire de même pour les 5 autres masses connues. On rentrera nos temps dans un logiciel tableur-grapheur.

Avec l'application du principe fondamental de la dynamique, on obtient :

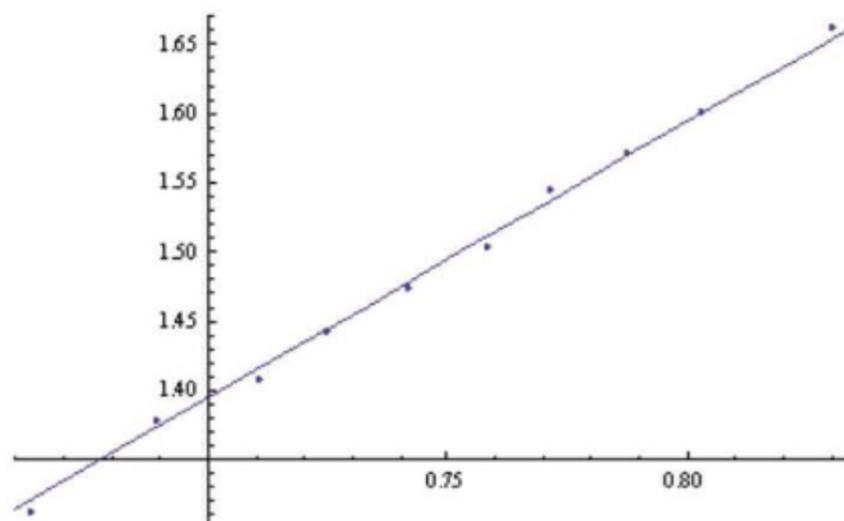
$$F = ma = ml\ddot{\theta}(t)$$

l'équation différentielle :

$$ml\ddot{\theta}(t) = -mg \cdot \sin\theta(t).$$

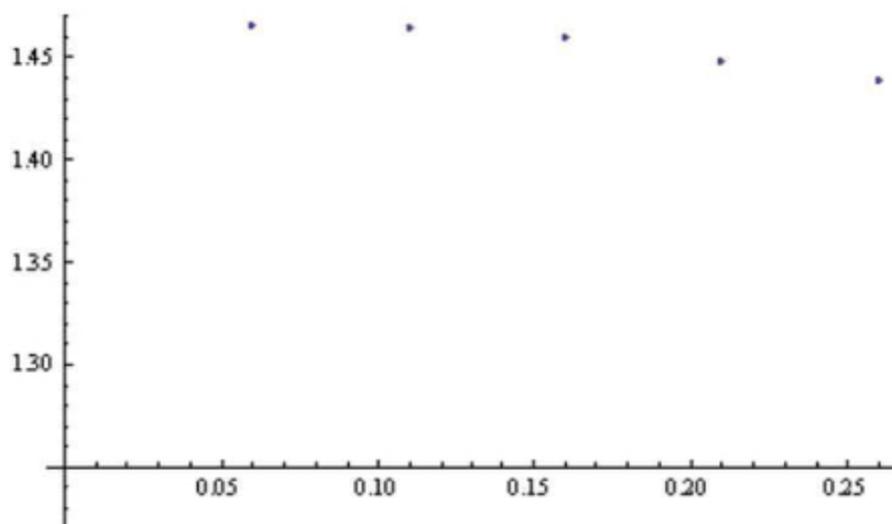
Équation différentielle non linéaire que l'on peut linéariser dans le cas des petites oscillations pour lesquelles on admet que $\sin\theta \sim \theta$. Simplification par m , on obtient : $l\ddot{\theta}(t) = -g \cdot \sin\theta(t)$

- Graphique de T en fonction de \sqrt{l} :



T en fonction de racine de l

- Graphique de T (pour de petites amplitudes) en fonction de m :



T en fonction de m

À son départ, l'astronaute pouvait être modélisé par un objet de masse $m_0 = \dots\dots\dots$ g. Au bout de quelques mois passés dans l'Espace, sa masse a théoriquement diminué de 20%. Déterminer la valeur théorique de la masse m_1 : $m_1 \text{ theo} = \dots\dots\dots$ g.

Calculer l'écart relatif (en %) entre les valeurs théorique et expérimentale de la masse m_1 . Commenter cet écart en citant quelques sources d'erreurs éventuelles au cours de la manipulation

L'écart relatif = $\Delta m / m$ (en %) entre la valeur expérimentale m_{exp} d'une masse et sa valeur théorique m_{theo} se calcule avec la formule : $\Delta m / m = (| m_{\text{exp}} - m_{\text{theo}} | / m_{\text{theo}}) * 100$