

**QUELLES SONT LES CONDITIONS POUR QU'UN SYSTEME SOIT EN EQUILIBRE ?**

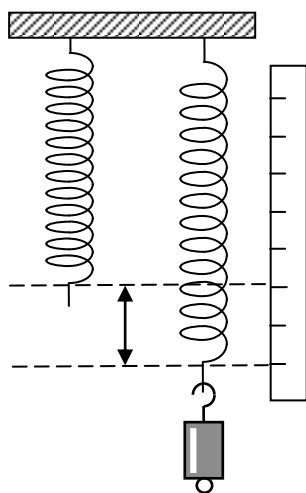
**Objectifs :** On se propose d'étudier les conditions d'équilibre d'un système dans deux situations (soumis à deux forces ou soumis à trois forces)

**Remarque :** toutes les mesures doivent être effectuées avec soin faute de quoi les conclusions risquent d'être totalement fafelues

**I Cas d'un système soumis à deux forces**

On se propose d'étudier l'équilibre d'une masse accrochée à un ressort et d'établir la relation entre la force de rappel d'un ressort et l'allongement du ressort. (**Données :**  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$ )

**Manipulation**



Vous disposez d'un ressort et d'un ensemble de masses marquées : quand on accroche une masse  $m$ , et que l'équilibre est atteint, le ressort s'allonge d'une longueur  $\Delta l$

Etudiez cet allongement  $\Delta l$  pour différentes valeurs de  $m$

*Rem : être attentif*

- au point de ressort qui sert de référence pour la mesure de l'allongement,
- à ne pas mettre une masse trop importante afin que le ressort reste élastique et ne soit pas déformé
- à avoir 7-8 couples de valeurs espacées

Remplir le tableau de valeurs ci-dessous

<b>m /g</b>								
<b>Δl /cm</b>								

**Exploitation**

**a) pendant la séance de TP : f**

faire sur la calculette, le graphe  $\Delta l = f(m)$

Suivant le graphe obtenu et son allure, refaire les mesures pour les valeurs qui semblent incorrectes

**b) pour le compte rendu**

Recopier le tableau de résultats dans un tableur

Faire, le graphe  $\Delta l = f(m)$  les grandeurs étant exprimées dans les unités normalisées

**Questions (pour le compte rendu)**

- 1) faire un bilan des forces appliquées à la masse
- 2) faire le schéma représentant les différentes forces
- 3) Ecrire la condition d'équilibre de la masse
- 4) Faire le bilan des forces appliquées au ressort (on admettra que sa masse est négligeable)
- 5) Faire le schéma des forces appliquées au ressort
- 6) Ecrire la relation d'équilibre du ressort
- 7) Existe-t-il une relation entre une (des ?) force(s ?) respectivement appliquée(s ?) à la masse et au ressort ?

La constante de raideur d'un ressort est définie par  $k = \frac{T}{\Delta l}$  ( $T$  étant la force de rappel d'un ressort, force exercée par le ressort sur son extrémité quand sa longueur a varié de  $\Delta l$  par rapport à sa longueur à vide)

- 8) Quelle est l'unité normalisée de  $k$  ?
- 9) A partir des relations établies précédemment, établir la relation entre  $k$ ,  $m$  et  $\Delta l$
- 10) A partir du graphe obtenu avec le tableur, déterminer la valeur de  $k$ .
- 11) Dans l'expérience, quelle est la principale cause d'incertitude ?
- 12) Estimer l'incertitude relative et absolue sur  $k$ . (On ne demande pas de calculs détaillés mais une estimation plausible de ces incertitudes compte tenu des conditions opératoires)

**II Cas d'un système soumis à trois forces**

On se propose d'étudier l'équilibre d'un anneau soumis à trois forces et de vérifier que la condition d'équilibre correspondant à la somme vectorielle de trois vecteurs est vérifiée

**Manipulation**

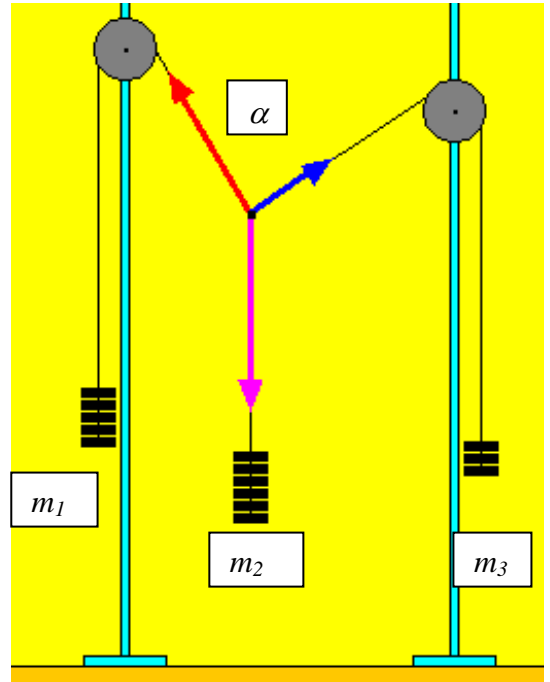
Soit le dispositif ci-contre.

Les masses  $m_1$  et  $m_3$  sont maintenues constantes ( $m_1 = m_3 = 100$  g)  
 (Rem : les masses utilisées étant des masses marquées, elles sont connues à moins de 1% près).

Vous allez changer la masse  $m_2$  centrale et mesurer l'angle  $\alpha$ .

On admet que les fils sont de masse négligeable ainsi que l'anneau placé au point de concours des fils.

Par ailleurs, on admet que les poulies sont idéales et que leur seul rôle est de changer les directions des forces dit autrement que les tensions de part et d'autres sont égales en norme.



Attention : les mesures d'angles doivent être faites avec le maximum de soin.

Compléter le tableau de mesures ci-dessous :

$m_2$ /g	100	120	150	170	180
$\alpha$ / degré					
$\cos \alpha$					

**Exploitation**

a) pendant la séance de TP : f

faire sur la calculette, le graphe  $Y = f(X)$  avec  $X = m_2^2$  et  $Y = 2 \cdot m_1 \cdot m_3 \cdot \cos \alpha$

Suivant le graphe obtenu et son allure, refaire les mesures pour les valeurs qui semblent incorrectes

b) pour le compte rendu

Recopier le tableau de résultats ainsi que X et Y dans un tableur (**attention aux CS !**)

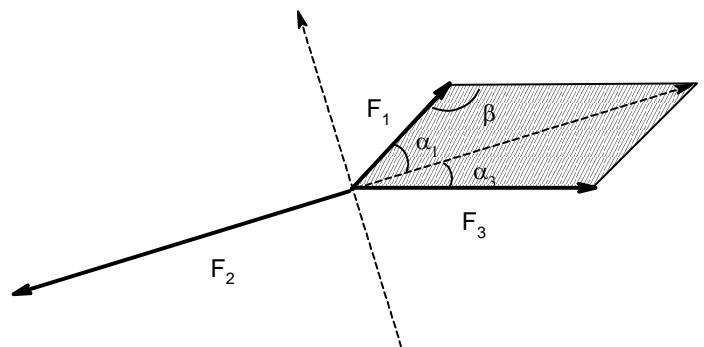
Faire, le graphe  $Y = f(X)$  les grandeurs étant exprimées dans les unités normalisées

**Questions (pour le compte rendu)**

**A. Etablissement de la relation entre les masses**

Soit le schéma des forces contre volontairement déformé par rapport à la situation expérimentale

- 1) A quelles grandeurs de l'expérience correspondent les forces  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  et  $\vec{F}_3$  ?
- 2) Quelle est la relation vectorielle entre les trois forces  $\vec{F}_1$ ,  $\vec{F}_2$  et  $\vec{F}_3$  ?
- 3) Pour établir la relation entre  $F_1$ ,  $F_2$  et  $F_3$  et les angles  $\alpha_1$  et  $\alpha_2$ , projeter la relation vectorielle de la question 2) :
  - a) Sur la direction de  $F_2$  dirigée dans le sens de  $F_2$
  - b) Sur la direction perpendiculaire à  $F_2$  (représenté sur le schéma)



On rappelle que  $\cos(a + b) = \cos(a) \times \cos(b) - \sin(a) \times \sin(b)$  et  $\cos(\pi - a) = -\cos(a)$

4) A partir des résultats précédents, montrer que l'on a la relation :

$$m_2^2 = m_1^2 + m_3^2 + 2 m_1 \cdot m_3 \cdot \cos \alpha \quad (1)$$

Première S

**B. Exploitation des mesures**

- 5) D'après la relation (1) que doit être l'allure du graphe  $Y = f(X)$  ?
- 6) Le graphe obtenu est-il conforme **qualitativement** et **quantitativement** à ce qui est attendu ?  
*Rem : Bien réfléchir à ce que veut dire « quantitativement » !*
- 7) Dans la manipulation, quelle est la principale d'incertitude ?
- 8) Pourquoi est-il plus judicieux de mettre **cos  $\beta$**  en ordonnée plutôt qu'en abscisse ? (*La question serait la même dans la Partie I : pourquoi étudie-t-on  $\Delta l = f(m)$  plutôt que  $m = f(\Delta l)$  ?*)

Si on avait étudié le graphe  $Y' = f(X)$  avec  $X = m_2^2$  et  $Y' = \cos \beta$

- 9) L'allure du graphe serait-elle changée ?
- 10) Qu'est ce qui serait différent entre le graphe  $Y' = f(X)$  et le graphe  $Y = f(X)$  effectivement tracé ?
- 11) Quel peut donc être l'intérêt de tracer  $Y = f(X)$  plutôt que  $Y' = f(X)$  ?