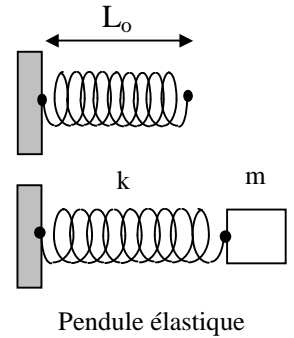


ETUDE D'UN PENDULE ELASTIQUE VERTICAL

Objectifs: déterminer la constante de raideur **k** d'un ressort en utilisant deux méthodes.

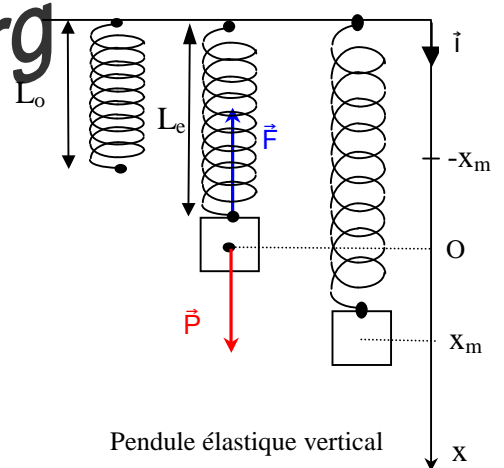
1) Définition

- Un pendule élastique est constitué:
 - d'un solide de masse **m** (en kg)
 - d'un ressort de constante de raideur **k** (en $N.m^{-1}$), de longueur à vide **L₀** et de masse négligeable devant **m**.



2) Période propre d'oscillation, T₀

- Placé verticalement, le pendule élastique adopte une position d'équilibre stable pour une longueur de ressort égale à **L_e**. On repère cette position d'équilibre stable par **x = 0**.
- Le pendule élastique est mis en oscillation en écartant la masse de sa position d'équilibre stable, et en la lâchant sans vitesse initiale. Le pendule oscille autour de **x = 0** entre les valeurs **x = -x_m** et **x = +x_m**.
- On montre que la période propre **T₀** du pendule élastique vertical est



égale à celle du pendule élastique horizontal:

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

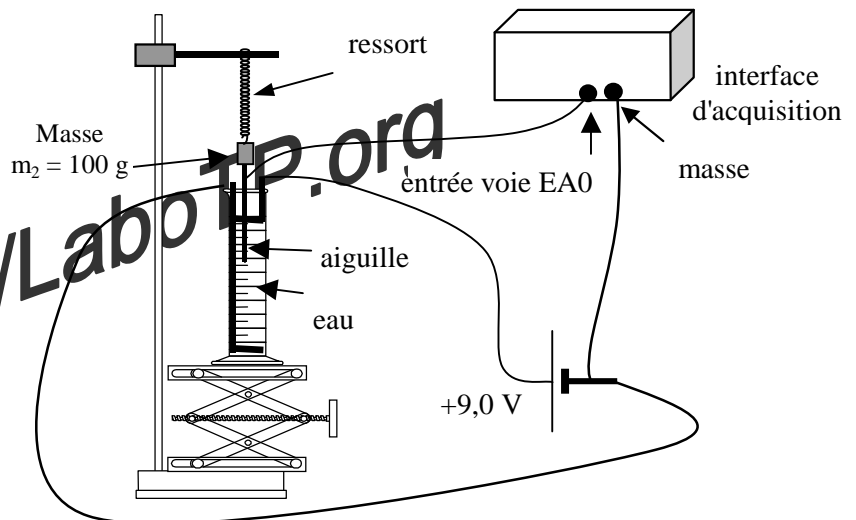
3) Méthode statique

Donnée: soit un solide de masse **m** attaché à l'extrémité d'un ressort vertical de constante de raideur **k** et de longueur à vide **L₀**. Le ressort s'allonge d'une longueur $\Delta L = L_e - L_0$, où **L_e** est la longueur du ressort à l'équilibre. À l'équilibre, le poids $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$ et la force de rappel du ressort $\vec{F} = -k \cdot \Delta L \cdot \vec{i}$ se compensent. On a alors la relation: **k · ΔL = m · g** avec $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$. Cette relation n'est vérifiée que dans la limite d'élasticité du ressort: pour ne pas dépasser la limite d'élasticité du ressort, on ne prendra pas de masse au-delà de **300 g**.

- Suspendre au ressort la masse marquée qui permettra en une seule mesure de déterminer la valeur de **k** avec la meilleure précision. Justifier votre choix de masse.
- Mesurer précisément l'allongement **ΔL** du ressort (attention aux unités), et en déduire une valeur de la constante de raideur **k**. Préciser l'unité de **k**.

4) Méthode dynamique

- Réaliser le montage suivant et le faire vérifier.
- La masse de l'aiguille est : **m₁ = 8 g**.
- La masse marquée **m₂ = 100 g** doit pouvoir osciller librement sans frottements, dans l'éprouvette graduée remplie d'eau. Initialement la pointe de l'aiguille doit être centrée entre les deux électrodes en cuivre.



- On note : **M = m₁ + m₂**.

• Lorsque le système oscille verticalement, la tension $u(t)$ mesurée entre la masse et la pointe de l'aiguille est proportionnelle à $x(t)$ (écart du centre d'inertie de la masse marquée par rapport à la position d'équilibre).

• Dans **Synchronie**:

- **Fichier** → **Nouveau** → **Réinitialisation complète**
- **Paramètre** → **Entrée**: nommer u la tension visualisée sur la voie **EA0**;
→ **Acquis**: **1000** points avec une durée totale de **4 s**.

- Allumer le générateur de tension et le régler sur **9,0 V**.
- Écarter le pendule verticalement, de **1 cm** environ, de sa position d'équilibre puis le lâcher sans vitesse initiale.
- Réaliser l'acquisition, en appuyant sur **F10**. Icône **Calibrage global**. Vérifier qu'elle a l'allure du **document n°2**.

• Mesurer la période T_0 des oscillations avec l'outil **Réticule** (mesurer plusieurs périodes). Compléter alors la colonne correspondante du tableau.

• Réaliser de même les autres mesures.

M (kg)	0,108	0,158	0,208	0,258	0,308
T_0 (s)					
T_0^2 (s ²)					

• Sur le logiciel Synchronie tracer le graphe: $T_0^2 = f(M)$:

- **Fichier** → **Nouveau** → **Réinitialisation complète**
- **Mode Tableur**: créer les variables T_0^2 en **s²** et M en **kg** et entrer les valeurs du tableau.
- **Mode fenêtre n°1**:
- **Paramètre** → **Courbe**: choisir T_0^2 . Cocher **1**.

→ **Fenêtre**: choisir M en abscisse: min à **0** et max à **0,4**; en ordonnée min à **0** et max à **0,5**

Vérifier que l'allure du graphe est identique à celle du **document n°3**.

- 1) Quelle est l'allure du graphe ? Conclusion ?
- 2) Avec l'icône **Modélisation** faire calculer le coefficient directeur du graphe, noté a .
- 3) En utilisant l'expression de la période T_0 , déduire l'expression puis une valeur de la constante de raideur k .
- 4) Comparer avec la valeur obtenue avec la méthode statique: écart relatif.

