

DM de physique n° 1

Exercice : Mesurage de la raideur d'un ressort

On observe que lorsqu'on exerce une force F modérée sur l'extrémité d'un ressort celui-ci se déforme d'une longueur $\Delta\ell$ proportionnelle à la force : $F = k\Delta\ell$. On définit la raideur k du ressort (en $\text{N} \cdot \text{m}^{-1}$) comme la constante de proportionnalité entre la force F et la déformation $\Delta\ell$ du ressort. Plus la raideur est élevée et plus le ressort est difficile à déformer.

1. Déterminer la dimension de k en fonction de M, L et T, dimensions respectives d'une masse, d'une longueur et d'un temps.

Il existe plusieurs manières de mesurer la raideur k d'un ressort élastique. On peut par exemple y accrocher une masse et mesurer la période des oscillations du système. On peut également exercer une force connue sur le ressort et mesurer sa déformation. Un expérimentateur effectue le mesurage en utilisant la première méthode. Il suit le protocole suivant :

- Accrocher un ressort à une potence, en position verticale.
- Mesurer à la balance électronique la valeur m d'une masse.
- Attacher cette masse à l'extrémité basse du ressort.
- Une fois le système en équilibre, tirer légèrement sur la masse et la lâcher sans vitesse initiale.
- Mesurer la durée de dix oscillations au chronomètre. En déduire la valeur de la période T_0 des oscillations.
- Reproduire dix fois le mesurage de T_0 en effectuant à chaque fois les mêmes gestes.

On rassemble dans un tableau les valeurs de période obtenues lors des différents mesurages.

Test	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
T_0 (s)	0,543	0,526	0,532	0,540	0,535	0,545	0,529	0,534	0,522	0,537

2. À l'aide d'un modèle théorique simplifié du système {masse + ressort}, négligeant notamment tout frottement, on peut montrer que la période des oscillations T_0 vérifie la relation suivante :

$$T_0 = 2\pi \times m^\alpha \times k^\beta$$

Déterminer, en le justifiant, les valeurs de α et β .

3. Déterminer l'incertitude-type $u(T_0)$ associée au mesurage de la période des oscillations.
4. Déterminer la valeur moyenne $\overline{T_0}$ puis l'incertitude-type $u(\overline{T_0})$ sur cette moyenne.
5. La valeur affichée par la balance est $m = 50,3 \text{ g}$. On lit dans la notice que la précision (c'est-à-dire la tolérance) est de $0,1 \text{ g}$. Peut-on négliger l'incertitude sur m comparée à celle sur $\overline{T_0}$? On détaillera le raisonnement.
6. Déterminer la raideur du ressort avec son incertitude-type.
7. En utilisant la méthode de traction on obtient : $k = 6,979 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$; $u(k) = 0,011 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$. Les valeurs obtenues par les deux méthodes sont-elles compatibles entre elles ?
8. La masse m utilisée dans cette expérience est une masse-étalon. Le fabricant précise que la valeur est de 50 g avec une tolérance de 1% . Est-ce cohérent avec la valeur affichée par la balance électronique ?