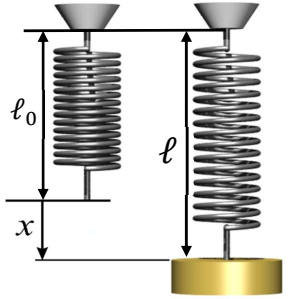
TP 3 : Loi de Hooke

Les points du programme :
- Mettre en œuvre un protocole expérimental permettant d'étudier une loi de force.

Problématique :
Un ressort qui n'est soumis à aucune force possède une certaine longueur qu'on appelle longueur à vide ou longueur au repos ℓ_0. Si on augmente sa longueur, le ressort exerce une force de rappel d'intensité T. La nouvelle longueur vaut alors $\ell_0 + x$ où x désigne l'allongement du ressort.



La loi de Hooke permet de relier l'allongement à la force de rappel du ressort. Pour un allongement raisonnable, la force de rappel est proportionnelle à l'allongement x du ressort.
Le coefficient de proportionnalité associé à cette loi est noté k et s'appelle la ***raideur*** du ressort.

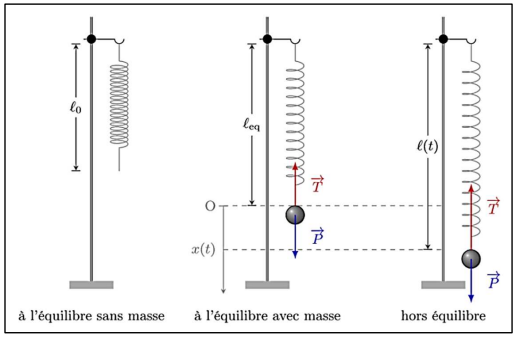
On souhaite vérifier que cette loi s'applique bien au ressort dont on dispose et déterminer la valeur du coefficient de raideur de celui-ci.

Matériel :
- un ressort ;
- une potence avec réglet ;
- une boite de masses marquées ;
- un ordinateur avec Regressi ;
- votre smartphone avec Phyphox.

1. Travail préparatoire (à faire avant la séance)

Q1. A partir de la loi de Hooke, déterminer l'unité de la constante de raideur k dans le système international (S.I.).

Q2. Dans la situation où le ressort est à l'équilibre avec masse (voir schéma ci-contre), quelle relation existe-t-il entre la norme de la force de rappel et la norme du poids de la masse suspendue ?
Rappeler le lien entre la norme du poids et la masse.



Si on écarte la masse de la position d'équilibre puis qu'on la lâche, celle-ci décrit alors des oscillations dont la période vaut T_0.

Q3. Lister les différentes grandeurs susceptibles d'avoir une influence sur la période T_0 et grâce à une analyse dimensionnelle, proposer une formule permettant de déterminer cette période.
Indication : la formule comprend un facteur multiplicatif sans dimension qui vaut 2π.

2. Première méthode (statique)

Q4. Proposer un protocole permettant de vérifier la loi de Hooke et de déterminer la constante de raideur du ressort.

Q5. Après validation par l'enseignant, le mettre en œuvre.

3. Seconde méthode (dynamique)

Q6. Proposer un deuxième protocole permettant la mesure de la constante de raideur du ressort cette fois grâce à la période d'oscillation T_0 (on veillera à optimiser ce dernier de manière à rendre la mesure la plus précise possible).

Q7. Après validation par l'enseignant, le mettre en œuvre.

Pour les plus rapides, possibilité de réaliser un enregistrement avec Phyphox :

L'application Phyphox (phyphox.org) permet d'accéder aux données brutes des nombreux capteurs d'un smartphone. Les données issues de la centrale inertielle, composées de trois accéléromètres et de trois gyromètres orientés selon trois axes orthogonaux, permettent par exemple de mesurer l'accélération subie par l'appareil, ainsi que sa vitesse angulaire.
Il est possible d'exporter les données issues d'une mesure avec Phyphox :
- Appuyer sur les trois points en haut à droite de l'écran ;
- Appuyer sur « Exporter les mesures » ;
- Choisir « CSV (Comma, decimal point) » ;
- Appuyer sur exporter les mesures.

Ces mesures peuvent ensuite être importées dans Regressi en ouvrant le fichier ainsi enregistré (format .csv à préciser).

4. Analyse et conclusions

Q8. Comparer et interpréter les résultats obtenus avec les deux protocoles.

Comparaison entre deux valeurs

Considérons deux valeurs mesurées x_1 et x_2 assorties de leurs incertitudes-types $u(x_1)$ et $u(x_2)$. On définit l'***écart normalisé*** z par :

$$z = \frac{|x_1 - x_2|}{\sqrt{u(x_1)^2 + u(x_2)^2}}$$

De nombreux domaines scientifiques ont convenu d'un seuil de 2 pour cet écart normalisé :
- Si $z < 2$, alors les résultats de mesure sont compatibles,
- Si $z \geq 2$, alors les résultats de mesure sont incompatibles.

Pour rappel, on considère que le coefficient d'élargissement vaut 2 et que par conséquent, l'incertitude-type $u(x)$ est égale à la moitié de l'incertitude élargie $U(x)$: $x = x_{mes} \pm 2.u(x)$