

Des ondes pour observer et mesurer.	TP 1 : <u>Etude expérimentale des oscillateurs</u> <u>mécaniques</u>
CHAPITRE I. LES OSCILLATEURS	

Objectifs :

- Caractériser la réponse temporelle de différents systèmes physiques soumis à une perturbation en utilisant les capteurs appropriés.
- Identifier la ou les grandeur(s) vibratoire(s).
- Qualifier les oscillations libres d'un système : oscillations pseudo-périodiques, quasi-sinusoïdales, amorties.
- Modéliser analytiquement, à partir d'enregistrements, les réponses correspondant aux différents régimes d'oscillations d'un système à un degré de liberté : harmonique, apériodique, pseudo-périodique.

Compétences travaillées :

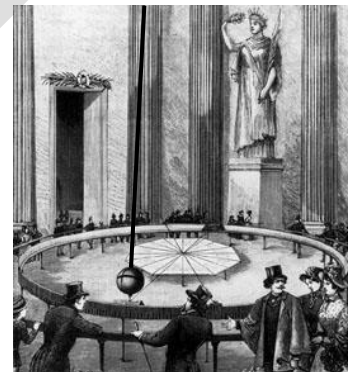
APP 😊 😐 😞	REA 😊 😐 😞	ANA 😊 😐 😞	VAL 😊 😐 😞
------------------	------------------	------------------	------------------

Document 1 :

Un pendule est un système qui, écarté de sa position d'équilibre, y retourne en décrivant des oscillations, sous l'effet d'une force, par exemple la pesanteur. Le mot pendule (nom masculin), dû à Huygens, vient du latin « pendere » qui signifie « pendre ». Le pendule de Foucault ci-contre est l'un des plus connus.

Une oscillation est un mouvement périodique de va et vient de part et d'autre d'une position d'équilibre.

Un mouvement est périodique s'il se reproduit de façon identique à intervalles de temps réguliers appelés période T . Sa fréquence N correspond au nombre de périodes effectuées par seconde et s'exprime en Hz.

**Document 2 :**

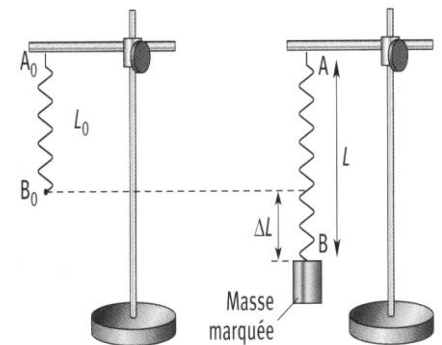
Un ressort est un objet élastique, le plus souvent en acier trempé, ayant la propriété de reprendre sa forme initiale après avoir subi une déformation.

Souvent, une des extrémités du ressort est fixe tandis qu'on exerce sur l'autre extrémité une force F qui crée la déformation.

La déformation conduit à une variation de longueur ΔL du ressort qui est proportionnelle à la valeur F de la force, et on peut écrire : $F = k \cdot \Delta L$.

Le coefficient k s'appelle **constante de raideur** du ressort utilisé.

Dans le cas du montage ci-contre, on peut montrer que lorsque la masse est en équilibre, la force exercée par la masse m sur le ressort est égale à son poids. On prendra $g=10N \cdot kg^{-1}$.

**I. LE PENDULE ELASTIQUE****A. Etude statique de la constante de raideur d'un ressort :**

1. **REA** Représenter sur le schéma du doc 2, pour une masse marquée de 50g, et en précisant l'échelle choisie :
 - en bleu la force \vec{F}_1 exercée par la masse sur le ressort
 - en rouge la force \vec{F}_2 exercée par le ressort sur la masse
2. **REA** Déterminer en la justifiant l'unité de la constante de raideur k du ressort.
3. **ANA** Proposer un protocole pour déterminer la valeur de k
4. **REA** Mettre en œuvre ce protocole, effectuer les mesures nécessaires puis calculer k .

B. Le pendule élastique :

Il est constitué par une masse m accrochée à un ressort de constante de raideur k , lui-même suspendu à un support fixe. Prendre $m=50,0g$ pour effectuer la première expérience.

- REA** Ecarter la masse m de sa position d'équilibre, verticalement, puis la lâcher sans vitesse initiale.
REA Décrire le mouvement observé.
- VAL** On dit que ce mouvement est **pseudo-périodique**. Pourquoi ?
- ANA** Proposer un protocole pour mesurer le plus précisément possible la valeur de cette pseudo-période T .
- REA** Mettre en œuvre ce protocole pour $m=50,0g$ et effectuer les mesures nécessaires pour déterminer la valeur de T .
- REA** Effectuer les mesures pour compléter le tableau suivant :

m en kg	0,050				
T en s					

- REA** Proposer un protocole pour vérifier que ces mesures sont compatibles avec la relation $T=2.\pi\sqrt{m/k}$ en utilisant le tableur REGRESSI.

Lorsque ce protocole a été mis en œuvre, **appeler le prof pour vérification**

- **VAL** Quelle est la valeur de k déduite de ces mesures ?
- **VAL** Comparer avec la valeur trouvée précédemment : calculer l'écart relatif par rapport à la valeur moyenne des deux mesures effectuées.

II. LE PENDULE PESANT:

1.Définition des pendules pesants: ce sont des solides suspendus et qui peuvent effectuer quelques oscillations de part et d'autre de leur position d'équilibre.

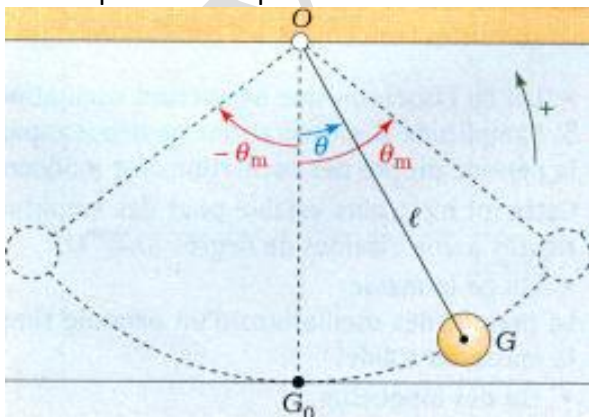
Ex : balancier d'horloge, balançoire ...

Description théorique du pendule simple

Un pendule simple est constitué d'un solide de masse m , de petite dimension, suspendu par un fil fin inextensible de masse négligeable et de longueur l très supérieure à la dimension du solide.

Un tel pendule peu sensible aux frottements, peut effectuer de très nombreuses oscillations.

Un pendule simple est donc une modélisation simplificatrice du pendule pesant.



θ : Abscisse angulaire (grandeur vibratoire)

θ_m : Amplitude des oscillations

Les forces agissant sur la masse ponctuelle M sont :

- La tension T transmise par le fil,
- Le poids P , d'intensité Mxg .

2. CAS D'OSCILLATIONS LIBRES NON AMORTIES :

2.1. REA Ecarter le fil de la verticale et le lâcher sans vitesse initiale, observer et décrire le mouvement du pendule.

2.1.a. **ANA** Quelles sont les grandeurs caractéristiques de ce mouvement ?

2.1.b. **ANA** Quels sont les paramètres pouvant influencer sur la période ?

2.2. Mesure de la période d'oscillation du pendule :

On se place dans le régime des petites oscillations ($\theta < 30^\circ$) : le mouvement du pendule est alors périodique (isochronisme des petites oscillations) et on peut utiliser la formule simple de la période du pendule :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

REA On lâche le pendule sans vitesse initiale.

- Mesurer la période T à l'aide du chronomètre sur un nombre assez important d'oscillations (≈ 20).
- Répéter la mesure plusieurs fois (au moins 5 fois). Attention : pour chaque mesure, compter toujours exactement le même nombre d'oscillations.

Interprétation des mesures : Vous allez maintenant, à partir de vos N mesures, rechercher une valeur approchée de la période du pendule **VAL** :

- Calculer la valeur moyenne de la période, puis l'écart-type des mesures.
- Donner l'intervalle contenant la « vraie » valeur de la période avec une probabilité de 95%.

2.3. ANA Proposer un protocole pour déterminer l'influence de la longueur du fil sur la période.

Mettre en œuvre ce protocole, effectuer les mesures nécessaires dans le régime des petites oscillations, estimer les incertitudes de mesures associées puis vérifier que vos résultats sont en accord avec la formule de la période du pendule (**VAL**).

2.4. Même chose pour l'influence de la masse.

2.5. ANA Proposer un protocole pour déterminer l'influence de l'angle de lancement sur la période :

- Mettre en œuvre ce protocole, effectuer les mesures nécessaires dans le régime des petites oscillations, estimer les incertitudes de mesures associées. Vérifier que la formule simple de la période reste valable pour les mesures effectuées.
- Mesurer maintenant la période des oscillations pour différentes valeurs de θ comprises entre 0 et 70° . Représenter graphiquement la période en fonction de θ .
- A partir de quel angle ne pouvons-nous plus déterminer la période du pendule par la formule simple ? Quelle est l'erreur effectuée aux grands angles avec cette formule ? **VAL**

2.6. Remarque :

Pour étudier le rôle de la gravité sur la valeur de la période du pendule, il faudrait étudier l'influence de l'inclinaison du plan de l'oscillation, ce qui n'est pas envisageable avec le matériel dont nous disposons.

2.7. Conclusions

2.7.a. Quelles sont les grandeurs dont dépend la période des oscillations ? **VAL**

2.7.b. Comment changera-t-elle si on mesure la période des oscillations sur la Lune ? **VAL**

3. INFLUENCE DE L'AMORTISSEMENT

3.a. Prendre à présent le gros pendule en polystyrène, choisir un longueur de fil utilisée précédemment et le lâcher sans vitesse initiale. Observer le mouvement et noter vos remarques. Comment peut-on expliquer ces modifications du mouvement du pendule ? Mesurer la « période » de ce mouvement. **REA VAL**

3.b. Que se passerait-il si on augmentait encore l'amortissement du pendule ? **ANA**