[TP Physique 3] Étude d'un pendule

L'objectif est de mesurer la période d'un pendule simple en utilisant un pointage d'une video de mesurer l'intensité de la pesanteur. De plus, on cherche à modéliser la dépendance de la période avec l'amplitude des oscillations.

Matériel à disposition

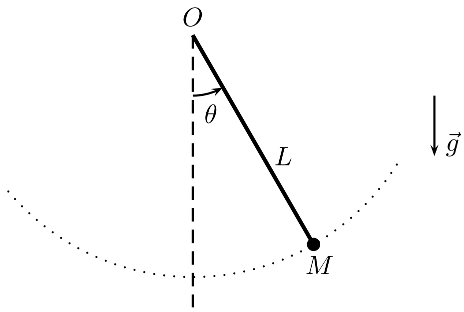
pendule simple
demi-rapporteur
mètre
système d'accroche pour smartphone

Considérons un pendule simple de longueur L dans le champ de pesanteur. Il est régi par l'équation différentielle suivante portant sur l'angle $\theta(t)$ entre le fil et la verticale :

$$\frac{\mathrm{d}^2\theta}{\mathrm{d}t^2} + \frac{g}{L}\sin(\theta) = 0$$

Dans le cas de petites oscillations, c'est un oscillateur harmonique de période propre :

$$\boxed{T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}}$$



Partie A. Mesure précise de la période des petites oscillations

L'objectif de cette partie de mesurer précisément la période de petites oscillations afin d'en déduire la valeur de g grâce à la formule précédente.

- ❏ Mesurer la longueur L du pendule, depuis le point d'accroche en haut jusqu'au milieu de la boule suspendue. Évaluer l'incertitude-type de cette mesure.
- ❏ Mettre en place un dispositif d'enregistrement video face au pendule. Assurer la verticalité de l'appareil ainsi son orientation parallèle au plan des oscillations.
- ❏ Lâcher le pendule incliné d'un angle d'environ 20° par rapport à la verticale. Filmer pendant quelques périodes.
- ❏ Transférer la video dans un logiciel de pointage *Tracker*. Placer l'origine au point d'accroche du pendule et calibrer le logiciel en utilisant la longueur L.
- ❏ Pointer le centre de la boule sur 2 ou 3 périodes. Copier les données dans *Regressi*.
  Note : on décochera « Include Headers » dans le menu « Copier des donnés » de *Tracker*, puis on définira les grandeurs et leur unité dans *Regressi*.
- ❏ Dans le tableur, ajouter comme paramètre la valeur de L avec son incertitude-type. Indiquer également l'incertitude-type estimée sur les positions x et y du pointage. L'incertitude-type sur le temps t est négligeable.
- ❏ Modéliser le graphe de $x = f(t)$ en utilisant un modèle d'oscillation sinusoïdale. En déduire la valeur de la période T avec son incertitude-type. Pour ce faire, on n'oubliera pas de sélectionner les options adéquates dans le menu *Options de modélisation*.
- ❏ Dans le tableur, ajouter une nouvelle grandeur : l'intensité de la pesanteur g, que l'on fait calculer sous forme de fonction de L et T. Donner sa valeur avec son incertitude-type. Comparer avec la valeur de référence $g = 9{,}81\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-2}$.

Enregistrer le fichier *Regressi* et le téléverser sur cahier-de-prepa dans l'onglet *Transfert de documents*.

Partie B. Dépendance en amplitude

Le pendule simple n'est un oscillateur harmonique que pour des oscillations de faible amplitude. La période s'allonge quand l'amplitude augmente. Pour des amplitudes modérées, la formule de Borda s'applique :

$$T = T_0\left(1 + \frac{\theta_m^2}{16}\right)$$

où T_0 est la période propre. On souhaite vérifier la validité de cette formule.

- ❏ Filmer les oscillations pour différentes amplitudes angulaires comprises entre 0 et 90°. Une période suffit à chaque fois.
- ❏ Exploiter les videos en les visionnant image par image pour déterminer l'amplitude angulaire θ_m (à convertir en radians) et la période T. Estimer leur incertitude-type.
- ❏ Représenter T en fonction de θ_m dans un tableur.
- ❏ Modéliser le graphe avec la formule de Borda. L'accord est-il bon ?