

Le pendule simple Protocole

BUT

Le but principal du laboratoire est de vérifier que la période d'oscillation T d'un pendule simple dépend seulement de sa longueur L et correspond à :

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

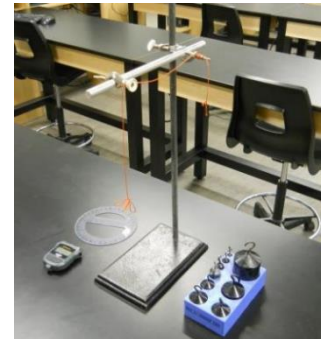
où g est le module du champ gravitationnel. Pour valider cette équation à partir de vos données, vous devrez déterminer expérimentalement la valeur de l'accélération gravitationnelle g_{exp} et vérifier qu'elle concorde avec la valeur théorique $g_{\text{théo}} = 9,8 \text{ m/s}^2$.

Vous devrez également montrer à l'aide de vos données que la période T du pendule ne dépend pas de la masse m ni de l'amplitude d'oscillation θ_0 (si on limite à de « petites » amplitudes).

MATÉRIEL

Au laboratoire, vous avez à votre disposition le matériel suivant :

- support universel avec tige
- chronomètre
- ficelle
- ruban à mesurer
- ensemble de masses
- rapporteur d'angles




MANIPULATIONS

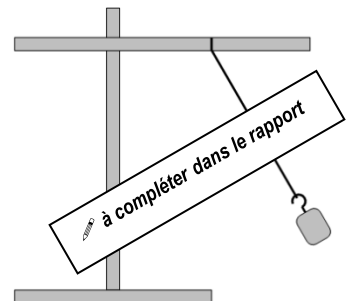
1 PREMIÈRE PARTIE : Familiarisation avec le montage et les prises de mesures

1.1 Précision concernant les mesures de L

(a) Sur le schéma ci-contre, indiquez clairement à l'aide d'une double flèche (\leftrightarrow) la bonne distance à mesurer qui correspond à la longueur L du pendule.


(b) Écrivez un court texte pour justifier/expliciter votre choix. (Au besoin, consultez la section 1.3 du livre.)

 à compléter dans le rapport



1.2 Précision concernant les mesures de T

Écrivez un court texte pour justifier/expliciter comment vous allez procéder pour mesurer la période T du pendule avec le chronomètre. En particulier, y a-t-il un « truc » particulier que vous allez effectuer dans le but d'obtenir une mesure de T la plus précise possible (et donc avoir la plus petite incertitude possible) ?

 à compléter dans le rapport




Pour les parties 2, 3 et 4 ainsi que pour l'analyse qui sera faite une fois les manipulations terminées, vous aurez besoin du fichier Excel « [TemplatePendule.xlsx](#) » disponible sur le site web du professeur.

2 DEUXIÈME PARTIE : Période T en fonction de l'amplitude θ_0

Choisissez d'abord une valeur de longueur L et une valeur de masse m qui demeureront constantes pour toutes vos mesures de la partie 2. Mesurez la période T pour des amplitudes θ_0 de 5° , 10° , 15° et 20° . Notez vos résultats dans le **TABLEAU 1** du fichier Excel.

2.1 Estimation de l'incertitude $\delta\theta_0$ pour les angles mesurés

Expliquez comment vous avez déterminé l'incertitude $\delta\theta_0$ pour vos mesures d'angles.

 à compléter dans le rapport

Dans la partie **ANALYSE**, vous aurez à tracer un graphique des données brutes de votre **TABLEAU 1** auquel vous ajouterez des barres d'erreurs afin de mettre en évidence que la période ne dépend pas de l'amplitude.

3 TROISIÈME PARTIE : Période T en fonction de la masse m

Choisissez d'abord une valeur d'amplitude θ_0 (située entre 5° et 20°) et une valeur de longueur L qui demeureront constantes pour toutes vos mesures de la partie 3. Mesurez la période T pour des masses m de 50 g, 100 g, 200 g et 500 g. Notez vos résultats dans le **TABLEAU 2** du fichier Excel. (Pour les valeurs des masses m , nous allons considérer dans ce laboratoire qu'elles possèdent chacune une incertitude absolue $\delta m = 1$ g.)


Dans la partie **ANALYSE**, vous aurez à tracer un graphique des données brutes de votre **TABLEAU 2** auquel vous ajouterez des barres d'erreurs afin de mettre en évidence que la période ne dépend pas de la masse.

4 QUATRIÈME PARTIE : Période T en fonction de longueur L du pendule

Choisissez d'abord une valeur d'amplitude θ_0 (située entre 5° et 20°) et une valeur de masse m qui demeureront constantes pour toutes vos mesures de la partie 4. Mesurez la période T pour des longueurs L de 20 cm, 25 cm, 30 cm, 35 cm et 40 cm. Notez vos résultats dans le **TABLEAU 3.1** du fichier Excel.


4.1 Estimation de l'incertitude δL sur la longueur du pendule

Expliquez comment vous avez déterminé l'incertitude δL pour vos mesures de la longueur du pendule.

 à compléter dans le rapport

4.2 Linéarisation de l'équation théorique de la période en fonction de la longueur

Afin de mettre en évidence que la période T dépend de la longueur L du pendule, posez les variables transformées afin d'obtenir un graphique linéaire de la forme $Y = MX + B$ et de calculer la valeur expérimentale g_{exp} de l'accélération gravitationnelle.

 à compléter dans le rapport

SIGNATURE : Demandez à votre professeur qu'il vérifie vos variables transformées.

Les manipulations sont terminées.

ANALYSE

Lorsqu'on exprime une mesure expérimentale sous la forme $x = (\tilde{x} \pm \delta x)$, il est important que les valeurs \tilde{x} et δx respectent les règles de la nomenclature, c'est-à-dire qu'elles possèdent le nombre de chiffres significatifs et le nombre de décimales appropriés.

Cela devra être fait pour l'ensemble des calculs demandés ci-dessous ainsi que pour vos tableaux de données.

A.1 Ajustement du nombre de décimales affichées dans Excel

Ajustez le nombre de décimales affichées dans votre **TABLEAU 1** et votre **TABLEAU 2** afin que chacune de vos mesures (et leur incertitude) respectent les règles de la nomenclature.

A.2 Graphiques des données brutes pour les parties 2 et 3

Tracez le **GRAPHIQUE 1** (nuage de points) de T en fonction de θ_0 à partir des données de votre **TABLEAU 1**. Votre graphique doit respecter les consignes de mise en forme habituelle (titres, axes, quadrillage adéquat, etc).


Vous devez également ajouter des barres d'erreurs à votre graphique afin de bien représenter l'incertitude sur vos mesures. Consultez au besoin le document « [AnnexeBarresErreurs.pdf](#) » disponible sur le site web du professeur.

Refaites les mêmes étapes afin d'obtenir le **GRAPHIQUE 2** à partir des données de votre **TABLEAU 2**.

À partir de maintenant, toutes les questions ci-dessous concernent les résultats obtenus à la partie 4.

A.3 Calcul de l'incertitude δT sur la période

Quelle est l'incertitude δT sur les valeurs des périodes que vous avez obtenues expérimentalement ? Montrez un exemple de calcul.


 à compléter dans le rapport

A.4 Tableaux des variables transformées

À partir de vos données du **TABLEAU 3.1** et des variables transformées X et Y que vous déterminées à l'étape 4.2, complétez le **TABLEAU 3.2** dans le fichier Excel.

A.5 Calcul de l'incertitude δX sur la variable transformée

Pour la première ligne de votre **TABLEAU 3.2** servant à faire le graphique des variables transformées, montrez votre calcul ayant servi à obtenir l'incertitude δX sur la variable X . Utilisez la **méthode différentielle** ou les **lois simplifiées**.

 à compléter dans le rapport

A. 6 Graphique des variables transformées


Tracez le **GRAPHIQUE 3** (nuage de points) de Y en fonction de X à partir des données de votre **TABLEAU 3.2**. Votre graphique doit respecter les consignes de mise en forme habituelle (titre, axes, quadrillage adéquat, etc.) Ajoutez une courbe de tendance linéaire à votre graphique et remplacez dans l'équation affichée les variables x et y par les variables de votre expérience.

Comme vous l'avez fait pour les graphiques 1 et 2, ajoutez des barres d'erreurs.

A. 7 Calcul de la valeur expérimentale g_{exp} et de son incertitude


Dans l'espace prévu à cet effet dans le rapport, recopiez la valeur de votre pente M et de son incertitude δM calculées dans les cases rouges (vous devrez ajuster vos valeurs M et δM afin de respecter le bon nombre de chiffres significatifs et le bon nombre de décimales). Spécifiez également les unités de la pente M .

Faites les calculs nécessaires pour obtenir le module du champ gravitationnel expérimental g_{exp} et son incertitude. Utilisez la **méthode différentielle** ou les **lois simplifiées**.

 à compléter dans le rapport

A. 8 Diagramme de concordance

Tracez un diagramme de concordance et dites si votre valeur de g_{exp} concorde avec la valeur de référence $g_{\text{théo}} = 9,8 \text{ m/s}^2$.

 à compléter dans le rapport

Instructions pour la remise du rapport

- Répondez à toutes les questions dans le **Rapport**.
- Imprimez (sur une seule page) les **GRAPHIQUES 1** et **2** ainsi que leurs tableaux de données associés.
- Imprimez (sur une seule page) le **GRAPHIQUE 3** ainsi que les tableaux de données associés.
- Brochez ensemble votre rapport et vos trois graphiques et remettez le tout au moment indiqué par votre professeur.