

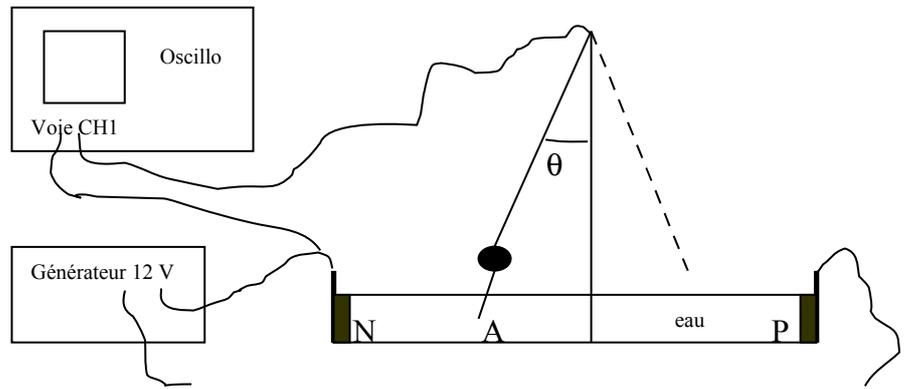
TP de physique : pendule amorti

I Buts du TP

- Observer les oscillations amorties d'un pendule simple à l'aide d'un oscilloscope à mémoire ;
- Mettre en évidence l'existence d'une pseudopériode pour un amortissement qui ne soit pas trop fort.
- Mettre en évidence la loi d'isochronisme des petites oscillations.
- Retrouver la dépendance de la longueur du pendule sur sa période.

II Oscillateur amorti

1) Dispositif expérimental



La cuve est munie de deux plaques de cuivre connectées aux bornes d'un générateur de tension continue de 12 V. Le pendule est constitué d'une boule d'acier munie d'une pointe métallique qui se trouve en contact avec l'eau. Un oscilloscope à mémoire permet de mesurer et d'enregistrer les variations de la tension entre le point de contact du fil avec l'eau et la plaque reliée au pôle - du générateur. Ce pôle étant relié à la terre devra **forcément** être au même potentiel que la masse (entrée noire) de la voie 1 de l'oscilloscope. La variation de la tension enregistrée reproduit fidèlement la variation de l'écart angulaire θ .

- Remplir la cuve d'eau sur 3 cm.
- Choisir une longueur de fil de 30 cm (distance entre le point d'attache et le centre de gravité de la boule métallique) de telle sorte que :
 - la pointe située sur la boule doit rester au contact de l'eau même lorsque le pendule est écarté de sa position d'équilibre stable pour un angle le plus grand possible ,
 - la pointe ne doit pas toucher le fond de la cuve,
 - au repos, la pointe doit être au centre des cercles du fond de la cuve.
- Choisir un calibre de 1V/div sur la voie 1 de l'oscilloscope et un balayage de façon à obtenir un enregistrement sur l'écran de 10 s environ.
- Menu CH1 : choisir un réglage grossier et le couplage CC.
- Menu trigger : choisir le mode « auto » (c'est-à-dire enregistrement en continu pour l'instant).
- Positionner la trace au milieu de l'écran lorsque le pendule est à l'équilibre.

2) Expérience

a) Observation

Observer l'évolution de la tension u_{AN} lorsque la boule est déplacée manuellement vers la droite puis vers la gauche.

On considèrera que u_{AN} est proportionnelle à θ .

Ecarter le pendule de la position verticale, le lâcher et observer l'évolution de la tension. Recommencer avec un balayage de 2,5 s/div pour voir l'amortissement.

b) Les différents enregistrements

- Choisir un balayage de 1s/div.
- Menu trigger : choisir mode « auto »
- Lancer le pendule au-delà du 7ème cercle et observer les différents écrans qui s'enchaînent en temps réel. Pour cesser l'enregistrement, appuyer sur stop.
- Menu trigger : choisir mode « normal »
- Paramétrer l'oscilloscope de telle manière qu'il déclenche l'enregistrement lorsqu'il détecte un signal sur CH1 qui augmente lors du passage par le niveau correspondant à 0° , avec de plus un affichage en commençant à un carreau à partir de la toute gauche de l'écran.

- Positionner le pendule au-delà du 7ème cercle, appuyer sur run/stop (« ready s'affiche : l'oscilloscope est prêt à enregistrer), lâcher le pendule et observer les différents écrans qui s'enchaînent mais non plus en temps réel : l'oscilloscope les enregistre entièrement avant de les afficher avec les paramètres de début de l'enregistrement que vous lui avez imposés. Pour cesser l'enregistrement, appuyer sur stop.
- Menu trigger : rester en mode « normal » et appuyer sur SINGLE SEQ (TDS 1002) ou menu « monocoup » (TDS 210).
- Paramétrer l'oscilloscope de telle manière qu'il déclenche l'enregistrement lorsqu'il détecte un signal sur CH1 qui augmente lors du passage par le niveau 0V, avec de plus un affichage en commençant à un carreau à partir de la toute gauche de l'écran.
- Positionner le pendule au-delà du 7ème cercle, appuyer sur run/stop (« ready s'affiche : l'oscilloscope est prêt à enregistrer), lâcher le pendule et observer l'écran : l'oscilloscope l'a enregistré entièrement avant de l'afficher avec les paramètres de début de l'enregistrement que vous lui avez imposés. Cette fois, un seul écran est affiché (le premier). Ce mode sert notamment à enregistrer des phénomènes rapides.

c) Mesure de la pseudopériode

- Revenir en mode normal avec les mêmes paramètres d'enregistrement et balayage sur 2,5s/div.
 - Faire un enregistrement en lançant le pendule au-delà du 7^{ème} cercle et stopper le premier écran. Qualifier le régime observé.
 - Prendre un balayage de 500 ms/div. Relancer de la même façon et stopper le premier écran. Déterminer la valeur de la pseudopériode (en utilisant ...)
 - Recommencer mais cette fois avec le 3^{ème} écran. La pseudopériode dépend-elle du temps ?
 - Comparer avec vos voisins de devant ou derrière qui ont une masse différente : la pseudopériode dépend-elle de la masse ?
 - Passer en mode de façon à n'enregistrer qu'un écran (mode ??).
 - Faites un premier enregistrement avec un angle de départ correspondant au deuxième cercle. Enregistrer cet écran sous la référence A.
 - Faites un deuxième enregistrement avec un angle de départ correspondant au troisième cercle. Enregistrer cet écran sous la référence B.
 - Faites un troisième enregistrement avec un angle de départ correspondant au quatrième cercle. Vous ne pouvez plus l'enregistrer mais superposer le avec les deux courbes A et B.
 - L'amplitude du mouvement du pendule, quand celui-ci est faible, a-t-il une influence sur la (pseudo)période ? Ceci constitue la loi d'isochronisme des petites oscillations.
 - Enregistrer avec un angle maximal pour rester encore dans l'eau et comparer.
- Reprendre tout avec les oscilloscopes rigol

III Pendule simple non amorti

1) Dispositif

Enlever la cuve et débrancher les appareils électriques.

On mesure la période du pendule simple grâce à un chronomètre. On prendra un angle de lancement n'excédant pas 30°.

Pourquoi mesurer 10 oscillations plutôt qu'une ? Pourquoi ne pas en mesurer 100 avec le matériel fourni ?

A quel moment faire démarrer le chronomètre ? Pourquoi ?

2) Expérience

Compléter le tableau

l (cm)	15	20	25	30	35	40
10 T (s)						
T(s)						

3) Exploitation

Tracer le graphique représentant T en fonction de l sous regressi. Méthode ?

Est-il facilement exploitable ?

La période dépend de l. On montre théoriquement que

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}, \quad l \text{ en m, } g \text{ en N.kg}^{-1} \text{ et } T \text{ en s}$$

Quels graphiques permettraient facilement visuellement de retrouver cette loi ? 2 réponses sont attendues.

Créer les nouvelles grandeurs dont vous avez besoin dans regressi. Méthode ?

Afficher les graphiques. Méthode ?

Modéliser mathématiquement la courbe obtenue. Méthode ?

Retrouver la valeur de g à Versailles à partir de cette modélisation. Rédiger proprement. Méthode ?

Montrons par analyse dimensionnelle que l'expression de T_0 a bien la dimension d'un temps.