

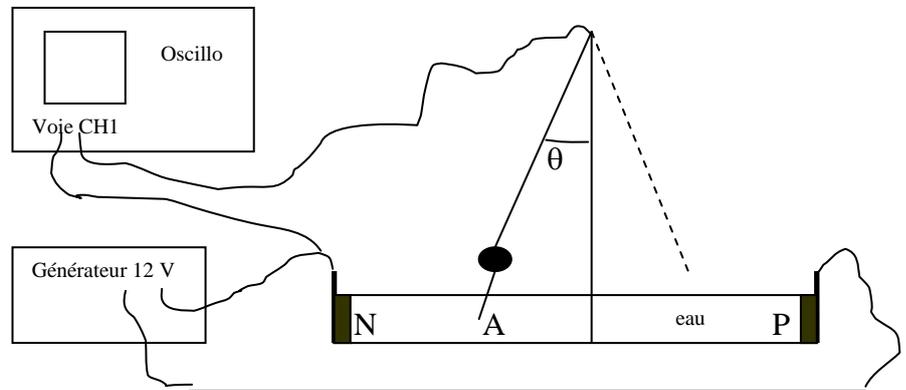
# TP de physique : pendule amorti

## 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  $\theta$ .

- Remplir la cuve d'eau sur 3 cm.
- Choisir une longueur de fil de 30,0 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 DC (sonde fois 1, bande passante désactivée, pas d'inversion)
- Menu trigger : choisir le mode (ou balayage) « 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. Appeler le professeur pour vérification, notation et validation.

### 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  $\theta$ .

Ecarter le pendule de la position verticale, le lâcher et observer l'évolution de la tension. Recommencer avec un balayage de 2,0 s/div pour voir l'amortissement.

#### b) Les différents enregistrements

- Choisir un balayage de 1s/div.
- Menu trigger : choisir mode ou balayage « auto »
- Lancer le pendule au-delà du 7<sup>ème</sup> cercle et observer les différents écrans qui s'enchaînent en temps réel. Pour cesser l'enregistrement, appuyer sur stop.
- Menu trigger : choisir mode ou balayage « normal » : on impose dans ce cas à l'oscilloscope un déclenchement d'enregistrement précis avec plusieurs enregistrements et affichages successifs.
- 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  $0^\circ$ , avec de plus un affichage en commençant à un carreau à partir de la toute gauche de l'écran.
- Appuyer sur run/stop pour afficher stop ; positionner le pendule au-delà du 7<sup>ème</sup> cercle, appuyer à nouveau sur run/stop (« wait » ou « ready » s'affiche : l'oscilloscope attend et est prêt à enregistrer), lâcher le pendule et observer

les différents écrans qui s'enchaînent mais avec une contrainte obligatoire, laquelle ? A un moment, l'oscilloscope va cesser d'enregistrer. Pourquoi.. Pour cesser l'enregistrement, appuyer sur stop.

- Menu trigger : passer en mode ou balayage « unique » : un seul écran va être enregistré et va s'afficher.
- 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.
- Appuyer sur run/stop pour afficher stop ; positionner le pendule au-delà du 7ème cercle, appuyer à nouveau sur run/stop (« wait » ou « ready » s'affiche : l'oscilloscope attend et est prêt à enregistrer), lâcher le pendule : l'oscilloscope enregistre entièrement les oscillations avant de les 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 ou balayage normal avec les mêmes paramètres d'enregistrement et balayage sur 2s/div.
- Faire un enregistrement en lançant le pendule au-delà du 7<sup>ème</sup> cercle et stopper le premier écran. Qualifier le régime observé.
- Prendre un balayage de 500 ms/div. Régler à nouveau le déclenchement de la détection à 1 carreau à partir de la gauche de l'écran 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<sup>ème</sup> 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 septième cercle. Enregistrer cet écran : appuyer sur Ref (sous CH1, CH2, Math) et enregistrer. La courbe enregistrée apparaît en blanc. La centrer. Pour éventuellement la faire disparaître, réappuyer sur Ref.
- Faites un deuxième enregistrement avec un angle de départ correspondant au quatrième cercle et superposer les deux courbes.
- 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.

## III Pendule simple non amorti

### 1) Dispositif

Enlever la cuve et débrancher les appareils électriques. Utiliser maintenant le matériel du pendule simple.

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)	20	25	30	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 (c'est-à-dire une droite) ? 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 ?

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