

# TP de Physique 9

## Le pendule simple et la mesure du temps



### 1 Mesure de la période des oscillations d'un pendule

On dispose d'un fil accroché à une masselotte. Ce dispositif est appelé « pendule simple ».

Ne pas décrocher les fils mis en place sur les masselottes! Matériel de très haute technicité préparé avec soin par l'équipe au grand complet!

On peut régler la longueur du fil utilisée entre le point de passage dans le rapporteur et l'accroche de la masselotte.

- Écarter le pendule de la verticale avec un certain angle initial  $\theta_0$  — à mesurer au rapporteur — et le lâcher sans vitesse initiale.
- Le pendule se met alors à **osciller** autour de la verticale. Ces oscillations ont été exploitées la première fois en 1657 par le physicien néerlandais Christiaan HUYGENS pour construire une horloge mécanique.

Remarque : l'angle de lâché  $\theta_0$  est considéré comme petit s'il est inférieur à  $10^\circ$ . On dit alors que le pendule effectue de **petites oscillations**.

- a. Décrire les **oscillations** du pendule selon plusieurs phases distinctes.
- b. On appelle **période** la durée d'une oscillation complète. Mesurez la période  $T$  d'une oscillation complète du pendule. Comment procéder pour accroître la précision de cette mesure ?
- c. Les oscillations du pendule s'amortissent au cours du mouvement. Comment étudier l'influence de ce phénomène sur la période des oscillations ?
- d. Conclusion : pourquoi un pendule peut-il être utile pour mesurer le temps ? Quels sont ses défauts ?

### 2 Détermination des lois du pendule

Concevoir et rédiger un protocole afin de mesurer précisément la période d'oscillation  $T$  du pendule simple à l'aide du matériel disponible. En particulier, réaliser des mesures et indiquer quels sont les paramètres susceptibles d'influer sur cette mesure.

Quelques questions pour vous guider...

e. Quels paramètres agissent sur la période des oscillations ?

f. Est-ce que la valeur de  $\theta_0$ , si elle demeure petite, influe sur la période des oscillations ?

g. On propose différentes expressions de la période  $T$  : préciser, en justifiant, celle(s) qui convient(ent) d'un point de vue de l'analyse dimensionnelle :

$$T = 2\pi \frac{g}{\ell} \quad T = 2\pi \frac{\ell}{g} \quad T = 2\pi \sqrt{g\ell}$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{g}{\ell}} \quad T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}}$$

h. En déduire les grandeurs qu'il faut tracer pour obtenir des relations affines. Conclure.

### 3 Étude énergétique d'un pendule

On dispose de deux vidéos à pointer sous Latis Pro : pendule et pendule amorti. Faire ces pointés en choisissant le point d'attache du pendule comme origine et des axes orientés vers la droite et vers le haut. Pour chaque pendule, calculer les dérivées des composantes  $x$  et  $y$  et la norme ou valeur de la vitesse :

$$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$

ainsi que les énergies cinétique  $E_c$ , potentielle de pesanteur  $E_p$ , et finalement l'énergie mécanique  $E_m$  :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 \quad E_p = mg(y + \ell)$$

$$E_m = E_c + E_p$$

#### Quelques questions pour vous guider...

- i . En quels points l'énergie cinétique du pendule est maximale ? Minimale ?
- j . Mêmes questions pour l'énergie potentielle. Pourquoi avoir ajouté la longueur  $\ell$  du pendule dans la formule de l'énergie potentielle ?
- k . L'énergie mécanique des pendules est-elle constante ? Varie-t-elle ? Conclure.

<i>Barème de Bac en compétences</i>	
S'approprier la problématique	A B C D
Communiquer à l'écrit	A B C D
Concevoir des protocoles expérimentaux	A B C D
Mettre en œuvre protocoles expérimentaux	A B C D
Travailler en équipe	A B C D
Confronter les résultats aux hypothèses	A B C D
Total	.../6
Note	.../4



## 4 Les points clefs de l'expérience

**Comment mesurer la période avec le maximum de précision ?**

Il faut faire la mesure sur dix périodes et diviser par dix. Et il faut repérer la période lors du passage du pendule à la verticale.

**Comment établir les lois du pendule ?**

Il faut prévoir une expérience dans laquelle on pourra changer tous les paramètres qui peuvent sembler pertinents : longueur du pendule, masse marquée, angle de lâché, nombre d'oscillations effectuées...

### TS – TP de Physique 9 – 2013 Pendule

#### Au bureau

- Une bobine de fil
- Une paire de ciseaux
- Scotch (pas l'alcool, le ruban adhésif)
- Papier millimétré
- Chronomètre mécanique

#### × 8 groupes

- Potence
- Noix
- Tige (bien dressée, bien raide)
- Pendule : fil + masse ronde
- Masses marquées
- Rapporteur
- Chronomètre numérique
- Mètre-ruban