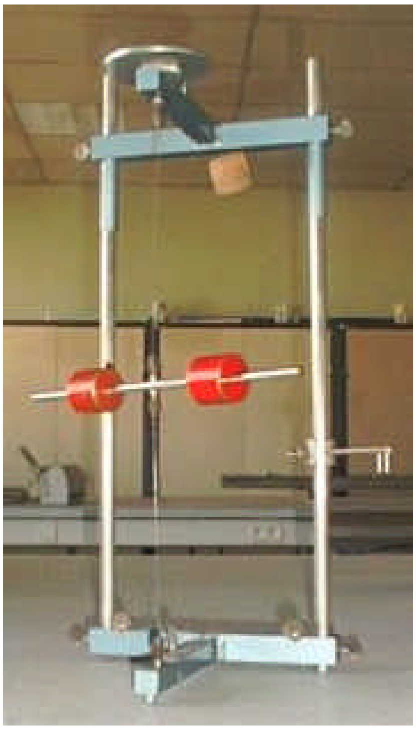
Pendule de torsion

1 But

Déterminer la constante de torsion d'un fil ; étudier la période d'un pendule de torsion.

2 Matériel



pendule de torsion Lefebvre® >>>>>>>>>>
chronomètre
différents fils
petit plateau
masses marquées
réglet
palmer

3 Étude statique

On appellera :

- *C* : constante de torsion du fil
- *d* : diamètre du fil
- ℓ : longueur du fil
- *G* : module d'élasticité de glissement du métal (ou module de Coulomb)
- α : angle de torsion du fil

Rappel : la constante de torsion d'un fil est donnée par la relation

$$C = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d^4}{\ell} \cdot G$$

⇒ Placer l'appareil horizontalement.
⇒ Accrocher le petit plateau et réaliser la mise à zéro.

Appeler le professeur.

Quand on place une masse *m* sur le plateau, il faut imposer une torsion α pour ramener la barre horizontalement. La barre est alors en équilibre sous l'action de deux moments antagonistes : le moment du couple de torsion et le moment du poids $m \cdot g$, de bras de levier *L*.
Déterminer la relation donnant *m* en fonction de α, *C*, *g* et *L*.
⇒ Faire cinq mesures et remplir le tableau :

Appeler le professeur pour réaliser en sa présence la première mesure.

m (g)	0	0,5	1	1,5	2	2,5
α (°)						

Utiliser Regressi© pour tracer le graphique *m* = f(α). Définir la constante *L* et donner sa valeur. Modéliser par *C*∗α∗(π/180)/(9.81∗*L*)∗1000. En déduire une valeur de la constante de torsion *C* en précisant l'unité.

Appeler le professeur.

Imprimer le tableau, les commentaires, le modèle et le graphique.

⇒ Mesurer la longueur utile ℓ du fil (au réglet) et le diamètre *d* du fil (au palmer).
En déduire le module de Coulomb *G* du métal en précisant l'unité.

4 Étude dynamique

⇒ Placer l'appareil verticalement sans démonter le fil des mandrins.
La barre peut être lestée par deux masselottes de masse *m*. Ces masselottes doivent être équidistantes du fil
On appellera :

- J_0 : moment d'inertie de la barre seule par rapport à l'axe de rotation
- *J* : moment d'inertie de la barre avec surcharges
- T_0 : période du mouvement de la barre seule
- *T* : période du mouvement de la barre avec surcharges

Rappel : la période d'un pendule de torsion est donnée par la relation $T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{J}{C}}$

4.1 Isochronisme des oscillations

Les oscillations sont isochrones si leur période ne dépend pas de l'amplitude.
La barre est sans surcharge.

Appeler le professeur pour réaliser en sa présence la première mesure.

⇒ Écarter la barre de sa position d'équilibre d'un angle $a \approx 20°$ puis $a \approx 90°$ et mesurer chaque fois la durée de 10 oscillations. Conclure.

En déduire la période T_0.

4.2 Variation de la période en fonction du moment d'inertie

4.2.1 Principe

La barre est munie de deux surcharges de masse m placées à égale distance a du centre de la barre.
On donne la période des oscillations du système en fonction de a :

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{(2ma^2 + J_b + 2J_s}{C}}$$

avec J_b : moment d'inertie de la barre par rapport à l'axe de rotation,
J_s : moment d'inertie d'une surcharge par rapport à un axe parallèle à l'axe de rotation passant par le centre d'inertie de la surcharge.

On donne :

- $J_b = M \cdot L^2/12$
- $J_s = 7{,}4 \cdot 10^{-5}$ kg$\cdot$m^2

4.2.2 Étude expérimentale

⇒ Pour différentes distances a, mesurer la période T comme précédemment.

Appeler le professeur pour réaliser en sa présence la première mesure.

a (mm)	40	60	80	100	120
$10 \times T$ (s)					
T (s)					

Utiliser Regressi© pour créer les variables $T2 = T*T$ et $a2 = a*a$. Tracer le graphique $T^2 = f(a^2)$.
Quelle est la forme de ce graphique ?
Modéliser et en déduire une valeur de la constante de torsion C.
Comparer cette valeur de C avec celle obtenue dans l'étude statique.

Appeler le professeur.

Imprimer le tableau, les commentaires, le modèle et le graphique.
Calculer la valeur théorique du moment d'inertie de la barre par rapport à l'axe de rotation sachant que la masse de la barre est M = 68 g et sa longueur L = 30 cm.
Comparer la valeur expérimentale de J_b avec sa valeur théorique. Conclure.

Remettre le poste de travail dans l'état initial.