



# TP7D \_ Etude d'un pendule pesant



# A) Description du système

13.3cm

37.8cm

|                                | Masse                  | Hauteur                 | Rayon                  |
|--------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|
| ❶ est un cylindre métallique   | $m_1 = 142 \text{ g}$  | $h_1 = 3,0 \text{ cm}$  | $R_1 = 1,4 \text{ cm}$ |
| ❷ est une tige métallique      | $m_2 = 56,5 \text{ g}$ | $h_2 = 59,0 \text{ cm}$ | $R_2 = 0,3 \text{ cm}$ |
| ❸ est un cylindre en plastique | $m_3 = 16,8 \text{ g}$ | $h_3 = 3,5 \text{ cm}$  | $R_3 = 1,0 \text{ cm}$ |



# B) Étude théorique

## 1) Moment d'inertie

Référentiel terrestre considéré galiléen:

Système {Pendule}

Bilan des forces: - Poids ; - réaction du support ( sans frottement)

Théorème du Moment Cinétique:  $J\Delta * \frac{d^2\Theta}{dt^2} \vec{U}_z = -mgd \sin(\Theta) \vec{U}_z$

Cas des petits angles:  $J\Delta * \frac{d^2\Theta}{dt^2} + mgd\Theta = 0$

Moment d'inertie:

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{mgd}{J\Delta}} \Rightarrow J\Delta = \frac{mgd}{\omega_0^2} = \frac{T_0^2 mgd}{4\pi^2}$$

## B) Étude théorique

### 1) Moment d'inertie

Expression de OG:

$$md = m1\left(b + \frac{h1}{2}\right) + m2\left(\frac{h2}{2} - a\right) + m3\left(\frac{h3}{2} - a\right)$$
$$\Rightarrow d = \frac{m1}{m}\left(b + \frac{h1}{2}\right) + \frac{m2}{m}\left(\frac{h2}{2} - a\right) + \frac{m3}{m}\left(\frac{h3}{2} - a\right)$$

Autre expression du moment d'inertie:

$$J_{oz\ th} = J1 + J2 + J3 + m1L1^2 + m2L2^2 + m3L3^2$$
$$J_{oz\ th} = m1\left(\frac{(R1)^2}{4} + \frac{(h1)^2}{12}\right) + m2\left(\frac{(R2)^2}{4} + \frac{(h2)^2}{12}\right) + m3\left(\frac{(R3)^2}{4} + \frac{(h3)^2}{12}\right)$$
$$+ m1\left(b + \frac{h1}{2}\right)^2 + m2\left(\frac{h2}{2} - a\right)^2 + m3\left(\frac{h3}{2} - a\right)^2$$

## B) Étude théorique

### 2) Aspects énergétique

Énergies cinétique et potentielle:

$$E_c = \frac{1}{2} J_{oz} \left( \frac{\partial \Theta}{\partial t} \right)^2$$

$$E_p = mgd(1 - \cos \Theta)$$

# C) Manipulations

## 2) Étude n°1

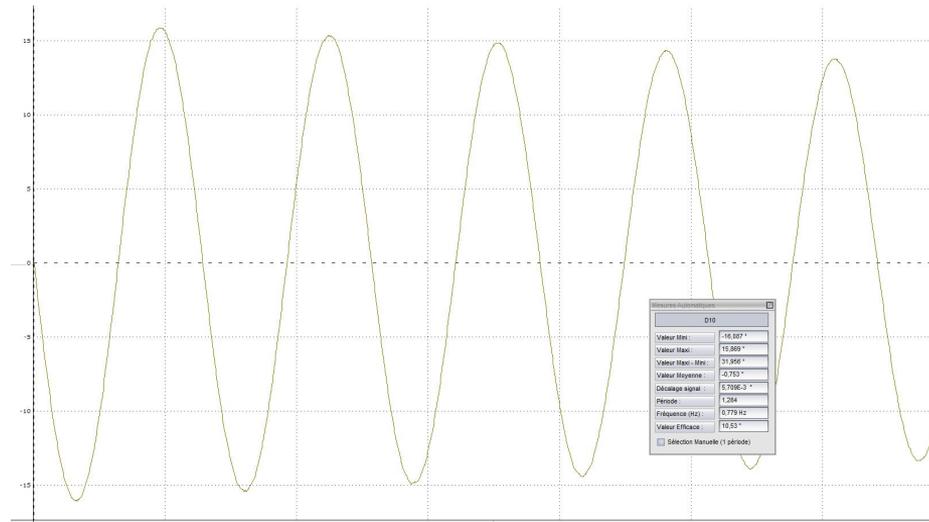
Mesure de la période propre et Détermination du moment d'inertie

$d=29.2\text{cm}$

$T=1.28\text{s}$

$J_{\text{the}}=2.33\text{e-}2$

$J_{\text{exp}}=2.26\text{e-}2$

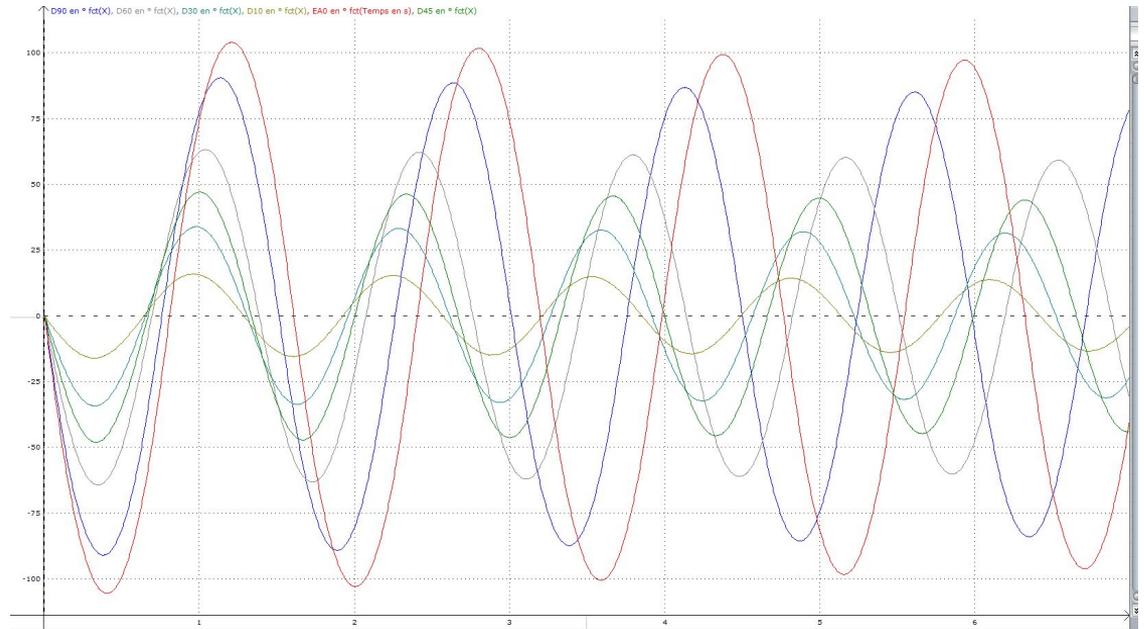
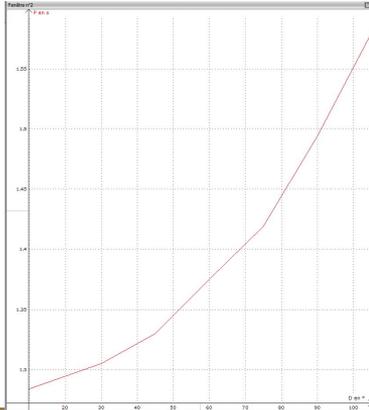


# C) Manipulations

## 3) Étude n°2

Écart au modèle harmonique:

la période augmente avec  
l'angle de départ  
(et donc l'amplitude)



# C) Manipulations

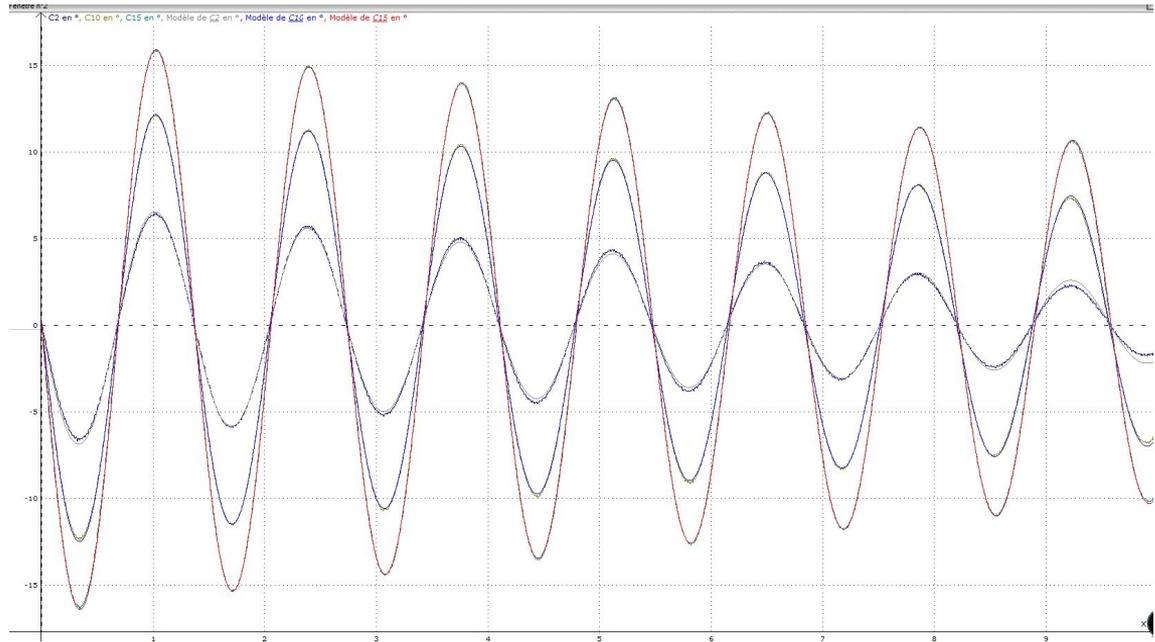
## 4) Étude n°3

Effet des frottements

les courbes correspondent

a leur modèle en cosinus

amorti .



# C) Manipulations

## 4) Étude n°3

Effet des frottements

trajectoire de phase :

on remarque qu'il

“rétréci”

