

TP 5**Etude du mouvement composé du pendule de Maxwell****I. But de la manipulation**

- 1-Etude du mouvement composé du pendule de Maxwell
- 2-Détermination du moment d'une force , de l'accélération angulaire et du moment d'inertie de ce pendule

II. Théorie

Tout solide en rotation sous l'action d'un moment de force acquiert une vitesse angulaire. Le moment de force par rapport à l'axe de rotation et le moment d'inertie du solide sont liés par la loi fondamentale de la dynamique du solide en rotation :

$$M = I \, d\omega/dt = I \, \epsilon \quad (1)$$

où

M : est le moment de force

I : est le moment d'inertie du solide

$\epsilon = d\omega/dt$: est l'accélération angulaire du mouvement de rotation de ce solide

Considérons le pendule de Maxwell : il se compose d'un tambour cylindrique (A) de masse m_1 et de rayon R ; d'une tige pleine (B) de masse m_2 et de rayon r passant par le centre de gravité du tambour; l'ensemble (tambour- tige) est homogène et formé de la même matière ; il est aussi composé de deux

brins de fil (le fil est inextensible et de masse négligeable),
fixés sur la tige.

Le pendule ainsi formé peut effectuer un mouvement de
rotation libre permettant aux deux brins de fil de s'enrouler sur
la tige. Le pendule descend en tournant à travers 2 barrières
lumineuses déterminant la hauteur de descente : son
mouvement est un mouvement composé : rotation-translation

En négligeant les frottements, les équations de ce mouvement
composé sont telles que :

$$mg - 2T = m\gamma \quad (2)$$

$$M = 2Tr = I\epsilon \quad (3)$$

$$\gamma = \epsilon r \quad (4)$$

Où : γ est l'accélération linéaire du mouvement de
translation du centre de gravité du pendule

ϵ est l'accélération angulaire du mouvement de rotation
du pendule

M est la masse totale du pendule et vaut $m = m_1 + m_2$

T est la tension de chaque brin de fil

g est l'accélération de la pesanteur

des équations (2), (3) et (4), on obtient :

$$I = (g - \gamma) \cdot (mr^2 / \gamma) \quad (5)$$

Si h la hauteur de descente est :

$$h = \frac{1}{2} \gamma t^2 \quad (6)$$

on obtient finalement :

$$I_{\text{exp}} = mr^2 [-1 + (gt^2 / 2h)] \quad (7)$$

III. Manipulation

- 1-Mesurer les diamètres D du tambour (A) et d de la tige (B).
- 2-Enrouler les deux brins de fil sur la tige ; mesurer à l'aide d'une règle graduée la hauteur de descente h.
- 3-Libérer le système ; enclencher le chronomètre et mesurer le temps de descente t.
- 4- Refaire les étapes 2- et 3- , 4 fois.
- 5-Changer la hauteur de descente h et refaire les mêmes étapes qu'auparavant. Mettre tous les résultats dans le tableau.
- 6-D'après l'équation (6) , déterminer l'accélération linéaire γ .
- 7- D'après l'équation (2) , déterminer la tension T de chaque brin de fil et en déduire le moment de force M .Que remarquez-vous ?
- 8-D'après l'équation (4) , déterminer l'accélération angulaire ϵ . Calculer M / ϵ . Que remarquez-vous ?
- 9- D'après l'équation (7) , déterminer le moment d'inertie expérimental I_{exp} puis l'écrire sous la forme :

$$I_{\text{exp}} = (I_{\text{expmoy}} \pm \Delta I_{\text{expmoy}}) \text{ u. s.i1}$$

- 10-Déterminer le moment d'inertie théorique $I_{\text{thé}}$ tel que :

$$I_{\text{thé}} = 1/2 m_1 R^2 + 1/2 m_2 r^2$$

où : (m_1 , R) sont la masse et le rayon du tambour

(m_2, r) sont la masse et le rayon de la tige

- 11-Comparer I_{exp} et $I_{\text{thé}}$. Conclure.

On donne :

TRAVAUX PRATIQUES DE MECANIQUE

Par mme
BENAICHE

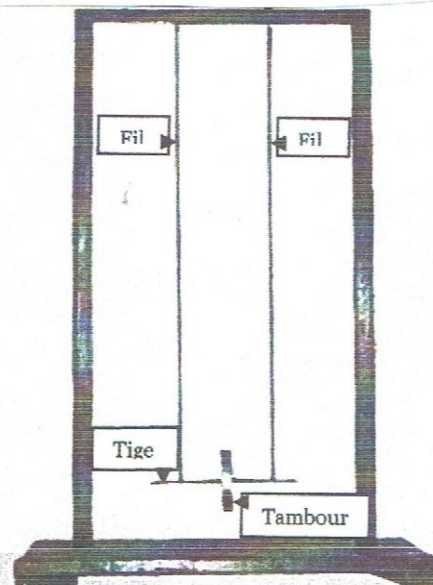
$$m_1 = (450 \pm 1) \text{ g}$$

$$R = (64,00 \pm 0,02) \text{ mm}$$

$$m_2 = (20 \pm 1) \text{ g}$$

$$r = (3,00 \pm 0,02) \text{ mm}$$

h (m)	t	t _{moy}	Δt	Δt _{moy}	γ	T	M	ε	I _{exp}	I _{expmoy}	ΔI _{exp}	Δ
0,20												
0,30												
0,40												
0,50												



Pendule de Maxwell

TP6

**Loi de conservation de l'énergie
mécanique**

I. But de la manipulation

1-Vérification de la loi fondamentale de la dynamique du mouvement de rotation du solide

2-Vérification de la loi de conservation de l'énergie mécanique

II. Théorie

Tout solide en rotation sous l'action d'un moment de force acquiert une vitesse angulaire. Le moment de force par rapport à l'axe de rotation et le moment d'inertie du solide sont liés par la loi fondamentale de la dynamique du solide en rotation, en l'absence de frottements :

$$M = I \, d\omega/dt = I \, \epsilon \quad (1)$$

où

M : est le moment de force

I : est le moment d'inertie du solide

$\epsilon = d\omega/dt$: est l'accélération angulaire du mouvement de rotation de ce solide

Considérons notre système : il se compose d'une roue (A) munie d'un tambour (B) de rayon r , fixé au mur, tournant autour d'un axe fixe horizontal. Un fil inextensible et de masse négligeable est enroulé sur le tambour. Un plateau de masse m est accroché au fil. Le tambour, le fil et le plateau effectuent un mouvement de rotation-translation. D'après la loi

fondamentale de la dynamique appliqué au centre de gravité du plateau :

$$mg - T = m \gamma \quad (2)$$

ou
$$T = m (g - \gamma) \quad (3)$$

avec :

T est la tension du fil auquel est accroché le plateau

g est l'accélération de la pesanteur

γ est l'accélération linéaire du mouvement du plateau

Pour une hauteur de descente h , effectuée en un temps t , l'accélération linéaire est :

$$\gamma = 2h / t^2 \quad (4)$$

tandis que la vitesse linéaire :

$$v = \gamma t = 2h / t \quad (5)$$

Le tambour tourne sous l'action de la force tangentielle T , tension du fil et acquiert une accélération angulaire ϵ telle que :

$$\epsilon = M / I \quad (6)$$

M étant le moment de cette tension du fil

$$M = T r = m(g - \gamma) r \quad (7)$$

L'accélération angulaire est

$$\epsilon = \gamma / r = 2h / r t^2 \quad (8)$$

la vitesse angulaire est

$$\omega = v / r = 2h / r t \quad (9)$$

et l'angle de rotation du tambour sous l'action de la tension du fil est :

$$\rho = h / r \quad (10)$$

III. Manipulation

Exercice1 : Vérification de la loi fondamentale de la dynamique du mouvement de rotation du solide

- 1-Mesurer le diamètre d du tambour (B) de la roue (A).
- 2-Mettre sur le plateau une masse marquée donnée
- 3- Fixer la hauteur de descente h .
- 4- Enrouler le fil sur le tambour ; libérer le système ; enclencher le chronomètre et mesurer le temps de descente t .
- 5- Refaire l'étape (4-) , 4 fois.
- 6-Ajouter une nouvelle masse marquée , puis une troisième , puis une quatrième etc..... et refaire l'étape(4-) , 4 fois . Mettre tous les résultats dans le tableau 1.
- 7-Calculer : t^2 , γ , T , M et ϵ
- 8- Tracer $\epsilon = f (M)$. Que remarquez-vous ? trouver $M = M_{fr}$ le moment de frottement du tambour sur son axe de rotation. M_{fr} étant l'intervalle compris entre l'origine O du repère et l'intersection du graphe $\epsilon = f (M)$ avec l'axe des abscisses
Déterminer la pente de ce graphe et en déduire I_{graph} , le moment d'inertie graphique du tambour
- 9-Déterminer I_{exp} le moment d'inertie expérimental du tambour selon :
$$I_{exp} = (M - M_{fr}) / \epsilon$$

puis l'écrire sous la forme :

$$I_{exp} = (I_{expmoy} \pm \Delta I_{expmoy}) \quad \text{u. s.i}$$

- 10-Comparer I_{exp} et I_{graph} . Conclure.

Exercice2 : Vérification de la loi de conservation de l'énergie mécanique

1-Sachant qu'à l'instant initial et à la hauteur h , le plateau chargé a une énergie mécanique $E_i = m g h$; calculer cette énergie pour les différentes masses ajoutées à celle du plateau.

2- Calculer v , ω et ρ à l'instant final ; en déduire l'énergie cinétique de translation $E_{ct} = \frac{1}{2} m v^2$, l'énergie cinétique de rotation $E_{cr} = \frac{1}{2} I_{expmoy} \omega^2$ et le travail des forces de frottement $A_{fr} = M_{fr} \rho$. Mettre tous les résultats dans le tableau2

3-Comparer l'énergie mécanique initiale et l'énergie mécanique finale sachant que :

$$E_f = E_{ct} + E_{cr} + A_{fr}$$

4-Conclure

Tableau1

Mesures					Calculs									
m	t				t _{moy}	t ² _{moy}	γ	T	M	€	I _{exp}	I _{expmy}	ΔI _{exp}	ΔI _{expmy}

Tableau2

Calculs							
v	ω	ρ	E_{ct}	E_{cr}	A_{fr}	E_i	E_f

