

UNIVERSITE D'ANNABA

DEPARTEMENT DE PHYSIQUE

TRAVAUX PRATIQUES
DE
MECANIQUE

PREPARES PAR :

Mme BENAICHE MALIKA

Liste des travaux pratiques de mécanique

TP	Pages
1-Séance de préparation aux travaux pratiques	1.....3
2-Etude d'un pendule simple	4.....6
3-Etude du mouvement d'un pendule de torsion	7.....10
4-Etude du mouvement d'un pendule physique	12.....17
5-Chute libre	18.....22
6-Etude du mouvement composé du pendule de Maxwell	23.....26'
7-Loi de conservation de l'énergie mécanique	27.....31

SEANCE DE PREPARATION AUX TRAVAUX PRATIQUES

I-But des travaux pratiques

Les travaux pratiques représentent un élément indispensable à l'étude de la physique, on peut exprimer les buts des travaux pratiques de la manière suivante :

- a-apprendre les méthodes fondamentales, appareils principaux et unités de mesures.
- b-Apprendre à mesurer des grandeurs physiques et calculer des incertitudes de mesures.
- c-Etudier certains phénomènes physiques et vérifier les lois fondamentales.

II-Ordre général des travaux pratiques

Les travaux pratiques se composent de quatre parties essentielles; chacune d'elles jouant un rôle important dans le bon déroulement du travail pratique :

- a-Préparation préliminaire à domicile.
- b-Manipulation pendant la séance et remplissage des tableaux.
- c-Calculs des grandeurs et des incertitudes.
- d-Rédaction et remise du compte rendu.
- e-Les TP à préparer sont réunis dans une brochure donnée au préalable à l'étudiant. Chaque semaine l'étudiant prépare un TP différent et doit remettre le compte rendu individuellement après avoir dûment rempli les tableaux,

calculé les grandeurs et incertitudes, tracé les graphes après les avoir commentés et terminé par une conclusion générale.

α -Présentation des résultats

Les résultats doivent être mis en évidence en les encadrant après avoir calculé les différentes entités physiques et leurs incertitudes :

$$\text{Ex : } M = (M_{\text{moy}} \pm \Delta M_{\text{moy}}) . \text{U. S.I}$$

Cette notation a l'avantage de donner les limites entre lesquelles le résultat se place et de fixer le nombre de chiffres significatifs. Le dernier chiffre est toujours incertain .C'est sur ce chiffre que se situe l'incertitude.

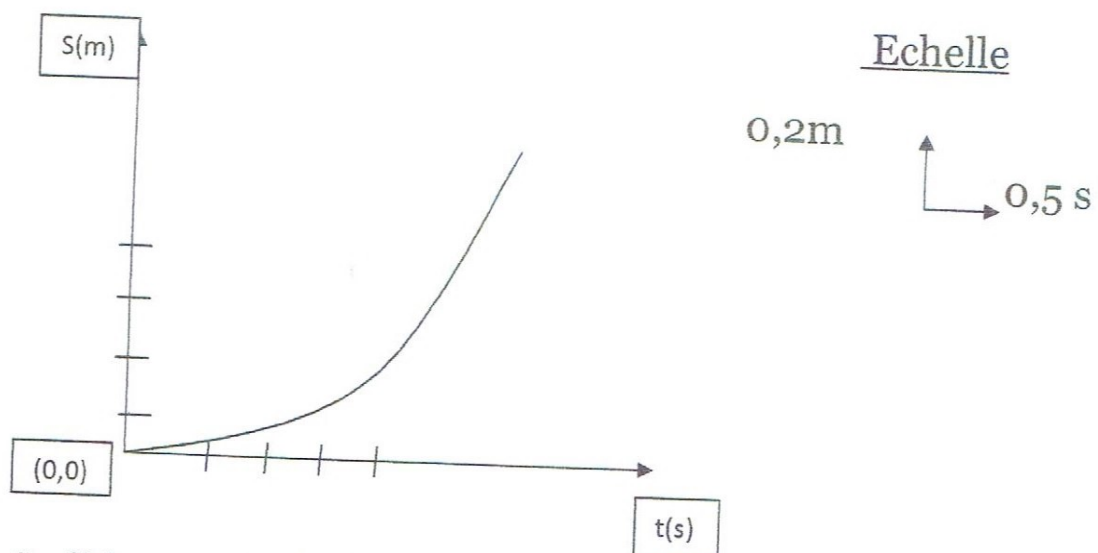
β -Représentation graphique

Pour tracer une courbe, on prendra l'habitude de procéder de la manière suivante :

a-Prendre un repère orthonormé , c'est-à-dire choisir l'unité sur chacun des axes de façon que tous les points puissent figurer sur le graphe.

b-Représenter les points expérimentaux en choisissant une bonne échelle qui permet de représenter les différents points

Ex :



Ex : $S=f(t)$, courbe de la distance parcourue en fonction du

TP 1

Etude d'un pendule simple

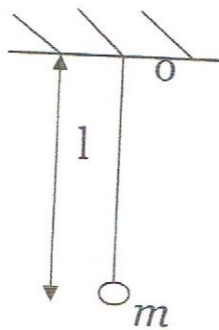
I. But de la manipulation

1-Vérification de la formule donnant la période des oscillations libres du pendule simple $T=2 \pi(l/g)^{1/2}$

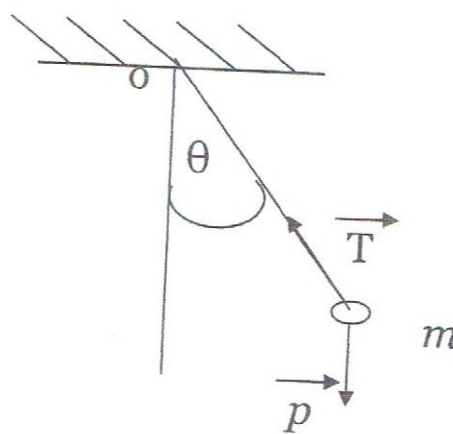
2-Détermination de l'accélération de la pesanteur g

II. Théorie

On appelle pendule simple un système formé d'une masse m sans dimensions, assimilée à un point matériel, suspendue par un fil inextensible et de masse négligeable, de longueur l .



-a-



-b-

Si le système précédent (-a-) est écarté de sa position d'équilibre d'un angle θ (-b-), puis lâché sans vitesse initiale, il effectue un mouvement oscillatoire sous l'action de la force de pesanteur en l'absence d'amortissement.

Après la loi fondamentale de la dynamique et pour un mouvement de rotation, on peut écrire :

$$M_{/o}(F_{\text{ext}}) = I \, d^2 \theta / dt^2 \quad (1)$$

$$M_{/o}(F_{\text{ext}}) = M_{/o}(T) + M_{/o}(P)$$

$$M_{/o}(T) = 0, \quad M_{/o}(P) = -mgl \sin \theta$$

où I : moment d'inertie de m par rapport à o

et $I = m l^2$

Les oscillations étant faibles : $\sin \theta \sim \theta$

L'équation (1) devient : $m l^2 \, d^2 \theta / dt^2 = -m g l \sin \theta$

$$d^2 \theta / dt^2 + (g/l) \theta = 0 \quad (2)$$

(2) est une équation différentielle du second ordre, dont la solution si on pose $\omega^2 = g/l$, ω étant la pulsation du mouvement oscillatoire du pendule simple est :

$$\theta(t) = \theta_0 \cos(\omega t + \varphi)$$

La période des petites oscillations est : $T = 2\pi / \omega = 2\pi(l/g)^{1/2}$

III. Manipulation

1-Fixer la longueur l du pendule

2-Ecarter-le de sa position d'équilibre d'un angle θ

($6^\circ \leq \theta \leq 10^\circ$), enclencher le chronomètre, puis abandonner le pendule sans vitesse initiale.

3-Déterminer le temps de n oscillations ($n=10$). Répéter l'opération 4 fois.

4- Changer la longueur du pendule . Répéter l'opération (2-) , 4 fois.

5-Mettre tous les résultats dans le tableau ci-dessous.

6-Calculer pour chaque longueur du pendule, la période T sachant que $T_i = t_i / n$.

7-Calculer g_{moy} et Δg_{moy} . Exprimer le résultat sous la forme :

$$g_{\text{exp}} = (g_{\text{moy}} \pm \Delta g_{\text{moy}}) \text{ usi}$$

8-Tracer le graphe $T=f(l)^{1/2}$, et en déduire g_{graph} .

9-Calculer $g_{\text{thé}}$ sachant que : $g_{\text{thé}} = (9,7804 + 0,052 \sin^2 \varphi)$

Où φ représente la latitude du lieu considéré. Pour Annaba
 $\varphi = 37^\circ$.

10-comparer g_{exp} , $g_{\text{thé}}$ et g_{grap} . Conclure .

$l(\text{m})$	t	t_{moy}	T_{moy}	$l^{1/2}$	g	g_{moy}	Δg	Δg_{moy}
0,20								
0,40								
0,60								
0,80								
1,00								
1,20								

Tableau

TP 2**Etude du mouvement d'un pendule
de torsion****I. But de la manipulation**

1-Vérification du théorème de Huygens

2-Détermination du moment d'inertie de quelques solides

II. Théorie

La relation entre le moment cinétique L et le moment de couple M d'un corps rigide dans un système de coordonnées au repos est :

$$\vec{M} = d\vec{L}/dt$$

Le moment cinétique dans le cas où ω , la vitesse de rotation est suivant l'axe de rotation OZ , est tel que :

$$L_z = I_z \cdot \omega,$$

Donc $M = I_z d\omega/dt$

Comme $\omega = d\theta/dt$

c'est -à-dire : $M = I_z \cdot d^2\theta/dt^2$

Pour un pendule de torsion, le moment de couple est tel que :

$$\vec{M} = \vec{OM} \times \vec{F}$$

dont le module est : $M = OM \cdot F \cdot \sin\theta$

avec $\theta = (\vec{OM}, \vec{F})$

Dans le cas où : $\vec{OM} \perp \vec{F}$, $M = OM \cdot F$

Ce moment de couple est aussi égal à :

$$M = - C \cdot \theta$$

C : étant la constante de torsion du pendule

le signe (-) : signifie que M est un moment de rappel (il tend à ramener le pendule à sa position d'équilibre). On en déduit que :

$$I_z \frac{d^2\theta}{dt^2} = - C \cdot \theta$$

ou :

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + \frac{C}{I_z} \theta = 0$$

équation différentielle du second ordre, dont la solution si on pose $\omega^2 = C / I_z$ (ω étant la pulsation du mouvement oscillatoire du pendule de torsion) est :

$$\theta(t) = \theta_0 \cos(\omega t + \varphi).$$

La période de ce mouvement est :

$$T = 2\pi (I_z / C)^{1/2}$$

et

$$I_z = (C T^2 / 4\pi^2) \quad (7)$$

III. Manipulation

Exercice1 : détermination de la constante de torsion

1-Fixer sur l'axe de torsion du pendule, la tige de 30 cm de longueur.

2-Déterminer à l'aide d'un dynamomètre accroché perpendiculairement à la tige à des distances r de son milieu les forces F nécessaires pour faire tourner la tige d'un angle $\theta = \pi/2$ par rapport à sa position d'équilibre.

3-Calculer le couple de torsion $M=F. r=C. \theta$, et en déduire C la constante de torsion.

4-Mettre tous les résultats dans le tableau1

r(m)	F	M	C	C _{moy}	ΔC	ΔC_{moy}
0,05						
0,10						
0,15						
0,20						
0,25						
0,30						

Tableau1

Exercice 2 : détermination du moment d'inertie

a- **Tige avec masselottes :**

1-Enfiler à la tige 2 masselottes de masse m chacune , des deux côtés opposés par rapport à l'axe de torsion du pendule.

2-A l'aide d'un chronomètre, déterminer la $\frac{1}{2}$ période de la tige pour chacune des positions des deux masselottes, et en déduire la période. Utiliser un angle de torsion $\theta=\pi/2$.

b- **Tige sans masselottes :**

1 - enlever les 2 masselottes .

2-A l'aide du chronomètre, déterminer la $\frac{1}{2}$ période de la tige seule, et en déduire la période.

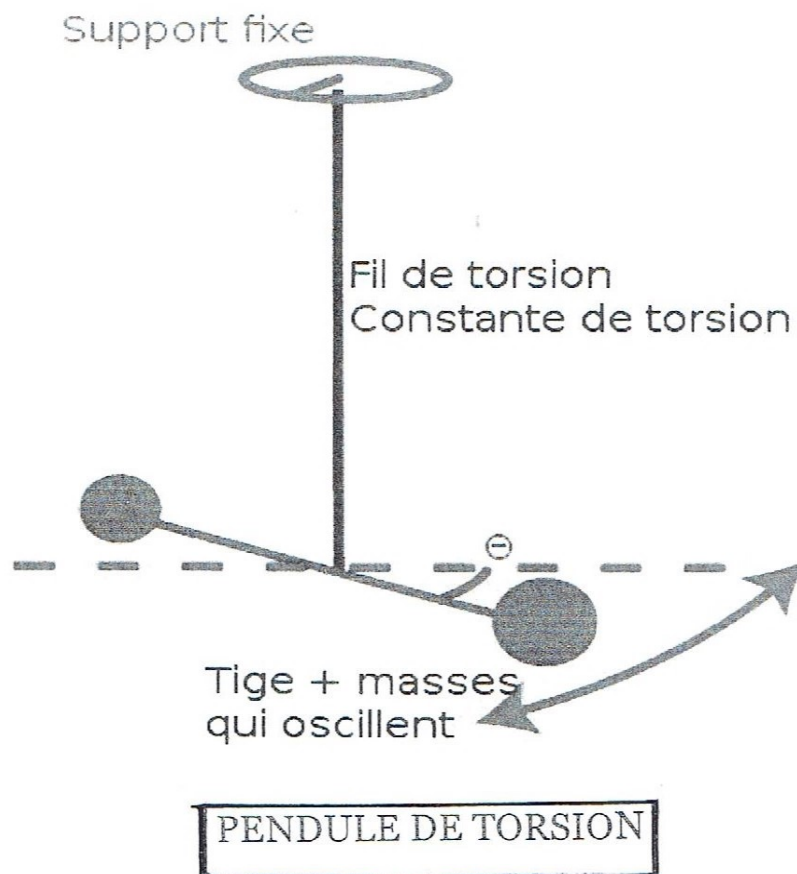
3-Mettre tous les résultats dans le tableau 2.

4-Tracer $I=f(r^2)$ et en déduire le moment d'inertie graphique

I_{graph} de la tige seule sans les masselottes. Le comparer avec son moment d'inertie expérimental I_{exp} .

$r(m)$	T	T_{moy}	ΔT	ΔT_{moy}	r^2	I
0,05						
0,10						
0,15						
0,20						
0,25						
0,30						
Tige seule						

Tableau2



c. Autres solides

1-Déterminer à l'aide du chronomètre la $\frac{1}{2}$ période de la tige seule.

2-Enlever la tige . La remplacer par la sphère. Déterminer également sa $\frac{1}{2}$ période.

3-Remplacer la sphère par le cylindre et déterminer sa $\frac{1}{2}$ période. Mettre tous les résultats dans le tableau3.

4-Déterminer la période de la tige, de la sphère , puis du cylindre.

5-En déduire leurs moments d'inertie respectifs. Les comparer aux moments d'inertie théoriques , sachant que :

$$I_{\text{tige}} = \frac{1}{12}(m_{\text{tig}} l^2), l \text{ étant la longueur totale de la tige.}$$

$$I_{\text{sphère}} = \frac{2}{5} (m_{\text{sph}} R^2) , R \text{ étant le rayon de la sphère.}$$

$$I_{\text{cyl}} = \frac{1}{2} (m_{\text{cyl}} R^2) , R \text{ étant le rayon du cylindre.}$$

	T	T_{moy}	I_{mes}	I_{cal}
Tige				
Sphère				
Cylindre				

Tableau3