

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mohamed Seddik Ben Yahia – Jijel
Faculté de Sciences et technologie (FST)
Département d'enseignement fondamental en sciences et technologie (DEFST)



Notes de Travaux Pratiques

Par :
Dr Baouche Nabil

Spécialité : Physique Théorique

Travaux Pratiques : Elément de mécanique

Année universitaire 2025/2026

Table des matières

Table des figures	2
Liste des tableaux	3
0.1 Introduction	4
0.1.1 Mesures directes et indirectes	4
0.1.2 Incertitude absolue et relative	4
0.1.3 Présentation d'un résultat	5
0.1.4 Les chiffres significatifs	5
0.2 Objectif de la manipulation	6
0.3 L'expérience d'un ressort	6
0.4 Évaluation de l'incertitude dans la mesure du diamètre d'un disque en bois.	7
0.1 Introduction	8
0.2 Objectifs de la Manipulation	8
0.3 Matériel utilisé	8
0.4 Partie théorique	9
0.5 Partie pratique	9
0.1 Introduction	13
0.2 Objectifs de la Manipulation	13
0.3 Matériel utilisé	13
0.4 Partie théorique	14
0.5 Partie pratique	15
0.5.1 Influence de la masse m sur la durée d'une période T	15
0.5.2 Influence de l'angle initial θ sur la durée d'une période T	16
0.5.3 Influence de la longueur de fil L sur la durée d'une période T	17
0.1 Introduction	18
0.2 Objectifs de la Manipulation	18
0.3 Matériel utilisé	18
0.4 Partie théorique	19
0.5 Partie pratique	19

Table des figures

1	chute libre	12
2	Le pendule simple	14
3	plan incliné	21

Liste des tableaux

1	Tableau des mesures 01	7
2	Tableau des mesures 02	7
3	Chute libre	11
4	Influence de la masse m sur la durée d'une période T	16
5	Influence de l'angle initial θ sur la durée d'une période T	17
6	Influence de la longueur de fil L sur la durée d'une période T	17
7	Plan incliné 01	20
8	Plan incliné 02	20

Première Manip : Mesure des grandeurs physiques et incertitudes

0.1 Introduction

En physique, la mesure est le processus de détermination de la magnitude d'une quantité particulière à l'aide d'un étalon ou d'une unité de mesure.

0.1.1 Mesures directes et indirectes

Une mesure en expérience physique ne peut jamais être exacte et l'erreur ou l'incertitude, est toujours présente pour corriger cette mesure. Ces erreurs peuvent provenir de l'instrument de mesure, de l'expérimentateur lui-même ou de la méthode de mesure suivie. On dit que la mesure est directe si on utilise un instrument pendant l'opération de mesure pour obtenir la valeur de la grandeur physique (exemple : mesure de la masse d'un corps à l'aide d'une balance, mesure de la distance à l'aide d'une règle graduée, de température, etc.), par contre on dit que la mesure est indirecte si la valeur de la grandeur physique mesurée est obtenue à partir des autres grandeurs physiques mesurées (exemple : mesure d'une masse volumique, d'une concentration, d'une vitesse, d'une puissance, etc.).

0.1.2 Incertitude absolue et relative

Incertitude absolue

L'incertitude absolue d'une grandeur physique G mesurée est l'écart entre la valeur expérimentale G_{mes} et une valeur exacte G_0 . On sait que la valeur exacte G_0 est inaccessible, mais on l'approche en effectuant la moyenne d'une série de mesures n de la

grandeur G dans les mêmes conditions expérimentales et avec le même instrument de mesure qui donne $\{G_1, G_2, \dots, G_n\}$, avec une série d'erreurs $\{\delta G_1, \delta G_2, \dots, \delta G_n\}$, on définit l'incertitude absolue liée à cette mesure par :

$$\Delta G = \text{Max} \{ \delta G_1, \delta G_2, \dots, \delta G_n \}, \quad (1)$$

où

$$\delta G_i = |G_i - G_0|. \quad (2)$$

$$G_0 = G_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^n G_i}{n}. \quad (3)$$

Incertitude relative

Pour savoir la précision de notre résultat obtenu, on calcule l'incertitude relative qui est le quotient de l'erreur absolue ΔG à la valeur exacte G_0 notée $\frac{\Delta G}{G_0}$, elle s'exprime également en termes de pourcentage par :

$$\epsilon = \frac{\Delta G}{G_0} \times 100\%. \quad (4)$$

0.1.3 Présentation d'un résultat

Après avoir déterminé les valeurs G_0 et ΔG , on pourra présenter le résultat sous la forme :

$$G = G_0 \pm \Delta G u, \quad (5)$$

où u est l'unité de la grandeur.

0.1.4 Les chiffres significatifs

La valeur mesurée comporte toujours une incertitude, cette incertitude peut être indiquée par le nombre de chiffres significatifs représenté dans l'écriture de la valeur mesurée qui doit être limitée. Cela signifie que le nombre de chiffres significatifs doit être identique pour chaque valeur exacte G_0 et l'erreur absolue ΔG .

Exemple :

Si on mesure une longueur $L_0 = 55 \text{ cm}$ avec une incertitude estimée à $\Delta L = 2 \text{ cm}$.

L'incertitude relative est : $\frac{\Delta L}{L_0} = \frac{2}{55} = 0.036$

La précision est : $\epsilon = 3.6\%$

Le résultat de cette mesure est : $L = (55 \pm 2) \text{ cm}$

N.B On admet les écritures suivantes pour la longueur

$$L = (55.5 \pm 2.1) \text{ cm}$$

$$L = (55.54 \pm 2.13) \text{ cm}$$

Mais l'écriture $L = (55.5 \pm 2.13) \text{ cm}$ est rejetée, car le nombre de chiffres significatifs doit être identique.

0.2 Objectif de la manipulation

Le but de cette expérience est de déterminer les incertitudes de mesure de certaines grandeurs physiques et de connaître bien comment présenter ces résultats de calcul et de maîtriser la notion des chiffres significatifs.

0.3 L'expérience d'un ressort

On considère un ressort parfaitement élastique, de longueur à vide l_0 et de constante de raideur k . On utilise, par exemple, le ressort d'un dynamomètre. On l'accroche verticalement, puis on attache un objet de masse m à son autre extrémité libre. Sa longueur augmente sous l'action du poids de la masse m et devient l . Le ressort exerce alors une tension que l'on appelle force de rappel $\vec{F} = -k \delta x \vec{k}$ qui tend à le ramener vers sa position d'équilibre, telle que $\delta x = l - l_0$ représente l'allongement du ressort.

À l'aide d'une règle, on mesure la longueur du ressort à vide l_0 , puis on mesure cinq fois sa longueur l lorsque l'on attache la masse $m = 100(g)$. On lit enfin la valeur de la force F sur le dynamomètre. 1) Remplissezle tableau 01.

On donne : $\Delta F = 10^{-3}(N)$, $\Delta(\delta x) = 10^{-2}(m)$

$$\frac{\Delta k}{k} = \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta(\delta x)}{(\delta x)}$$

2) Calculer Δk , l'incertitude absolue sur la constante de raideur de ressort.

N° de mesure	M_1	M_2	M_3	M_4	M_5
$F(N)$					
$\delta x(m)$					
$k_{mes}(N/m)$					

TABLE 1 – Tableau des mesures 01

0.4 Évaluation de l'incertitude dans la mesure du diamètre d'un disque en bois.

L'objectif de cette expérience est de calculer l'incertitude associée à la mesure du diamètre d'un disque en bois. Pour cela, nous avons besoin d'un disque en bois et d'une règle.

1) On demande à quatre étudiants de mesurer le diamètre du disque en centimètres, puis de remplir le tableau 02.

2) Calculez l'incertitude absolue et relative sur le diamètre D du disque.

N° de mesure	M_1	M_2	M_3	M_4
$D(cm)$				

TABLE 2 – Tableau des mesures 02

Deuxième Manip : La chute libre verticale

0.1 Introduction

Un mouvement est appelé chute libre lorsque le corps, abandonné sans vitesse initiale dans le vide, est uniquement soumis à son poids.

0.2 Objectifs de la Manipulation

L'objectif principal de ce TP est de vérifier expérimentalement les lois de la chute libre et de déterminer l'accélération de la pesanteur g . Plus spécifiquement, il s'agit de :

- 1) Savoir observer et repérer le mouvement d'un corps en chute libre verticale.
- 2) Savoir le type de mouvement en établissant l'équation horaire du mouvement du corps.
- 3) Savoir appliquer la deuxième loi de Newton.
- 4) Calculer la valeur expérimentale de g à partir de la pente de la courbe h en fonction de t^2 et confirmer que l'accélération g est indépendante de la masse.
- 5) Montrer que l'énergie mécanique d'un corps en chute libre sans frottement est constante.

0.3 Matériel utilisé

Un dispositif de Chute libre composé de :

- * Pied équipé d'un déclencheur
- * Règle graduée 1000 (m)

- * Bille métallique
- * Compteur électronique à affichage numérique
- * Capteur électronique

0.4 Partie théorique

Considérons une bille de masse m en chute libre dans le champ de pesanteur g uniforme sans résistance de l'air. La bille est lâchée à $t = 0$ à une hauteur h sans lui communiquer une vitesse initiale ($v_0 = 0$). La bille est soumise à la force de gravitation $\vec{p} = m \vec{g}$, En choisissant un axe $(O, \vec{U}_z)$ dirigé selon la verticale descendante.

1) En utilisant le principe fondamental de la dynamique, montrez que l'équation différentielle s'écrit comme suit :

$$m \frac{d^2 h(t)}{dt^2} = mg$$

2) Montrer que l'intégration de l'équation différentielle conduit au résultat suivant :

$$h = \frac{1}{2} g t^2$$

0.5 Partie pratique

Principe de fonctionnement

Un dispositif de chute libre permet de mesurer le temps de chute d'une bille métallique de masse $m = 16.6(g)$ initialement maintenue puis libérée par un déclencheur, sans vitesse initiale. Ce temps est mesuré avec une grande précision à l'aide d'un compteur électronique à affichage numérique. Le compteur est relié à la fois au déclencheur, pour marquer le début de la chute ($t=0$), et à un capteur électronique. Le passage de la bille

devant le deuxième capteur électronique envoie un signal qui arrête immédiatement le compteur. La hauteur de chute est ajustée facilement en déplaçant le capteur le long d'une règle graduée verticale.

1) Relever pour chaque mesure, la distance h parcourue par la bille et le temps t nécessaire pour faire ce parcours. Puis remplissez le tableau 02.

2) Sur un papier millimétrique, tracer et commenter la courbe $h = f(t^2)$.

3) En déduire la valeur de l'accélération de la pesanteur g ainsi que l'erreur Δg .

4) Quelle est la nature du mouvement ?

5) Pour une hauteur de chute déterminée $h = 0.5(m)$, mesurez le temps de chute pour les deux masses différentes $m = 16.6(g)$ et $m = 7.04(g)$. Que peut-on conclure ?

6) Exprimer la vitesse de la bille en fonction du temps.

7) Tracer les courbes $E_c = f(t^2)$, $E_p = f(t^2)$, $E_m = f(t^2)$ ou E_c , E_{pp} , E_m sont l'énergie cinétique, l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie mécanique.

8) Conclusion ?

On donne : $\Delta h = 10^{-2}(cm)$, $\Delta T = 10^{-2}(ms)$ et

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta h}{h} + 2 \frac{\Delta T}{T}$$

$h (m)$	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8
$t_1 (s)$								
$t_2 (s)$								
$t_3 (s)$								
$t_m (s)$								
$t_m^2 (s^2)$								
$g (\frac{m}{s^2})$								
$\Delta g (\frac{m}{s^2})$								
$E_c (j)$								
$E_{pp} (j)$								
$E_m (j)$								

TABLE 3 – Chute libre



FIGURE 1 – chute libre

Troisième Manip : Pendule simple

0.1 Introduction

Un pendule simple est constitué d'un fil inextensible et sans masse de longueur l , fixé à un support immobile à une extrémité et relié à une masse ponctuelle m à l'autre extrémité. Lorsqu'on l'écarte de sa position d'équilibre d'un angle initial θ et qu'on le lâche, le pendule oscille sous l'effet de son poids P . La période T de ses oscillations est le temps nécessaire pour effectuer un cycle complet (mouvement d'aller-retour).

0.2 Objectifs de la Manipulation

L'objectif principal de ce TP est d'étudier expérimentalement les facteurs qui influencent la période d'oscillation d'un pendule simple et trouver un modèle mathématique pour le calcul de cette période.

0.3 Matériel utilisé

- 1) Fil inextensible.
- 2) Support vertical.
- 3) Rapporteur.
- 4) Chronomètre.
- 5) Corps ponctuels de différentes masses.

6) Règle graduée.

0.4 Partie théorique

On écarte une masse ponctuelle $m = 62.40(g)$ de sa position d'équilibre suspendue à un fil inextensible de longueur $l = 30(cm)$. On repère la position de la masse par l'angle $\theta = 20^0$ entre la direction du fil et la verticale.

- 1) À l'aide de la deuxième loi de Newton, trouver l'équation différentielle du mouvement.
- 2) Donner la solution de cette équation différentielle.
- 3) Quelle est la nature du mouvement ?
- 4) Trouver l'expression analytique de la période T .

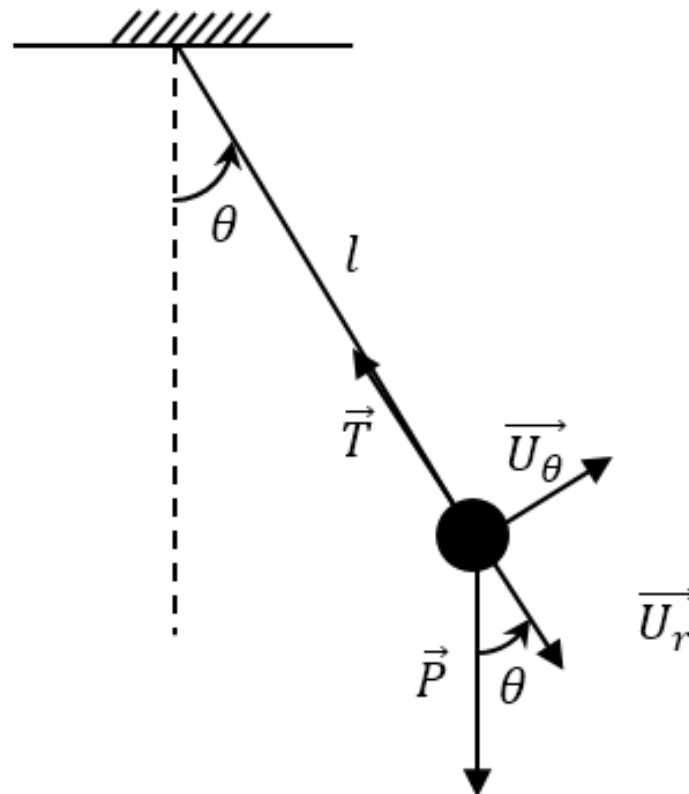


FIGURE 2 – Le pendule simple

0.5 Partie pratique

Dans cette partie expérimentale, nous étudions l'influence de différents paramètres sur la période d'oscillation du pendule. Nous commençons par analyser successivement l'effet de la masse oscillante, de l'amplitude initiale et de la longueur du fil.

0.5.1 Influence de la masse m sur la durée d'une période T

On fixe la longueur du fil à $l = 50(cm)$. On écarte la masse suspendue du fil de sa position verticale d'équilibre d'un angle de $\theta = 20^0$ (petites oscillations), puis on la libère sans vitesse initiale sous l'action de la pesanteur pour qu'elle se mette à osciller de part et d'autre de cette position. On donne $\Delta T = 10^{-2}(ms)$, $\Delta l = 10^{-2}(cm)$ et $\Delta T = 10^{-2}(ms)$, $\Delta l = 10^{-2}(cm)$ et

$$\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta l}{l} + 2\frac{\Delta T}{T}$$

1) Pour chaque masse listée dans le tableau 03, on mesure trois fois le temps $T/2$ nécessaire pour une réalisation d'une demi-période d'oscillation puis calculer la période T .

2) Remplissez le tableau 03.

3) La période T du pendule dépend-elle de la masse du solide ?

$m (g)$	$m_1 = 12.50$	$m_2 = 63.5$	$m_3 = 100.0$
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_1}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_2}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_3}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_{moy}(s)$			
$T_{moy}(s)$			
$T_{cal}(s)$			
$\Delta T (s)$			
$g \left(\frac{m}{s^2}\right)$			
$\Delta g \left(\frac{m}{s^2}\right)$			

TABLE 4 – Influence de la masse m sur la durée d'une période T

0.5.2 Influence de l'angle initial θ sur la durée d'une période T

Pour une longueur fixée $l = 50(cm)$ et une masse $m = 62.4(g)$, mesurer à l'aide d'un chronomètre le temps nécessaire à la réalisation d'une demi-période d'oscillation puis calculer la période T . Renouveler cette mesure trois fois pour chaque angle θ répertorié dans le tableau 04, et calculer la valeur moyenne de la période pour chaque configuration angulaire.

2) Remplissezle tablaeu 04.

3) La période T du pendule dépend-elle de l'angle θ ?

α^0	$\alpha_1 = 15^0$	$\alpha_2 = 25^0$	$\alpha_3 = 35^0$
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_1}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_2}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_3}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_m(s)$			
$T_m(s)$			
$T_m^2(s^2)$			
$g\left(\frac{m}{s^2}\right)$			
$\Delta g\left(\frac{m}{s^2}\right)$			

TABLE 5 – Influence de l'angle initial θ sur la durée d'une période T

0.5.3 Influence de la longueur de fil L sur la durée d'une période T

Nous répétons l'expérience précédente, mais cette fois-ci nous avons fixé la masse $m = 62.4(g)$ et l'angle $\theta = 20^0$, et nous avons fait varier la longueur du fil comme indiqué dans le tableau 05.

1) Remplissezle tablaeu 05.

$l(cm)$	$l_1 = 25$	$l_2 = 35$	$l_3 = 45$
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_1}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_2}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_{mesure_3}(s)$			
$\left(\frac{T}{2}\right)_m(s)$			
$T_m(s)$			
$T_m^2(s^2)$			
$g\left(\frac{m}{s^2}\right)$			
$\Delta g\left(\frac{m}{s^2}\right)$			

TABLE 6 – Influence de la longueur de fil L sur la durée d'une période T

Quatrième Manip : Plan incliné

0.1 Introduction

Le plan incliné est une surface plane qui forme un angle avec l'horizontale. On le retrouve sous forme de routes de montagne par exemple. D'un point de vue physique, son intérêt principal est de faciliter le déplacement. En effet, il permet de soulever une charge en exerçant une force moindre que si l'on devait la lever verticalement. L'étude des forces appliquées à un objet en équilibre sur un plan incliné est donc fondamentale.

0.2 Objectifs de la Manipulation

L'objectif principal de ce TP est d'étudier les forces appliquées sur un point matériel en état d'équilibre sur un plan incliné et de savoir bien appliquer la 1^{re} loi de Newton et calculer la valeur de l'accélération gravitationnelle g .

0.3 Matériel utilisé

Un dispositif de Chute libre composé de :

- *) Un plan incliné d'un angle α et de longueur $L = 30(cm)$.
- *) Un chariot de masse $M = 83.65(g)$ pouvant se déplacer sur le plan incliné qui est relié à un dynamomètre par un fil inextensible et sans masse passant par une poulie.
- *) Deux potences supportant le plan incliné et le dynamomètre.

*) Une règle graduée pour mesurer la hauteur x entre le plateau et le plan incliné et on donne : $x' = 2.7(cm)$ qui représente la hauteur entre le plateau et la table.

*) Le chariot peut recevoir deux masses de $50(g)$ et quatre masses de $10(g)$.

0.4 Partie théorique

En l'absence de frottements, le chariot posé sur le plan incliné (en équilibre) est soumis à trois forces :

1) Le poids $\vec{P}$: force verticale dirigée vers le bas, appliquée au centre de gravité du chariot.

2) La réaction normale $\vec{R}$: force perpendiculaire à la surface du plan incliné, dirigée vers le haut.

3) La force $\vec{F}$: force parallèle au plan incliné, dirigée vers le haut. Dans cette configuration, elle est appliquée par un dynamomètre pour maintenir le chariot en équilibre.

Travail théorique à faire :

1) Tracez toutes les forces qui agissent sur le chariot.

2) Étudier l'équilibre du chariot en appliquant la 1^{re} loi de Newton (le principe d'inertie) et déterminer les expressions de la force T tension du fil et l'accélération gravitationnelle g .

0.5 Partie pratique

Principe de fonctionnement de manipulation 01

On fixe la potence à une distance $x = 12.3(cm)$, donc la hauteur $h = x + x' = 15(cm)$.

1) Calculer l'angle α .

Pour chaque valeur de masse accrochée sur le chariot.

2) Lisez la valeur de la force F sur le dynamomètre, puis complète le tableau 06.

3) Tracer F en fonction de $(M + m)$ et analyser et commenter sur la courbe.

4) Calculer la pente de graphe et déduire la valeur de l'accélération gravitationnelle g .

5) Donner une conclusion.

On donne : $\Delta F = 10^{-3}(N)$, $\Delta m = 10^{-4}(N)$ et $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta F}{F} + \frac{\Delta m}{m}$.

<i>La masse (g)</i>	$F (N)$	$g \left(\frac{m}{s^2} \right)$	$\Delta g \left(\frac{m}{s^2} \right)$	$P (N)$	$R (N)$
M					
$M + 60$					
$M + 80$					
$M + 100$					
$M + 120$					
$M + 140$					
$M + 160$					

TABLE 7 – Plan incliné 01

Principe de fonctionnement de manipulation 02

Maintenant, on fixe la masse à une valeur est égale $M + 80(g)$ et On donne : $g = 9.81 \left(\frac{m}{s^2} \right)$, déplacer la potence qui porte l'extrémité du plan pour varier l'angle d'inclinaison α puis lire sur le dynamomètre la valeur de la force F , et compléter le tableau 07 suivant :

$x (cm)$	$\sin \alpha$	α^0	$F (N)$	$P (N)$	$R (N)$
12.3					
10					
8					
6					

TABLE 8 – Plan incliné 02

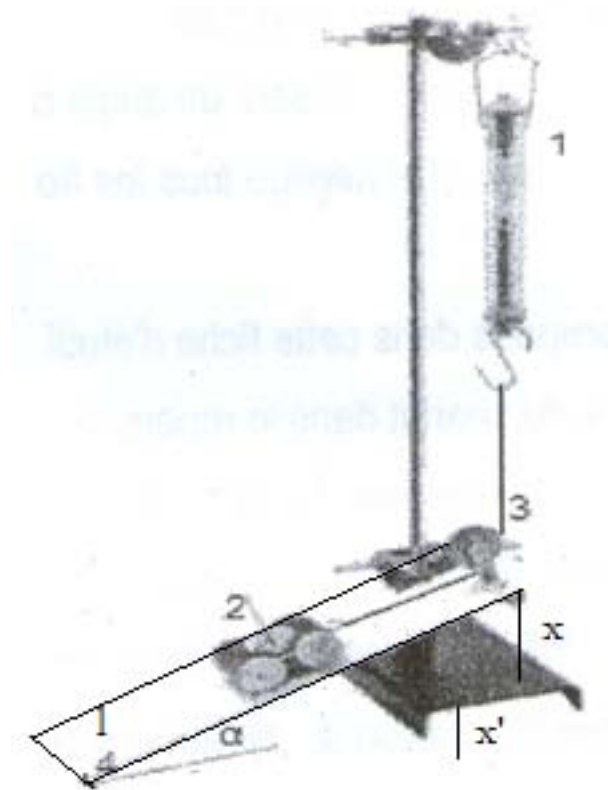


FIGURE 3 – plan incliné

- 2) Tracer F en fonction de $\sin\alpha$.
- 3) Analyser et commenter la courbe et calculer la pente du graphe.
- 4) Faites une comparaison entre l'expression théorique et pratique, et déduisez la masse $M + m$.
- 5) Discuter ces résultats.