

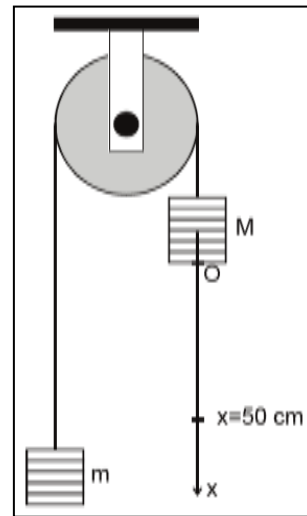
## TP 2 : Principe fondamental de la dynamique : La machine d'Atwood

### I. But du TP

Vérifier expérimentalement le principe fondamental de la dynamique (PFD), encore appelé : 2<sup>e</sup> principe de Newton en utilisant la machine d'Atwood.

### II. Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé est connu sous le nom de machine d'Atwood et illustré sur la figure ci-contre. Elle se compose de deux masses  $m$  et  $M$  reliées par l'intermédiaire d'un fil passant sur une poulie fixe.  $M$  est légèrement plus grande que  $m$  de sorte que le **système** de masse  $M+m$  est accéléré sous l'action de la **force motrice**:  $F = M \cdot g - m \cdot g = \Delta m \cdot g$



Afin de déterminer l'accélération du système dans le **référentiel terrestre**, on utilisera une hauteur de chute de 50 cm de la masse  $M$ , pour laquelle il faudra mesurer le temps de chute  $t$ .

(RAPPEL : Equation horaire pour un MRUV dans le **repère cartésien**  $Ox$  :  $x = \frac{1}{2}$

$a_x t^2$  et donc  $a_x = \frac{2x}{t^2}$  si à l'instant  $t = 0$  s la masse  $M$  est lâchée en  $x_0 = 0$  m avec une vitesse initiale  $v_0 = 0$  m/s.)

### III. Mesures et calculs (Vérifier toutes les masses marquées avec une balance !)

1) Relation entre accélération et force: garder la masse totale du système constante ( $M+m = 500$  g) et étudier l'effet d'une variation de la force motrice. **Toute masse enlevée d'un côté doit donc être remplacée de l'autre côté !** Prendre les mesures pour  $\Delta m = 16, 20, \dots$ , et 44 g. Noter les résultats (valeurs exactes des masses) dans un tableau du genre suivant :

$\Delta m$ en g	$M$ en g	$m$ en g	$M+m$ en g	$F$ en N	$t_1$ (s)	$t_2$ (s)	$t_3$ (s)	$t$ en s	$a_x$ en $m/s^2$
16	258	242	...	...	...	...	...	(t moyen)	...
20	260	240	...	...	...	...	...	...	...
24	262	238	...	...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
44	272	228	...	...	...	...	...	...	...

Représenter la composante  $a_x$  de l'accélération selon  $Ox$  en fonction de la force motrice  $F$  et ajouter une droite de régression.

Donner les valeurs de la pente et de l'ordonnée à l'origine.

Écrire la relation vectorielle du PFD et la décomposer selon l'axe Ox. Interpréter les résultats ! (Validité de la loi, signification physique de la pente et de l'ordonnée à l'origine.)

A partir de la pente, déduire la masse du système accéléré.

Comparer à la valeur réelle (avec calcul de l'écart relatif).

Déduire de l'ordonnée à l'origine la force de frottement (supposée constante) qui s'exerce sur système accéléré. Vérifier en comparant à l'intersection de la droite avec l'axe horizontale.

2) Relation entre accélération et masse : garder la force motrice F constante (Si  $\Delta m = 20$  g on a  $F = 0,196$  N) et faire varier la masse totale du système.

Commencer par  $m = 100$  g et  $M = 120$  g, puis avancer par pas de 20 g jusqu'à  $m=240$  g et  $M=260$  g. Noter les résultats dans un tableau du genre suivant :

M+m en g	M en g	m en g	$\Delta m$ en g	F en N	$\frac{1}{M+m}$ en 1/kg	t <sub>1</sub> (s)	t <sub>2</sub> (s)	t <sub>3</sub> (s)	t en s	a <sub>x</sub> en m/s <sup>2</sup>
220	120	100	...	...		...	...	...	(t moyen)	...
260	140	120	...	...		...	...	...	...	...
...	...	...	...	...		...	...	...	...	...
500	260	240								

Faire une représentation graphique de la composante a<sub>x</sub> de l'accélération selon Ox en fonction de l'inverse de la masse totale du système  $\frac{1}{M+m}$  et ajouter une droite de régression.

Donner les valeurs de la pente et de l'ordonnée à l'origine.

En se basant de nouveau sur la décomposition selon Ox du PFD, interpréter les résultats ! (Validité de la loi, signification physique de la pente et de l'ordonnée à l'origine.)

A partir de la pente, déduire la force avec laquelle le système a été accéléré.

En déduire la force de frottement moyenne s'exerçant sur le système.

Sachant que le force de frottement augmente avec la masse M+m du système, déduire à partir de l'intersection avec l'axe horizontal, la masse M+m du système accéléré à partir de laquelle la force de frottement compense la force motrice.

Tirer une conclusion des expériences 1 et 2 afin de valider (ou non) le principe à vérifier.