
**OBJECTIF**
**Confirmation de la conservation de l'énergie à l'aide de la roue de Maxwell**
**RESUME**

La roue de Maxwell est suspendue des deux côtés de son axe à un fil sur lequel elle monte et descend. De l'énergie potentielle est convertie en énergie cinétique, puis inversement. Les mouvements de montée et de descente se répètent, jusqu'à ce que l'énergie déterminée par la hauteur initiale soit complètement perdue par les pertes de frottement et de réflexion. Dans l'expérience, on dispose à différentes hauteurs une barrière lumineuse qui est interrompue à chaque fois par l'axe de la roue de Maxwell qui monte et qui descend. Les temps d'interruptions permettent de calculer les vitesses momentanées et ainsi les énergies cinétiques.

**EXERCICES**

- Enregistrer le diagramme parcours/temps et le diagramme vitesse/temps du premier mouvement de descente.
- Déterminer l'accélération et le moment d'inertie.
- Déterminer les énergies cinétiques et potentielles pendant les mouvements de descente et de montée.
- Confirmer la conservation de l'énergie en tenant compte des pertes de frottement et de réflexion.

**DISPOSITIFS NECESSAIRES**

Nombre	Appareil	Référence
1	Roue de Maxwell	1000790
1	Dispositif de déclenchement pour la roue de Maxwell	1018075
1	Compteur numérique à interface (230 V, 50/60 Hz)	1003123 ou
	Compteur numérique à interface (115 V, 50/60 Hz)	1003122
1	Barrière photoélectrique	1000563
1	Pied en forme de H	1018874
2	Tige statif, 1000 mm	1002936
5	Noix universelle	1002830
1	Tige statif, 400 mm, 10 mm Ø	1012847
1	Paire de cordons de sécurité, 75 cm, rouge/bleu	1017718
<b>En plus recommandé</b>		
1	Balance électronique 5000 g	1003434
1	Pied à coulisse, 150 mm	1002601

**GENERALITES**

La roue de Maxwell est suspendue des deux côtés de son axe à un fil sur lequel elle peut monter et descendre. Toujours plus d'énergie potentielle est transformée en énergie cinétique de la rotation. Dès que le fil est entièrement déroulé, la roue continue à tourner avec une forte énergie de rotation, enroule le fil de l'autre côté et, sous l'effet de restitution d'énergie cinétique en énergie potentielle, remonte jusqu'à ce que l'énergie cinétique soit complètement reconvertie. Puis, le déroulement et l'enroulement se répètent, jusqu'à ce que l'énergie déterminée par la hauteur initiale soit complètement perdue par les pertes de frottement et de réflexion.

Lors du déroulement et de l'enroulement, la roue descend et monte lentement à vitesse  $v$ . Selon l'équation

$$(1) \quad v = \omega \cdot r \text{ avec } r : \text{ rayon de l'axe}$$

la vitesse est en rapport direct avec la vitesse angulaire  $\omega$  à laquelle la roue tourne sur son propre axe. Aussi, l'énergie totale s'élève à

$$(2) \quad E = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot I \cdot \omega^2 + \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \\ = m \cdot g \cdot h + \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left( \frac{I}{m \cdot r^2} + 1 \right) \cdot v^2$$

$m$  : masse,  $I$  : moment d'inertie,  $h$  : hauteur au-dessus du point d'inflexion,  $g$  : accélération de la pesanteur

Elle décrit un mouvement de translation avec l'accélération orientée vers le bas

$$(3) \quad \dot{v} = a = \frac{g}{\frac{I}{m \cdot r^2} + 1}$$

Dans l'expérience, cette accélération est déterminée à partir du parcours franchi pendant le temps  $t$

$$(4) \quad s = \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

et de la vitesse momentanée atteinte après le temps  $t$

$$(5) \quad v = a \cdot t.$$

Pour cela, on dispose à différentes hauteurs  $h$  une barrière lumineuse qui est interrompue à chaque fois par l'axe de la roue qui monte et qui descend (Fig. 1). Un compteur numérique mesure les temps d'interruption  $\Delta t$  et le « temps de chute »  $t$  du premier mouvement de descente.

**EVALUATION**

La masse  $m$  et le rayon d'axe  $r$  étant connus, on détermine le moment d'inertie à partir de l'accélération  $a$ . En raison de (3) :

$$I = m \cdot r^2 \cdot \left( \frac{g}{a} - 1 \right).$$

Les temps d'interruption  $\Delta t$  permettent de calculer les vitesses momentanées  $v$  et les énergies cinétiques  $E_{\text{kin}}$  :

$$v = \frac{2 \cdot r}{\Delta t} \text{ et } E_{\text{kin}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left( \frac{I}{m \cdot r^2} + 1 \right) \cdot v^2.$$

Pour l'énergie potentielle :

$$E_{\text{pot}} = m \cdot g \cdot h.$$

La supposition d'une force de frottement constante agissant dans le sens opposé au mouvement et la déperdition non négligeable d'énergie au changement de direction au point d'inflexion inférieur permettent de décrire les pertes clairement visibles dans la Fig. 4 du bilan énergétique.

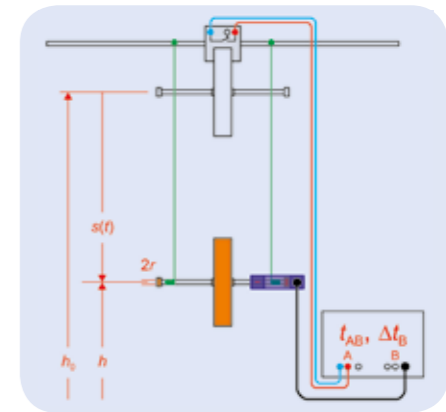


Fig. 1 : Représentation schématique du montage expérimental

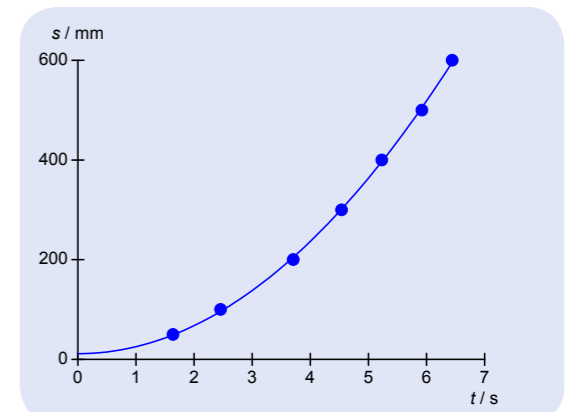


Fig. 2 : Diagramme parcours/temps du premier mouvement de descente

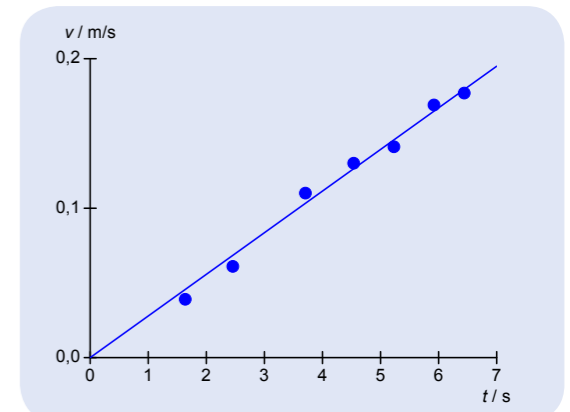
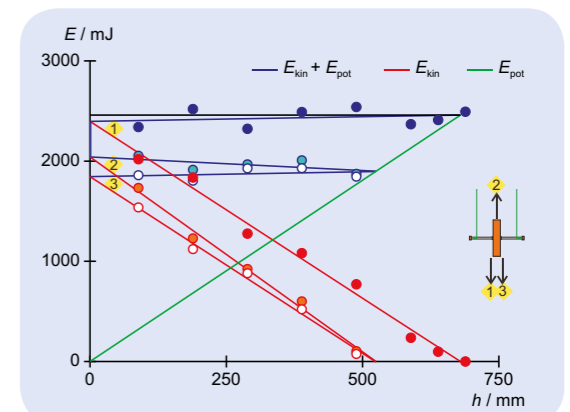


Fig. 3 : Diagramme vitesse/temps du premier mouvement de descente


 Fig. 4 : Bilan énergétique en fonction de la hauteur  $h$ 

Vous trouverez les informations techniques sur les appareils sur «3bscientific.com»

**1**