
OBJETIVO

Comprobación de la conservación de la energía por medio de una rueda de Maxwell

RESUMEN

La rueda de Maxwell está colgada horizontalmente de sendos hilos a uno y otro lado de su eje en el cual se enrolla y desenrolla, convirtiendo energía potencial en cinética y viceversa repetidas veces. El proceso de desenrollarse y volver a enrollarse se repite hasta que la energía fijada por la altura inicial se consume totalmente por las pérdidas de fricción y reflexión. En el experimento se coloca una puerta fotoeléctrica a diferentes alturas, la cual es interrumpida por el eje de la rueda de Maxwell repetidas veces. De los tiempos de interrupción se pueden calcular las velocidades instantáneas y de ellas las energías cinéticas.

TAREAS

- Registro del diagrama de espacio-tiempo y del diagrama velocidad-tiempo del primer movimiento de descenso.
- Determinación de la aceleración y del momento de inercia.
- Determinación de las energías cinéticas y potenciales durante los movimientos de descenso y ascenso.
- Comprobación de la conservación de la energía bajo la consideración de las pérdidas por fricción y reflexión.

EQUIPO REQUERIDO

Número	Aparato	Artículo N°
1	Rueda de Maxwell	1000790
1	Dispositivo de arranque para la rueda de Maxwell	1018075
1	Contador digital con interface (230 V, 50/60 Hz)	1003123 ó
	Contador digital con interface (115 V, 50/60 Hz)	1003122
1	Puerta fotoeléctrica	1000563
1	Pie soporte, en forma H	1018874
2	Varilla de soporte, 1000 mm	1002936
5	Nuez universal	1002830
1	Varilla de soporte, 400 mm, 10 mm Ø	1012847
1	Par de cables de experimentación de seguridad, 75 cm, rojo/azul	1017718
Se recomienda adicionalmente		
1	Balanza electrónica 5000 g	1003434
1	Pie de rey, 150 mm	1002601

FUNDAMENTOS GENERALES

La rueda de Maxwell se encuentra colgada horizontalmente de sendos hilos a uno y otro lado de su eje, de los cuales puede desenrollarse, convirtiendo crecientemente energía potencial en energía cinética de rotación. Tan pronto los hilos se han desenrollado totalmente, la rueda sigue moviéndose con energía de rotación alta, los hilos se enrollan en el lado contrario reconviertiendo la energía cinética en potencial hasta que la energía cinética se ha reconvertido totalmente. Luego se repite el proceso de desenrollar y enrollar hasta que la energía fijada por la altura inicial se ha consumido por las pérdidas por fricción y reflexión.

Al desenrollarse y enrollarse la rueda se mueve lentamente hacia abajo y luego hacia arriba con velocidad v . La velocidad se encuentra en una relación fija

$$(1) \quad v = \omega \cdot r \text{ con } r: \text{ Radio del eje}$$

con respecto a la velocidad angular ω , con la cual se mueve la rueda alrededor de su propio eje. La energía total se expresa por lo tanto como:

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

m : Masa, I : Momento de inercia, h : Altura por encima del punto de inversión abajo, g : Aceleración de caída libre

Esta expresión describe un movimiento de translación con una aceleración dirigida hacia abajo:

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

Esta aceleración se determina en el experimento a partir del espacio s :

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

recorrido en el tiempo t resp. de la velocidad instantánea v lograda en el tiempo t :

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

Para ello se coloca la puerta fotoeléctrica en diferentes alturas h y es interrumpida repetidas veces por el eje de la rueda al desenrollarse y al enrollarse (véase Fig. 1). Un contador digital mide los tiempos de interrupción Δt y el "tiempo de caída" t del primer movimiento de descenso.

EVALUACIÓN

Con la masa m y el radio r del eje conocidos se puede determinar el momento de inercia a partir de la aceleración a . Debido a (3) se tiene:

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

De los tiempos de interrupción Δt se calculan las velocidades instantáneas v y las energías cinéticas E_{kin} :

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

Para la energía potencial se tiene

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

Las pérdidas, reconocibles claramente en la Fig. 4, del balance energético se pueden describir bien asumiendo una fuerza de fricción constante en contra de la dirección de movimiento y por lo no despreciable entrega de energía en el cambio de la dirección en el punto de inversión de abajo.

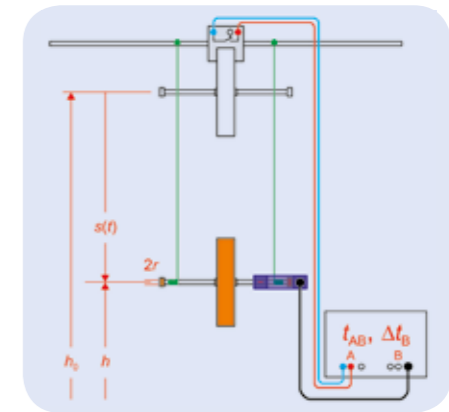


Fig. 1: Representación esquemática del montaje experimental

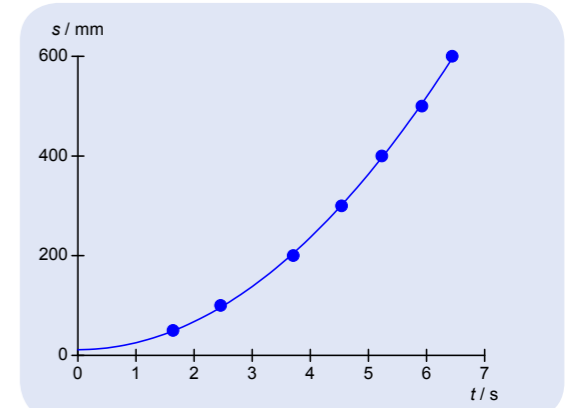


Fig. 2: Diagrama espacio-tiempo del primer movimiento de descenso

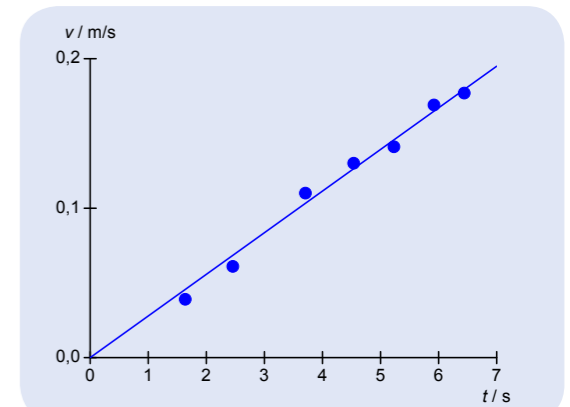


Fig. 3: Diagrama velocidad-tiempo del primer movimiento de descenso

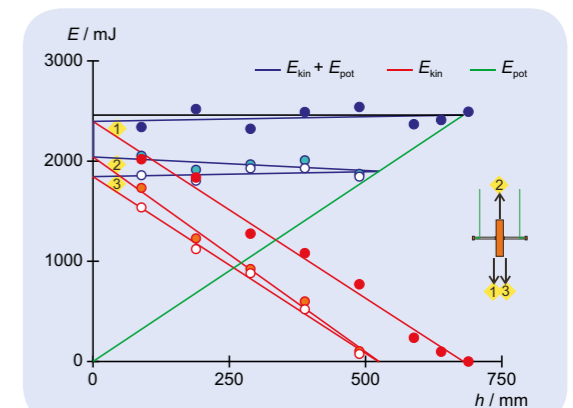


Fig. 4: Balance energético en dependencia con la altura h