
OBJETIVO

Confirmação da conservação de energia com auxílio de uma Roda de Maxwell

RESUMO

A Roda de Maxwell é suspensa em ambos os lados de seu eixo em um fio, no qual ela sobe e desce. Nisto, a energia potencial é transformada em energia cinética e vice-versa. O processo de desenrolar e enrolar novamente é repetido até que a energia determinada pela altura inicial é completamente perdida por perdas por atrito e reflexão. Na experiência, é disposta uma fotocélula em alturas diferentes, que sempre é interrompida pelo eixo da roda de Maxwell na subida e na descida. A partir dos intervalos entre interrupções, podem ser calculadas as velocidades momentâneas e, daí, as energias cinéticas.

TAREFAS

- Elaboração dos diagramas percurso-tempo e velocidade-tempo do primeiro movimento descendente.
- Determinação da aceleração e do momento de inércia.
- Determinação das energias cinética e potencial durante os movimentos de descida e subida.
- Confirmação da conservação da energia sob consideração das perdas por atrito e reflexão.

Informações técnicas sobre os dispositivos, consulte 3bscientific.com

1
APARELHOS NECESSÁRIOS

Número	Instrumentos	Artigo Nº
1	Roda de Maxwell	U8408305
1	Dispositivo de gatilho para a roda de Maxwell	U8404050
1	Contador digital com interface (230 V, 50/60 Hz)	U210051-230 ou
	Contador digital com interface (115 V, 50/60 Hz)	U210051-115
1	Barreira luminosa	U11365
1	Pé de apoio em H	U8557440
2	Vara de apoio, 1000 mm	U15004
5	Manga universal	U13255
1	Vara de apoio, 400 mm, 10 mm Ø	U8611460
1	Par de cabos de segurança para experiências, 75 cm, vermelho/azul	U13816
Recomendação suplementar		
1	Balança eletrônica 5000 g	U42061
1	Calibrador, 150 mm	U10071

FUNDAMENTOS GERAIS

A Roda de Maxwell é suspensa em ambos os lados de seu eixo em um fio, no qual ela sobe e desce. Nisto, a energia potencial é transformada crescentemente em energia cinética de rotação. Assim que o fio estiver completamente desenrolado, a roda continua a girar com alta energia de rotação, enrola o fio do outro lado e se movimenta para cima, em transformação da energia cinética de volta em energia potencial, até que a energia cinética esteja completamente transformada de volta. Depois, o desenrolar e enrolar se repete até que a energia determinada pela altura inicial seja completamente perdida por atrito e reflexão.

No desenrolar e enrolar, a roda se movimenta lentamente para cima e para baixo com a velocidade v . A velocidade está em relação firme

$$(1) \quad v = \omega \cdot r \text{ com } r: \text{ raio do eixo}$$

com a velocidade angular ω , com a qual a roda gira em torno do próprio eixo. A energia total, portanto, é de

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

m : Massa, I : Momento de inércia, h : Altura sobre o ponto de retorno inferior, g : Aceleração da gravidade

Ela descreve um movimento de translação com a aceleração direcionada para baixo

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

Esta aceleração é determinada, na experiência, a partir do percurso percorrido no tempo t

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

respectivamente, da velocidade momentânea alcançada no tempo t

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

Para tanto, é disposta uma fotocélula em alturas diferentes h , que sempre é interrompida pelo eixo da roda na subida e na descida (vide Fig. 1). Um contador digital mede os intervalos entre interrupções Δt e o "tempo de queda" t do primeiro movimento descendente.

AVALIAÇÃO

Com massa m e raio de eixo r conhecidos, pode ser calculado o momento de inércia a partir da aceleração a . Por conta de (3) vale

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

A partir dos intervalos entre interrupções Δt , calcula-se as velocidades momentâneas v e as energias cinéticas E_{kin} :

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

Para a energia potencial, vale

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

As perdas claramente reconhecíveis na Fig. 4 no balanço energético podem ser bem descritos por assunção de atrito constante em direção contrária ao movimento e por uma perda de energia não desprezível na mudança de direção no ponto inferior de retorno.

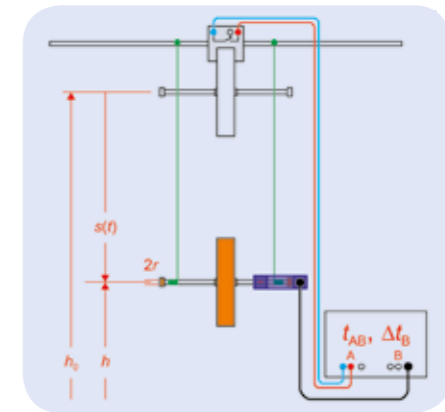


Fig. 1: Representação esquemática da montagem da experiência

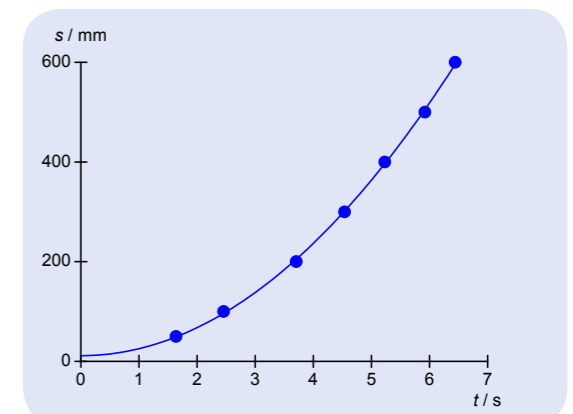


Fig. 2: Diagrama percurso-tempo do primeiro movimento descendente

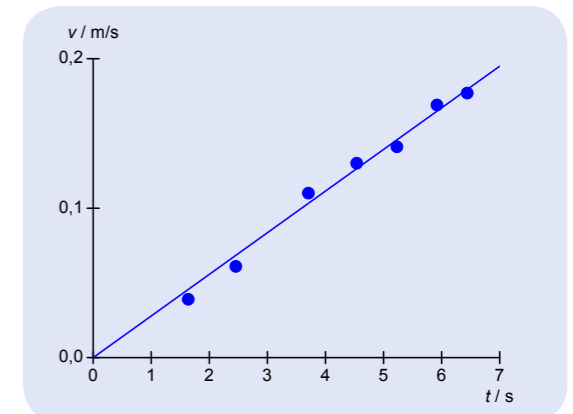


Fig. 3: Diagrama velocidade-tempo do primeiro movimento descendente

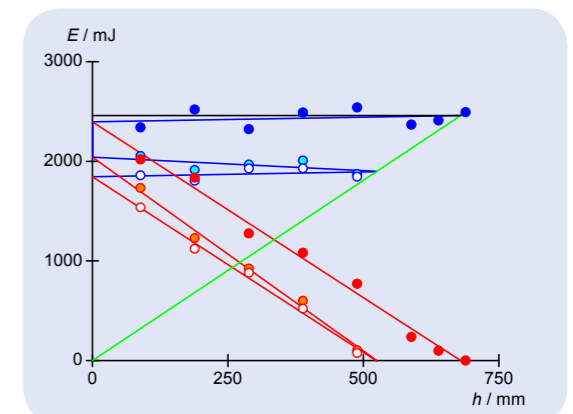


Fig. 4: Balanço energético em dependência da altura h