

MEGOLDÁS

Jelölések

T_1	a lemez lengésideje
T_2	a lemez lengésideje, ha a mágneseket a lemez aljára helyezzük
l	a lemez hossza
M	a lemez tömege
m	a mágnes tömege
m_l	a lövedék tömege
v	kilövési sebesség
α	a lemez kitérésének szöge a lövedékkel való ütközés után
s	a lemez súlypontjának a forgástengelytől való távolsága
r	a körmágnes sugara

1. A fémlemez hosszának meghatározása

8 pont

A lengésidő mérésével a lemez hossza meghatározható.

$$T_1 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\Theta_{\text{lemez}}}{M \cdot g \cdot s}} \longrightarrow l = \frac{T_1^2}{4 \cdot \pi^2} \cdot g \cdot \frac{3}{2}$$

Értékelés:

Lengésidő mérése (helyes értékkel):	2 pont
Fizikai inga lengésidő képletének helyes használata	2 pont
A hossz kifejezése	1 pont
Mérési eredményekből a hossz meghatározása	2 pont
Hibaforrás	1 pont

2. A fémlemez tömegének meghatározása

10 pont

A lemez aljára helyezzük a mágneseket, és így is megmérjük a lengésidőt (T_2).

A tömeg és a tömegeloszlás változása miatt megváltozik a tehetetlenségi nyomaték, és a súlypont is eltolódik az előző helyzethez képest d távolságra.

$$\Theta' = \Theta_{\text{lemez}} + \Theta_{\text{mágnes}} = \frac{1}{3} \cdot M \cdot l^2 + m \cdot (l - r)^2$$

$$M \cdot d = m \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot l - r - d\right) \longrightarrow d = \frac{m \cdot (l - 2 \cdot r)}{2 \cdot (M + m)}$$

$$s' = \frac{l}{2} + d = \frac{1}{2} \cdot \frac{M + 2 \cdot m}{M + m} - \frac{m}{M + m} \cdot r$$

$$T_2 = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{\frac{\Theta_{\text{lemez}} + \Theta_{\text{magnes}}}{(M + m) \cdot g \cdot s'}} \longrightarrow M = \frac{2 \cdot m \left[\frac{T_2^2 \cdot g}{4 \cdot \pi^2} \cdot (1 - r) - (1 - r)^2 \right]}{\frac{2}{3} \cdot l^2 - \frac{T_2^2 \cdot g}{4 \cdot \pi^2} \cdot l}$$

Értékelés:

A lemez aljára helyezük a mágneseket, és így is megmérjük a lengésidőt (T_2).	1 pont
Tehetetlenségi nyomaték felírása	1 pont
Súlypont kifejezése	2 pont
Tömeg kifejezése a lengésidő képletéből	2 pont
Lengésidő helyes meghatározása	1 pont
Tömeg számítással történő meghatározása	2 pont
Hibaforrás	1 pont

3. A kilövési sebesség meghatározása

4 pont

Erre több lehetőség is van. Pl. egy vízszintes hajítást megvalósítva a kilövés magasságát és távolságát kell meghatározni.

Ha x (lövés távolsága) és y (kezdeti magasság) ismert, akkor

$$v = \frac{x}{\sqrt{\frac{2 \cdot y}{g}}}$$

Értékelés:

Mérési elv leírása	2 pont
Sebesség meghatározása	2 pont

4. A lövedék tömegének meghatározása

12 pont

Ehhez a következő kísérletet kell elvégezni:

- A lemezre rá kell lőni a lövedéket.
- A rugalmatlan ütközést követően meg kell mérni a lemez kilendülésének a szögét.

A perdülettétel és a munkatétel felhasználásával a lövedék tömege meghatározható.

Perdülettétel

$$M \cdot \Delta t = \Delta N$$

$$\downarrow$$

$$m_1 \cdot (v - l \cdot \omega_k) \cdot l = \frac{1}{3} \cdot M \cdot l^2 \cdot \omega_k$$

ω_k az a közös szögsebesség, amellyel a lövedék rátapadása után a lemez elkezd a lengést.

$$\omega_k^2 = \frac{m_1^2 \cdot v^2}{\frac{1}{9} \cdot (M \cdot l)^2 + (m_1 \cdot l)^2 + \frac{2}{3} \cdot m_1 \cdot M \cdot l^2} \quad (1.)$$

Munkatétel

ω_k^2 a munkatételből is kifejezhető:

$$\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot M \cdot l^2 + m_1 \cdot l^2 \right) \cdot \omega_k^2 = \left(M \cdot g \cdot \frac{l}{2} + m_1 \cdot g \cdot l \right) \cdot (1 - \cos \alpha) \quad (2.)$$

Az 1. és a 2. egyenlet felhasználásával a lövedék tömege meghatározható.

Értékelés:

Mérési elv	1 pont
Perdülettel helyes felírása	3 pont
Munkatétel helyes felírása	2 pont
Szögmérés	2 pont
Tömeg kiszámítása	3 pont
Hibaforrás	1 pont

5. Magyarázza meg, mi okozza a mérési adatok lényeges módosulását, ha a fémlemezre közvetlen közelről lőjük rá a lövedéket! 6 pont

Értékelés:

Tapasztalat : A kitérés jóval nagyobb.	2 pont
Magyarázat : Az ütközéskor a rugó még össze van nyomva. A lövedék kisebb mozgási energiájú állapotában következik be a rugalmatlan ütközés miatti energia veszteség, majd a folyamat már rugalmasan zajlik tovább.	4 pont