

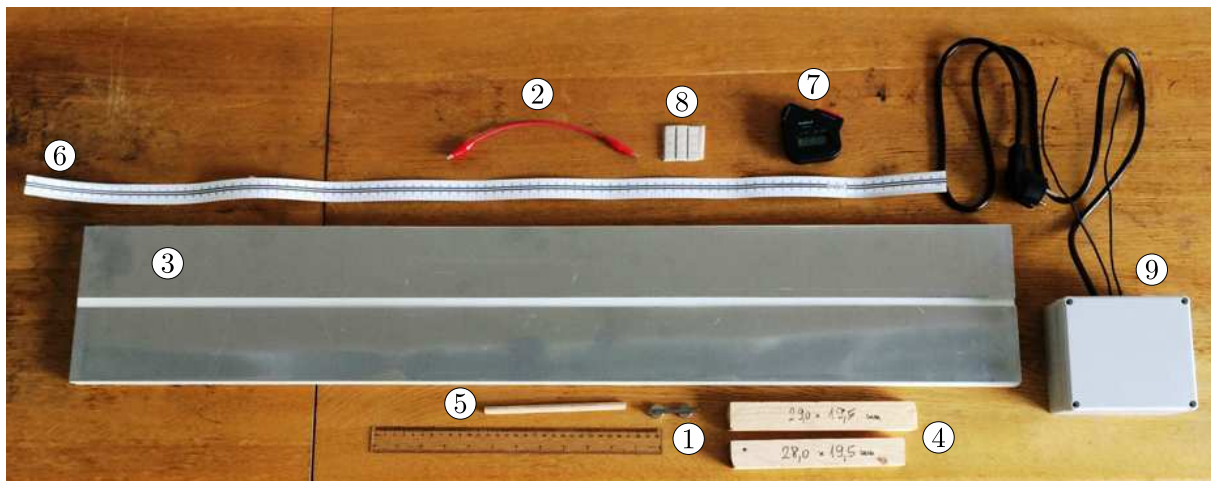
1. MÉRÉSI FELADAT

Mágneses kiskocsi mozgásának vizsgálata

Rendelkezésre álló idő: 150 perc



Mérési eszközök:



- ① 2 db szupererős neodímium korongmágnes és 1 db acél tengely;
- ② 1 db vezeték, krokodilcsipeszekkel a végén;
- ③ 2 db 100 cm \times 8 cm méretű alumíniumlap és 2 db dekorlemez (bútorlap), 100 cm \times 17 cm, illetve 25 cm \times 17 cm méretben;
- ④ 2 darab kb. 2 cm \times 3 cm keresztmetszetű faléc a lejtő dőlésszögének állításához (a pontos érték a léceken olvasható);
- ⑤ 1 darab 8 mm átmérőjű, kb. 17 cm hosszú keményfa rúd a lejtő dőlésszögének állításához;
- ⑥ mérőszalag;
- ⑦ stopperóra;
- ⑧ fehér gyurma (ragasztó) a fém- és faalkatrészek rögzítéséhez;
- ⑨ 5 V-os egyenáramú tápegység, max. 10 A-es áramerősségig, rézvezetékekkel;

továbbá milliméterpapír és filctoll, amellyel jeleket tehet a dekorlemezre (az alumíniumlemezekre és a falécre *ne* írjon!).

FIGYELEM! A mágnesek igen erősek, könnyen „összeugorhatnak” és megsérülhetnek. Nagyon gondosan, erősen tartva fogjuk meg és mozgassuk a mágneseket. Sérülés esetén a mágnesek cseréjére nincs lehetőség, és ez az egész mérést tönkretelheti! A mérés befejezése után a mágneseket hagyja a tengelyen!

ELMÉLETI BEVEZETÉS

Ebben a feladatban két korongmágneseből és egy acéltengelyből készített „kiskocsi” mozgását tanulmányozzuk. A kiskocsi építésekor a mágneseket *ellentétes polaritással* tapassza a tengely végeire. Igyekezzen a tengelyt „centrálisan” elhelyezni, hogy gurulás közben a tengely „ne üssön”!

A két kerék és a tengely (tehát az egész kiskocsi) tehetetlenségi nyomatéka (a szimmetria-tengelyére vonatkoztatva) $\Theta = k m R^2$ alakban írható fel, ahol k egy dimenziótlan szám, m a két mágnes és az acéltengely össztömege, R pedig a mágneskorongok sugara (m és R számértékének ismeretére nincs szükség a feladat megoldása során). A kiskocsit egy α hajlásszögű lejtőre helyezve (csúszásmentes gördülés esetén) a mozgás a következő egyenlettel írható le:

$$mgR \sin \alpha - M_1 = (\Theta + mR^2) \frac{a}{R},$$

ahol a a kocsi tömegközéppontjának gyorsulása, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ a nehézségi gyorsulás Budapesten mérhető értéke, M_1 pedig a kerekre a gördülő ellenállás miatt ható forgatónyomaték, amely $M_1 = c_1 mgR$ alakban írható fel (itt c_1 dimenziótlan szám).

Feltételezhetjük, hogy a kiskocsi mozgása közben a légellenállás figyelmen kívül hagyható, továbbá azt is, hogy a kicsiny szögben találkozó lejtők töréspontjánál a csúszásmentesen gördülő kerek sebessége nem változik meg ugrásszerűen. Lankás lejtők esetében a gördülő ellenállás fékező nyomatéka függetlennek tekinthető a lejtő hajlásszögétől és a korongok gördülési sebességétől. Ezen feltevések jogosságát *nem szükséges* ellenőrizni.

MÉRÉSI FELADATOK:

FIGYELEM! Ennek a mérésnek egyik részében sem kell hibaszámítást végezni. Időmérésnél elegendő ugyanannál a beállításnál háromszor mérni, és abból számolni átlagot.

1.1. Méréssel határozza meg a dimenziótlan k és c_1 mennyiségek számértékét! A méréshez felhasználhatja a dekorlemezről készíthető lejtőt vagy lejtőket.

FIGYELEM! A munkaasztal nem feltétlenül vízszintes, kicsiny lejtése elképzelhető. Az ebből adódó szisztematikus hibát próbálja kiküszöbölni! A munkaasztalon kerülje el a fémtárgyakat, mert azok is meghamisíthatják a mérést!

(4,0 p)

1.2. Helyezze el egymással párhuzamosan, de kicsiny légréssel elválasztva a két alumíniumlemezt a dekorlemezen, és rögzítse azokat kék gyurma segítségével. A lemezeken (mint síneken) guruló kiskocsi mágnesei a lemezekben örvényáramokat keltenek, és ezek fékező forgatónyomatékot fejtenek ki a kiskocsira. Ez a nyomaték (elméleti megfontolások szerint) a kocsi v sebességével arányos, és így írható fel:

$$M_2 = c_2 mgR v.$$

Méréssel határozza meg a s/m mértékegységű c_2 mennyiség számértékét!

(3,0 p)

1.3. Helyezze a kiskocsit a „sínekre”, és csatlakoztassa egy rövid ideig a sínparra (a fekete rézvezetékek hozzáérintésével) az egyenáramú tápegységet. Az erős áram és a mágneses tér kölcsönhatása miatt a kiskocsira valamekkora forgatónyomaték fog hatni. (Fontos a mágnesek megfelelő polaritása!) Az áram forgatónyomatéka – jóllehet a kontaktusok bizonytalansága miatt ingadozik – átlagosan állandónak tekinthető, és

(3,0 p)

$$M_3 = c_3 mgR$$

alakban írható fel. Méréssel határozza meg a dimenziótlan c_3 mennyiség számértékét!