

## Fletcher kocsi mozgásának vizsgálata

Név: Tüzes Dániel

Mérési dátum: 2007.10.03.

Mérőpár: Papp László – Tüzes Dániel

Leadás ideje: 2007.10.10.

**Mérés célja** igazolni a dinamika alaptörvényét egy speciális esetre.

**Mérési eszközök:**

- A kocsi pályáját meghatározó sínpálya
- Egy jól csapágyazott, kemény kerekekkel ellátott kocsi, melyhez illeszkedik a sín
- a fonál végére függeszthető hitelesített súlyok
- fonál, mely a függőleges és vízszintes szakasza között egy csigán van átvetve, egyik vége a kocsinhoz van rögzítve, másik végére pedig súlyokat lehet aggatni
- egy elektronikus berendezés a csigába beleépítve, mely megadja az egyes mérésekhez tartozó gyorsulás értékeit is

**Mérés leírása:** a mérés párban történt. Egyikünk a kocsit indította és a számítógépet kezelte, másikunk a kocsit a pálya végéhez való ütközés előtt megállította, azt visszaállította kezdeti helyzetébe és a súlyokat kezelte. A kocsit a gyorsulással ellentétes irányba, majdnem ütközőig toltuk. Teljesen azért nem lehetett a végéig kitolni, mert a súlyok a csigához vagy a csiga és az asztal rögzítésébe akadhattak. A számítógépet kezelő egyik kezével megfogta a kocsit, másik kezével, az egérrel vezérelte a számítógépet, a kocsi elengedése után elindította a mérést. A kocsit megállító, miután a számítógépet vezérlő leállította a mérést, megfogta a kocsit. A számítógépet vezérlő ügyelt, hogy még idejében leállítsa a mérést, hogy a kocsit megállítónak még legyen ideje reagálni és megfogni a kocsit. Ezután a kocsit megállító szükség esetén kezelte a súlyokat és a kocsit visszahelyezte eredeti helyére, ahol a kocsi kezelését a számítógépet kezelő vette át.

Először a kocsi saját tömegével végeztük a mérést. Ebben az esetben az egyes húzó tömegekkel 5x mértünk, és adott kocsi tömegek mellett 6 húzó súlyt alkalmaztunk: 11, 21, 31, 41, 51 és 61g-osakat. (A fonál és a súlyok tartásához szolgáló biztosíték együttes tömege 1g volt, a súlyok pedig egyenként 10-10g-ot nyomtak.) Majd pedig a kocsi tömegének többszörösével végeztük a mérést. A kocsi tömege pontosan 500g volt, így lehetőségünk volt a kocsi tömegének kétszeresével és háromszorosával is mérni.

**Mérés ábrázolása, értékelése:** A mérési eredmények a mellékelt adattáblázatokban találhatóak. Az egyes mért eredmények gyorsulást fejeznek ki, mértékegységük  $m/s^2$ .

Az adatokat grafikusán ábrázoltam. A csoportokat az egyes kocsi tömegek szerint alkottam. Nem volt a legcélszerűbb ugyanakkora léptéket választani a két koordinátára SI-ben, így  $45^\circ$ -os szög alatt az  $f(x) = x$  függvény egy koordinátával bezárt szögét értem, ahol a függvénynél a mértékegységeket megfelelően használtam. Egyenes illetve a kapott eredményekre, az egyes kocsi tömegek szerint csoportosítva:

$$y_{500g-os} = 0,9966x - 0,017$$

$$y_{1000g-os} = 1,0063x - 0,037$$

$$y_{1500g-os} = 0,9794x - 0,0448$$

Ebből látható, hogy jó közelítéssel lineáris a kapcsolat a keresett mennyiségek között. Azonban az is jól látható, hogy az összefüggés nem egyenes arányosság. Nagyobb súlyok

esetén kisebb értéknél metszi ez az egyenes az ordinátát. Az 1 meredekségű egyeneseket illetve grafikusán az adatokra megfelelően kivehető a tengelyek metszéspontja. Közel igaz, hogy a tengelymetszések eltolódása az origótól arányos a rendszer (azaz kb a kocsi) tömegével. Vagyis egy pontosabb összefüggés:

$F_i = m_i a_i + M_i \cdot S$ . Ahol  $M_i$  a kocsi teljes tömege,  $S$  egy súrlódási állandó,  $a_i$  a gyorsulás,

$F_i = \mu_i g$ ,  $m_i = M_i + \mu_i + m_e$ , ahol  $\mu_i$  a súlyok tömege,  $m_e$  kerekek tehetetlenségi

nyomatékának megfelelő ekvivalens tömeg, értéke: 18g.  $S$  mértékegysége  $N/kg$ . Értéke legfőképp függ a sín és a kerék anyagi minőségétől. Vagyis egy helyesebb összefüggés a

$(M_i + \mu_i + m_e) a_i = \mu_i g - M_i S$ . Ez logikus is, hisz a súrlódási erő ( $M_i S$ ) a haladással

ellentétes irányú. Jelen esetben  $S$  értéke közel  $0,033 N/kg$ .

**Következtetés:** sikeresen igazoltuk a dinamika alaptörvényét. Mi több, a súrlódást is ki tudtuk mutatni, azt konkrét számadattal jellemezni tudtuk. Megadtuk a súrlódás értékét egy anyagi minőségre vonatkozó állandóval és a minta egy paraméterével – a tömegével.

**A súrlódás szerepe** (a következtetésen túl): nem kéne ilyen finoman csapágyazott kerekeket készíteni, ha nem lenne súrlódás. Ebben az esetben a kerekek állnának, így nem kellene kemény anyagból készíteni sem a kereket sem a pályát. Nem lenne lehetséges a mérés elvégzése ilyen formában súrlódás nélkül, hisz a súrlódás révén hajtja meg a fonál a csigát, aminek a mozgását tulajdonképpen a számítógép végzi.

**Hibaszámítás:** az adattáblázatban látható a szórás és a relatív szórás. Az illesztett egyenesek meredekségi bizonytalansága 0, hisz úgy „kellett” felvenni őket a feladat szerint. Ha azonban egyeneseket illesztjük rájuk a legkisebb négyzetek módszerével, számolhatunk meredekségi bizonytalanságot. Ennek értékei a hibaszámítási milliméterpapíron vannak. A meredekség értéke leolvasható az ábráról.