

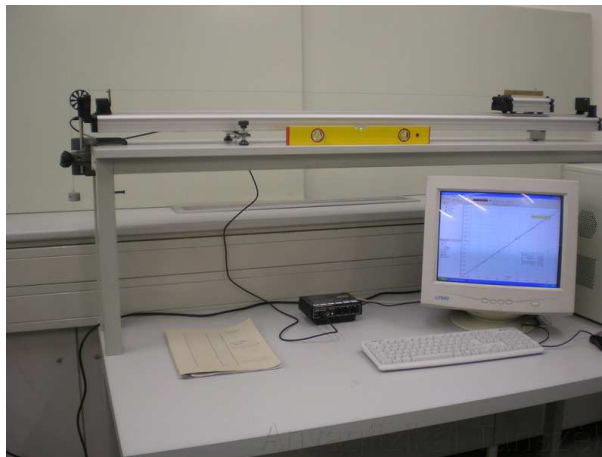
A dinamika alaptörvényének vizsgálata FLETCHER kocsival

Illy Judit, Wiener Csilla, Szommer Péter, Zavaczki Csilla

1. Elméleti háttér

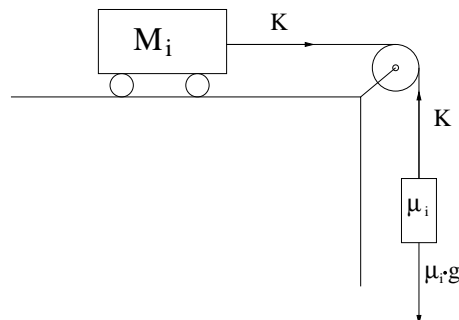
A Fletcher-kocsi egy vízszintes sínen gördülő, jól csapágyazott kerekű kísérleti eszköz az egyenesvonalú gyorsuló mozgás bemutatására és tanulmányozására. (Budó: Kísérleti Fizika, I. kötet, 21§ 3.pont).

A kocsi gyorsuló mozgása a kocsira kötött, és csigán átvettett fonál másik végén lévő testekre ható nehézségi erő hatására jön létre (1.ábra). A kocsi terhelésének és a fonál végére akasztott súlyoknak a változtatásával a dinamikai feltételeknek nagyszámú variációját állíthatjuk be a kocsi mozgására vonatkozólag.



1.ábra. Fletcher-kocsi sínen.

A kísérleti összeállításban szereplő rendszert két - a fonál végén lógó μ_i , és a sínen mozgó M_i - tömegpontból álló pontrendszernek tekinthetjük. A pontrendszer mozgásának leírásakor az egyes tömegpontokra külön-külön felírjuk a dinamika alaptörvényét (Newton II. törvénye), majd megállapítjuk a tömegpontok mozgását meghatározó kényszerfeltételeket.



2.ábra. A Fletcher-kocsi mozgását leíró pontrendszer.

Az 2.ábra szerinti összeállításban az egyes tömegpontokra vonatkozó mozgásegyenletek a következők:

$$\mu_i \cdot g - K = \mu_i \cdot a_1$$

$$K = M_i \cdot a_2$$

A fonalat nyújthatatlannak tekintve a két tömegpont gyorsulása azonos. Mozgásukra vonatkozó kényszerfeltétel tehát:

$$a_1 = a_2 = a_i$$

A fenti egyenletekből következik, hogy a pontrendszer tagjainak közös gyorsulását a fonál végére akasztott testre ható nehézségi erő hozza létre.

$$\mu_i \cdot g = (\mu_i + M_i) \cdot a_i$$

2. A mérés leírása

A kísérletek során azt vizsgáljuk, hogyan teljesül a dinamika alaptörvénye az adott konkrét esetre. Felvesszük a kocsi sebesség-idő grafikonját különböző kocsitömegek és húzó súlyok esetén. A sebesség-idő grafikon előállításához szükséges elmozdulás-idő adatokat egy fénykapus jeladó szolgáltatja, amely egyben a fonálcsiga szerepét is betölti. (Nagyon vigyázzunk arra, hogy ez a csiga meg ne sérüljön a kocsi nekiütődése vagy bármilyen óvatlan beavatkozás következtében, mert nem pótolható!)

A jeleket Science Workshop interface-en keresztül számítógépre visszük, és a DATA STÚDIÓ nevű program segítségével kiértékeljük.

A számítógép bekapcsolása előtt győződjünk meg arról, hogy a Science Workshop 750 Interface nevű készülék be van-e kapcsolva (ég-e a zöld jelzőlámpa). A számítógép bekapcsolása után kattintsunk a DATA STÚDIÓ program ikonjára. A bejelentkező lapon válasszuk a „CREATE EXPERIMENT”-opciót. A megjelenő „EXPERIMENT SETUP” ablak „SENSORS” részéből keressük ki a

„SMART PULLEY”

szenzort, és kétszer kattintsunk rá. Ekkor megjelenik a szenzor ikonja, amelyre kétszer rákattintva megjelenik a

„SENSOR PROPERTIES”

ablak, Ebben keressük meg a „MEASUREMENT” almenüt és kétszer kattintsunk rá. A „MEASUREMENT” list-ben pipával jelöljük meg a „VELOCITY” opciót. Ezután kattintsunk a „CONSTANT” szenzorbeállító gombra. A „VALUE:” felirat alatt a „SPOKE ANGLE SPACING” felíratra kattintva „36”-os számnak kell megjeleníteni. Ez a fénykapunál használt Smart pulley küllőbeosztásának felel meg. A mérés során a sebességet m/s egységben kapjuk meg.

A szenzorbeállítás után jelenítsük meg a diagram rajzolót a „DISPLAYS” mezőben található „GRAPH” ikonra kétszer kattintva. Ekkor megjelenik a diagram rajzoló koordináta rendszer, amelyre a mérőrendszer automatikusan ráírja a felvett adatpárokat. (Célszerű a diagram ablakot felnagyítani, hogy a görbék jobban láthatóak legyenek.) Most készítsük elő a szerkezetet mérésre! Helyezzük fel a fonál végére a kívánt súlyokat, a kocsit vigyük a sín végére,

és rögzítsük a kezünkkel, miközben a kurzort vigyük rá a zölden világító „START” gombra. Mielőtt még megnyomnánk a „START” gombot engedjük el a kocsit, így biztosítva azt, hogy a mérés kizárólag a húzóerő hatására történő mozgásra vonatkozzék. A kocsizugát alatt a kurzort tartjuk a „STOP” gombba átalakult előbbi „START” gombon, és közben figyeljük a kocsit, hogy a „STOP” gomb megnyomása még azelőtt megtörténjen, mielőtt a kocsi eléri az ütközőt. A mérési pontok már az adatfelvétel során megjelennek a diagramon. Az adott húzóerőhöz tartozó görbepontokra a „FIT” gombbal tudunk görbét illeszteni. Mivel a pontokat egyenesre illeszkedőnek várjuk, a legördülő listából választjuk a „LINEAR FIT”-et. Ez azt jelenti, hogy a program egy

$$v = m \cdot t + b$$

típusú egyenest illesztett a görbepontokra, ahol v jelenti a pillanatnyi sebességet, és ennek megfelelően az „ m ” paraméter a gyorsulás. Az „ m ” és „ b ” paraméterek a görbe mellett megjelenő kis ablakban találhatóak. Nekünk csak az „ m ” gyorsulásra van szükségünk, ezt jegezzük fel, majd újabb méréseket hajthatunk végre. Ha zavaró a sok adatablak, akkor kettős kattintással jelöljük ki az eltávolítandókat, majd a billentyűzet „Delete” gombjával töröljük azokat.

MÉRÉSI FELADATOK

1. Határozzuk meg a gyorsulás a_i értékeit háromféle kocsitömeg esetén: üres kocsival, egyszeres, ill. kétszeres terheléssel és adott kocsitömegnél hatféle húzóerővel próbálkozva: 10g, 20g, 30g, 40g, 50g, 60g. Legalább 3 párhuzamos mérést végezzünk! Vegyük számításba, hogy a súlytartónak is van tömege, mégpedig 1g! Az üres kocsi tömege 500g. Mindkét tengelyen azonos léptékeket választunk!

2. Ábrázoljuk az $m_i a_i$ mennyiségeket az $F_i = \mu_i g$ húzóerő függvényében! (Mindkét tengelyen ugyanolyan beosztást alkalmazzunk.) Itt m_i a teljes mozgatott tömeg:

$$m_i = M_i + \mu_i + m_e$$

ahol M_i a kocsi tömege, μ_i a fonal végére akasztott tömeg és m_e a kerekek tehetetlenségi nyomatékának megfelelő ekvivalens tömeg, értéke: 18g.

3. Vegyük fel az ábrán a 45°-os, origón átmenő egyenest! Ha a mérési pontokat alkalmas szempontok (ennek megtalálását a kiértékelést végzőre bízunk) alapján csoportosítjuk, és a megfelelően csoportosított pontokra szintén 45°-os, de nem az origón átmenő egyenest illesztünk grafikusán, akkor azokból kiolvashatóvá válik, mennyire teljesül az

$$F_i = m_i a_i$$

összefüggés, illetve mi lenne ezen összefüggés módosított változata, amely jobban megfelel a mérési pontoknak.

4. Próbáljunk választ adni arra a kérdésre, hogy milyen szerepe van a súrlódásnak a kocsi mozgásánál!