

Kérdés: *Newton III. törvénye értelmében minden erővel szemben fellép egy ugyanolyan nagyságú, de ellentétes irányú erő. Ekkor a két erő eredője 0. Hogyan jöhet létre mégis mozgás? (Vass József)*

Felelet: E kérdést többször feltettem felvételi vizsgán, vagy első évesek fizika vizsgáján. Meglepő, hogy mennyire zavarba lehet hozni vele a diákokat. Ilyen válaszok szoktak elhangzani: „Azért az egyik egy kicsit nagyobb”, „Az egyik, az első, hamarabb fejti hatását, és az ellenerő csak késve működik” stb. Nem is sorolom a rossz válaszokat.

Fogalmazzuk meg egy kicsit más módon a törvényt. Ha egy A test valamilyen erővel hat B testre, akkor B test ugyanolyan nagyságú, de ellenkező irányú erővel hat A testre. Ebből a megfogalmazásból rögtön látszik, A testre csak egy erő, a B test ereje, és B testre is csak egy erő, az A test által gyakorolt erő hat. Tehát az erő és az ellenerő különböző testekre hat. Így nem tudom őket összegezni, tehát nem „semmisíthetik meg” egymást. Nézzünk meg egy-két példát.

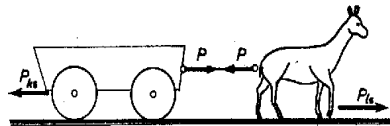
Egy tó vizén két csónak van. Mindkét csónakban egy-egy ember áll és egy kötél két végét fogják. Az egyik meghúzza a kötelet, erőt gyakorol a másik csónakra, mire az megindul $a_2 = \frac{P}{m_2}$ gyorsulással, ahol P a kifejtett erő, m_2 a másik csónak tömege. A III. törvény értelmében a másik csónak ugyanolyan nagyságú, de ellenkező irányú erővel hat az előbbi csónakra és egy $a_1 = \frac{P}{m_1}$ gyorsulással fog mozogni, ha m_1 az első csónak tömege.

Mindkét egyenletből P -t kifejezve és egyenlővé téve

$$\frac{a_1}{a_2} = \frac{m_2}{m_1},$$

vagyis a gyorsulások fordított arányban vannak a tömegekkel. Itt csak egy erővel számoltunk. Ezt megtehettük, mert a nehézségi erőt kiegyensúlyozza a felhajtó erő, a súrlódási erőt pedig elhanyagolhatjuk. Hangsúlyozzuk, hogy csak ilyen feltételek mellett érvényesek megoldásaink.

Folytassuk gondolatmenetünket. Ha egy testet, pl. egy követ vonz a Föld, akkor a kő ugyanolyan nagyságú, de ellentétes irányú erővel vonzza a Földet. Ha a kő ezen erő hatására a_1 gyorsulással mozog a Föld és kő tömegközéppontja felé, akkor a Föld $a_2 = \frac{m_1}{m_2}a_1$ gyorsulással mozog a pont felé. Mivel m_2 , a Föld tömege jóval nagyobb, mint a kő tömege, így a Föld gyorsulása elhanyagolható.



Ha ezt jól megértettük, akkor gondoljunk a következőre. Egy ló húz egy jóval nagyobb tömegű kocsit. A III. törvény értelmében amilyen erővel a ló húzza a kocsit, ugyanolyan nagyságú, de ellenkező irányú erővel húzza a kocsit a lovat. A ló tömege a kisebb, így a ló mozdul el a kocsi felé nagyobb gyorsulással, és a kocsi csak kisebb gyorsulással mozog a ló felé.

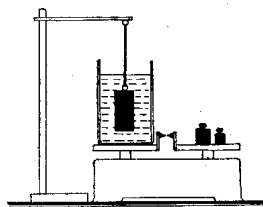
Hol van itt a hiba? Amikor a két csónak esetét tárgyaltuk, utána hangsúlyoztuk, hogy a csónakra csak a másik csónak által gyakorolt erő hat, pontosabban a többi erő eredője 0 mindkét csónakra.

Vizsgáljuk meg, hogy a ló és a kocsi esetében a fentiekén kívül még milyen erők léphetnek fel!

A nehézségi erőt mindkét testnél kiegyenlíti a talaj ellenereje. Mindkét testre hat azonban a súrlódási erő. A kocsira ható összes erő eredője tehát a ló húzóerejének és a súrlódási erőnek az eredője. Ha a ló húzóereje nagyobb, mint a súrlódási erő, akkor gyorsulni fog a kocsi a ló felé. A lóra szintén két erő, a kocsi húzóereje és a súrlódási erő hat. A ló és a Föld között igen nagy lehet a súrlódás, így ez megakadályozza, hogy a ló a kocsi húzóerejének hatására a kocsi felé mozogjon. A kocsi esetében kisebb ez a súrlódási erő, így a kocsi mozoghat a ló felé. Tehát a mozgáshoz kell, hogy a ló nagyobb erőt tudjon kifejteni; mint a kocsi és a talaj közötti súrlódási erő. A ló nem fejthet ki azonban nagyobb erőt, mint a közte és a talaj közötti súrlódási erő. Hogy valóban a súrlódási erőnek van itt nagy szerepe, azt könnyű belátni abból, hogy télen, amikor az út be van fagyva, így a súrlódási együtttható kicsi mindkét testre, a ló képtelen megmozdítani a kocsit. Mihelyt növelem a ló és a talaj közötti súrlódást, pl. szöges patkókkal, rögtön megindul a kocsi.

Oldjuk meg a következő feladatokat

1. Mekkora erővel tudja egyensúlyban tartani önmagát egy 80 kg tömegű ember, ha egy csigán átvett kötél végén levő kosárban áll és a kötél másik végét húzza?



2. Az ábrán látható mérleg egyik oldalán üveghengerben víz van. A mérleg ki van egyensúlyozva. Megváltozik-e a mérleg egyensúlyi helyzete, ha egy külső állványra fonállal felfüggesztett 0,3 kg tömegű vasdarabot lógatok úgy a vízbe, hogy az sehol se érintse az üveghengert?

Poór István