

---

## Harmadik előadás (Fizika)

### Newton törvényei

A tapasztalatok szerint a testek mozgásállapotát erőkifejtés révén megváltoztathatjuk. (Elhajított kő, kilőtt nyílvevessző, ásás stb.) Bár az erőkifejtést izmainkkal érezzük, nem világos, hogy az erő mi módon adódik át egyik testről a másikra. Aristoteles ókori görög filozófus még úgy gondolta, hogy a mozgás fenntartásához erő szükséges. Galilei volt az első aki felismerte, hogy a mozgás fenntartásához nem szükséges erő.

A mozgás leírásakor nem mindegy, hogy milyen vonatkoztatási-rendszert választunk, ugyanis bizonyos vonatkoztatási rendszerekben az egyszerű mozgások is nagyon bonyolultak lehetnek. A tapasztalatok szerint olyan vonatkoztatási rendszerben a legegyszerűbb a mozgások leírása, amelyre ható erők eredője nulla. Az ilyen vonatkoztatási rendszer egyenesvonalú, egyenletes mozgást végez. Az egyenesvonalú egyenletes mozgást végző vonatkoztatási rendszert *inerciarendszernek* nevezzük.

*Ha egy rendszer inerciarendszer, akkor a hozzá képest minden egyenesvonalú egyenletes mozgást végző rendszer is inerciarendszer. Az inerciarendszerek között nem lehetséges kitüntetett (nyugvó) koordináta-rendszert találni. Ezt a felismerést Galilei-féle relativitási elvnek nevezzük*

Newton jött rá, hogy a mechanika négy alapfeltevésből (axiómából vagy törvényből) kiindulva tárgyalható. Az axiómák olyan alapigazságok, amelyeket nem lehet igazolni. Helyességüket a belőlük levont következtetéseknek a tapasztalatokkal való széleskörű összevetése igazolja.

- *Newton első törvénye* (A tehetetlenség törvénye): Minden test egyenesvonalú egyenletes mozgást végez vagy nyugalomban marad mindaddig, amíg erő nem hat rá. Más szóval a testek természetes állapota a nyugalom, és az egyenletes mozgás.
- *Newton második törvénye*: A testre ható erő egyenlő a test lendületének időbeli megváltozásával:

$$\mathbf{F} = \frac{d\mathbf{p}}{dt} = \frac{d(m\mathbf{v})}{dt}.$$

Abban a speciális esetben, ha a tömeg nem változik a mozgás során

$$\mathbf{F} = m\mathbf{a}.$$

- *Newton harmadik törvénye* (hatás-ellenhatás törvénye): Ha egy A test erőt fejt ki egy B testre akkor a B test is azonos nagyságú, ellentétes irányú ellenerőt fejt ki B testre. Az erő és az ellenerő különböző testekre hat.
- *Newton negyedik törvénye*: Ha egyidejűleg több erő hat egy testre az erőket a vektori összeadás szabályai szerint adhatjuk össze.

A második és a negyedik törvényt együttesen alkalmazva kapjuk meg a dinamika alapegyenletét:

$$\sum_i \mathbf{F}_i = m\mathbf{a}$$

## Néhány megjegyzés

A dinamika alapegyenlete nem azonosságot fejez ki. Az egyenlet jobb oldala egy  $m$  tömegű testre vonatkozik. A bal oldal az adott test környezetében található testek hatását fejezi ki. Ezeket a testeket nevezzük *az erők forrásainak*. Tekintsük a Föld mint égitest mozgását. A Földre mint égitestre a környezetében található testek gravitációs mezőjükönél fogva erőt fejtenek ki. A Földre ható erők forrásai a Nap, a Hold és a Naprendszer többi bolygója. A legfontosabb a Nap és a Hold hatása.

A mindennapi életben azonban találkozunk olyan helyzetekkel, amikor a testek gyorsulásáért nem okolhatjuk a test környezetében található testeket. Egy busz hirtelen fékezésekor úgy érezzük mintha valami előre taszítana minket. Kimutatható, hogy a busz az utasokra semmilyen erőt nem fejt ki fékezéskor. Valójában az utasok – tehetetlenségük miatt – a busz eredeti sebességével esnek előre. Tehát nem a busz fejt ki rájuk erőt. Akkor mi az erő forrása? Ebben az esetben az erőnek nincs forrása, ezért az ilyen erő nem is tekinthető valódi erőnek. Az ilyen nem valódi erőket ún. *tehetetlenségi erők*nek nevezzük. A nem valódi erők fellépése annak a következménye, hogy a vonatkoztatási rendszer – jelen esetben a busz – lassul.

*A Newton-törvények csak egyenesvonalú egyenletes mozgást végző vonatkoztatási rendszerben (inerciarendszerben) érvényesek!*

## Kényszermozgások

A kényszermozgások során a testekre ható erőket eszközök (kötél, rúd, csiga, lejtő) révén adjuk át a testeknek. Az eszközök a testek mozgását korlátozzák ezért kényszermozgásról beszélünk.

Kötéllal csak húzóerőt lehet kifejteni. Az ideális kötélnem nyúlik és a feladatokban nem engedjük, hogy meglazuljon. A kötéln az erő támadáspontjának áthelyezésére szolgál. Az ideális rúddal húzó és nyomóerőt egyaránt kifejthetünk. Ha a csiga tömege elhanyagolható, akkor csak a rajta átvett kötélnben ébredő erő irányát változtatja meg. Ha a csigának van tömege az erő nagyságát is megváltoztathatja. Egy ideális felület csak rá merőleges irányú erőt fejthet ki. Síkcukló (zsanér, pánt) csak síkbeli elfordulást tesz lehetővé.

A kényszerproblémákat a következő lépésként célszerű megoldani:

- i)* berajzoljuk a testekre ható erőket
- ii)* minden testre felírjuk Newton második törvényét
- iii)* annyi független egyenlet szükséges, ahány ismeretlen van
- iv)* az ismeretlenek száma a kényszerkapcsolatok meghatározásával csökken
- v)* megoldjuk az egyenletrendszer
- vi)* diszkutáljuk a megoldást

## A súrlódás

Készítsük el egy próbatestet és fejtsünk ki rá akkora vonóerőt, hogy a vontatás sebessége állandó legyen. Newton II. axiómája értelmében ez csak úgy lehet, hogy a próbatestre ható erő eredője nulla. Tehát a próbatestre hat egy a vonóerővel ellentétes irányú, a vonóerővel egyenlő nagyságú erő. Ez a súrlódási erő. Tapasztalat szerint a próbatest mindhárom pozíciójában azonos a súrlódási erő. A csúszási súrlódási erő tehát független az érintkező testek felületétől és a vontatás sebességtől is. A csúszási súrlódási erőt csak kis mértékben okozzák a felületek felületi

egyenetlenségei. Jelentősebb a felületekre tapadt szennyeződések hatása és a felületek közötti molekuláris kölcsönhatások hatása. Ha csak szennyeződések vannak jele „száraz súrlódásról”, kenőanyagok alkalmazásával „nedves súrlódásról” beszélünk.

A súrlódási erő matematikai alakban:

$$\mathbf{F}_s = -\mu \mathbf{F}_{ny} \frac{\mathbf{v}}{v},$$

ahol  $\mu$  csúszási súrlódási együttható,  $\mathbf{F}_{ny}$  nyomóerő és  $\frac{\mathbf{v}}{v}$  a sebesség irányába mutató egységnyi hosszú vektor. A mínusz jel szerint a csúszási súrlódás az elmozdulással ellentétes irányú. A  $\mu$  csúszási súrlódási együttható általában egynél kisebb – mérések alapján megállapított – szám. Ha nincs a felületek között relatív sebességkülönbség súrlódás akkor is fellephet. Ez a tapadási súrlódási erő.  $\mu_t$  a tapadási súrlódási együttható, amelynek értéke nagyobb mint  $\mu$ .