

3.TÉTEL

A SÚRLÓDÁS

Mivel a mozgások, a testek helyzetváltozásai a legszembetűnőbb jelenségek közé tartoznak és aránylag egyszerű eszközökkel vizsgálhatóak, érthető, hogy valamennyi természettudomány közül először a mechanika fejlődött egységes, átfogó tudományos rendszerré. Ezt a rendszert Galilei itáliai fizikus a 16. században, és Newton angol fizikus a 17. században alapozta meg.

A testeknek és mezőknek közismert az a képessége, hogy meg tudják változtatni más testek mozgásállapotát. A mozgásállapot változtató hatást **erőhatásnak**, mennyiségi jellemzőjét pedig **erőnek** nevezzük. Az erő nagyságának a jele F . Az erőhatás olyan vektormennyiség, amelyhez irányán és nagyságán kívül támadáspont és hatásvonal is rendelhető.

Azokat az erőhatásokat, amiben legalább két test vesz részt és mindkét testre hat az erő, **kölcsönhatásnak** nevezzük.

Minden test megmarad a nyugalom, vagy az egyenes vonalú egyenletes mozgás állapotában, amíg más testek hatásai állapotának megváltoztatására nem kényszerítik. Ez a **Newton-féle I. axióma**, más néven a tehetetlenség törvénye. **Tehetetlenségen** értjük a testeknek azt a tulajdonságát, hogy sebességüket, vagy nyugalmi állapotukat külső befolyás hiányában megtartják. A test tehetetlenségének mértéke a test **tömege**.

Az erő fogalma szerint egy pontszerű A testre erőt csak más testek gyakorolhatnak. Így felvetődik a kérdés, hogy abban az esetben, amikor az A testre egy, pontszerű B test hat, mi történik ezzel a B testtel. A tapasztalat azt mutatta, hogy ha egy pontszerű A testre B test erőt gyakorol, akkor az A test is hat a B-re ugyanolyan nagyságú, de ellentétes irányú erővel. Ez a **Newton-féle III. axióma**, a kölcsönhatás törvénye, más néven hatás-ellenhatás törvénye.

A **súrlódás** fogalma általános értelemben, magában foglalja mindazokat a jelenségeket, amelyek egymással érintkező testeknek az érintkezési felület mentén való viszonylagos elmozdulásával, ill. ennek akadályozásával kapcsolatosak. A súrlódás sok fajtája közül most csak kettőről beszélek részletesebben: az egyik esetben egy szilárd test a másikkal a felületén csúszik, a második eset pedig a csúszásnak a nyugalmi állapotból való megindítására vonatkozik.

A vízszintes felületen csúsztatva ellökött test lassul, és végül megáll. Ahhoz, hogy a testet egyenletesen lehessen csúsztatni, erőhatást kell kifejteni rá. Az egyenes vonalú egyenletes mozgás dinamikai feltétele az, hogy a testre ható erők eredőjének nagysága nulla legyen. Ez Newton I. axiómájának következménye. Az egyenletesen csúszó szilárd testet tehát a mozgatásával ellentétes irányú és a húzóerővel egyenlő nagyságú erőhatásnak is érnie kell. Ez a hatás-ellenhatás törvénye miatt van így.

Ez az érintkező felületek egyenetlensége és a testek összenyomódása miatt fellépő erőhatás a két test egymáshoz viszonyított sebességét csökkenti. Ezt a hatást **csúszási súrlódási erővel** jellemezzük. Tehát a sebességgel mindig ellentétes irányú súrlódási erő nagysága független az érintkezési felületek és a sebesség nagyságától, és arányos az N nyomóerővel. Az arányossági tényező a μ (mú), a **csúszási súrlódási együttható**, ami a felületek anyagi minőségétől függ. A μ -nek néhány értéke: száraz felfelületek esetén kb. 0,5, acél és acél között kb. 0,1, acél és jég között kb. 0,014.

A **súrlódási erőtvényt** Coulomb francia fizikus írta fel ebben a formában: $F_s = \mu F_{ny}$

Lejtőn lefelé csúszó testre hat egyrészt a gravitációs erő érintő irányú komponense, és ezt lassítja a súrlódási erő. Tehát ha $\mu F_{ny} \cos \alpha = F_{ny} \sin \alpha$, akkor a test gyorsulás nélkül mozog az α hajlásszögű lejtőn. Ebből kapjuk, hogy $\tan \alpha = \mu$. Így már meghatározható a csúszási súrlódási együttható értéke.

A **kísérlet** során a felületre jellemző csúszási súrlódási együtthatót mértem meg. Egy hasábot meghatározott (lemért) F erővel húztam, valamint a test tömegét is ismertem, így többszöri mérés során meg tudtam határozni a súrlódási együtthatót a csúszási súrlódási erőtvényből.

Az egymásra helyezett, vagy más okból egymáshoz nyomódó, nyugalomban lévő testek között is fellép egy erőhatás, ha azokat el akarjuk mozdítani egymáson. Ennek a molekuláris (kohéziós) erőnek a szerepét mutatja az a tapasztalat, hogy nagyon sima és tiszta felületek között nagy tapadási erő hat. A vízszintes

3. TÉTEL

lapon nyugvó test csak akkor kezd el csúszni, ha az érintkezési felülettel párhuzamosan ható húzóerő elér egy küszöbértéket. Ez a küszöbérték nagyobb a már elindított test egyenletes mozgásához szükséges erőnél. Mivel a test nyugalomban van annak ellenére, hogy a küszöbértéknél kisebb nagyságú húzóerővel húzzuk, Newton III. törvénye értelmében hatnia kell egy másik, a húzóerővel ellentétes irányú, és azonos nagyságú erőnek is. Ezt az erőt **tapadási súrlódási erőnek** nevezzük.

A tapadási súrlódási erő, mindig akkora, mint az az erő, amivel el akarjuk mozdítani a teste, iránya pedig ellentétes annak irányával. Növelve a húzóerőt azt tapasztaljuk, hogy a tapadási súrlódási erő egy meghatározott értékig növekedhet, utána elindul a test. A tapadási erőnek ez a legnagyobb értéke is a felületek egyenetlenségétől és a testeket egymáshoz szorító erők nagyságától függ. Tehát a **tapadási súrlódási erőtvény**: $F_t = \mu_0 F_{ny}$ ahol μ_0 a **tapadási súrlódási együttható**. A tapadási súrlódási együttható azonos értékű mellett mindig nagyobb, mint a csúszási súrlódási együttható.

A testek könnyebben mozgathatóak, ha például henger alakú görgőket teszünk közéjük, vagy maguk a testek is henger alakúak. Ilyen esetekben a felületek egyenetlenségei – a fogaskerekekhez hasonlóan – kiemelkednek egymásból. Ez az oka annak, hogy a gördülő testeket könnyebb elmozdítani, mint ugyanazon a felületen csúsztatni. A **gördülési súrlódási erőtvény** ugyanúgy szól mint a többi súrlódási erőtvény: $F_g = \mu_g F_{ny}$ ahol μ_0 a gördülési súrlódási együttható

A súrlódás a gyakorlatban lehet **hasznos** is, de igen gyakran **káros jelenség**. Hasznos például, mert nélküle nem tudnánk járni, vagy a villamos, az autó nem tudna elindulni. Az autók nem tudnának megállni, kanyarodni, ha nem tapadnának a kerekei a földhöz. A járásnál ugyanis lábizmaink segítségével a talajra érintőlegesen hátrafelé irányuló erőt gyakorolunk, és ennek az erőnek az ellenereje, vagyis a talpainkra ható, előre irányuló tapadási súrlódási erő jelenti a mozgásba hozáshoz szükséges erőt. A hasznos súrlódás növelhető például az érintkező felületek közé szórt homokkal. Káros súrlódásnak köszönhető, hogy például az alkatrészek kopnak. A káros súrlódás csökkentéséhez általában az érintkező felületek közé kenőanyagot (például olajt, zsírt, grafitot) tesznek. A kenőanyag kitölti a felületek egyenetlenségeit, és távol tartja egymástól a szilárd testeket. A gyakorlati életben szinte mindenhol kell számolnunk a súrlódási erővel.