

Különféle erőhatások és erőtvényeik

(vázlat)

1. Erőhatás és erőtvény fogalma
2. Erőtvények
 - a) Rugalmas erő
 - b) Súrlódási erő
 - Tapadási súrlódási erő
 - Csúszási súrlódási erő
 - Gördülési súrlódási erő
 - c) Közegellenállási erő
 - d) Gravitációs erő
 - e) Nehézségi erő
 - f) Súlyerő
3. Kényszererők és meghatározásuk
4. Tehetetlenségi erők
5. Fizikatörténeti vonatkozások
 - Newton
 - Cavendish
 - Eötvös Loránd

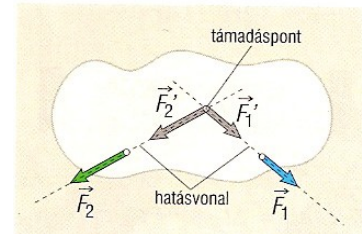
Erőhatás és erőtörvény fogalma

Erőhatás

- A testek olyan kölcsönhatását, amely során megváltozik a test mozgásállapota vagy alakja **erőhatás**nak nevezzük.
- Az erőhatás elsődleges következménye mindig a mozgásállapot-változás.
- Az alakváltozás csak másodlagos következmény, mert mozgásállapot-változás nélkül nem jöhet létre alakváltozás.
- Az erőhatásnak fontos jellemzője az iránya is. Tehát **az erő vektormennyiség**.
- Minden erőhöz hozzárendelhető a **támadáspontja** és a **hatásvonala**.

Támadáspont: Az a pont, ahol az erőátvitel történik egyik testről a másikra.

Hatásvonal: Az az egyenes, amely átmegy az erő támadáspontján, és az erő vonalába esik.



- **Az erő nagysága megegyezik a lendületváltozás sebességével.**

$$F = \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

- Állandó tömeg esetén a törvény másképp is megfogalmazható: **A testre ható erő egyenesen arányos az általa létrehozott gyorsulással, az arányossági tényező a tehetetlenség mértéke, a tömeg.**

$$F = m \cdot a$$

- **Az erő mértékegysége**: newton

$$[F] = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{N}$$

1 N az az erő, amely egy 1 kg tömegű test sebességét 1 s alatt $1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ -mal változtatja meg.

Az erőre vonatkozó legfontosabb törvényeket Newton fogalmazta meg.

Newton I. törvénye

Minden test megtartja nyugalmi állapotát vagy egyenes vonalú egyenletes mozgását mindaddig, amíg környezete meg nem változtatja mozgásállapotát.

Ez valójában Haygensnek a változás okáról, és Descartesnek a kölcsönhatás elvéről megfogalmazott gondolatainak mozgásállapot-változásra alkalmazott formája.

Newton II. törvénye

Az erő nem más, mint a lendületváltozás sebessége.

- Ha az erő állandó, akkor $F = \frac{\Delta I}{\Delta t}$ formában írható fel.
- Ha a tömeg állandó, akkor $F = m \cdot a$ formában írható fel.

Newton III. törvénye

Ha A test erőt gyakorol a B testre, akkor a B test is erőt gyakorol az A testre. A két erő egyenlő nagyságú, közös hatásvonalú, de ellentétes irányú. Mivel az erő és az ellenerő mindig különböző testekre hat, nem lehet őket összegezni.

Erőtörvény

Az erő megadható az erőhatást kifejtő testet jellemző mennyiségek segítségével is.

Azt a matematikai összefüggést, amely a testet jellemző mennyiségek segítségével fejezi ki az erőhatást, **erőtörvénynek** nevezzük.

Az erőtörvény nem magára az erőhatást kifejtő testre, hanem a kölcsönhatásban részt vevő **test tulajdonságaira, képességeire jellemző.**

Erőtörvények

a) Rugalmas erő

- Rugalmas erőnek nevezzük a rugalmas testek alakváltozása közben fellépő erőt.
- A rugalmas erő nagysága egyenesen arányos a hosszváltozással.
- A rugalmas erő iránya ellentétes a hosszváltozással.
- **A rugalmas erő egyenesen arányos a rugalmas test hosszváltozásával, de a hosszváltozással ellentétes irányú. Az arányossági tényező a rugóállandó.**

$$F = -D \cdot \Delta y$$

Ez az erőtörvény a megfeszített rugó mozgásállapot-változtató képességére jellemző. Másképp lineáris erőtörvénynek is nevezzük.

b) Súrlódási erő

A súrlódás oka a felületek egyenetlensége. A felületek egymáson való elmozdulásakor a „recék” egymásba akadnak, és így akadályozzák a mozgást.

Ha az érintkező felületek nagyon simák, még nehezebb a felületeket egymáson elmozdítani. Ilyenkor a tökéletes érintkezésnek köszönhetően az érintkező felületek részecskéi között kémiai kötések alakulnak ki. Így amikor a felületeket egymáson el akarjuk mozdítani, a kémiai kötésekkel kell felszakítani.

A **súrlódás** gyakran **hasznos**, pl. járáskor, járművek gyorsításakor vagy amikor krétával írunk a táblára.

De tapasztaljuk a **súrlódás káros** hatását is, pl. a fék kopása, gumiabroncs kopása, forgó alkatrészek egymáson való csúszása. Az utóbbi esetben a súrlódás csökkentésére kenőanyagot használnak.

- Tapadási súrlódási erő
 - Nyugvó, érintkező testek esetén lép fel, ha az egyikre erőt fejtünk ki, de még nyugalomba marad.
 - A tapadási súrlódási erő mindig a húzóerővel ellentétes irányú.
 - A nyugalmi állapotból következik, hogy nagysága mindig a húzóerő nagyságával megegyező.

- A **tapadási súrlódási erő maximális értéke** megegyezik annak a húzóerőnek az ellenerejével, amelynél a test még éppen nyugalomban van.
- A tapadási súrlódási erő maximális értékének a jele: F_{s_0} , vagy F_{t_s} .
- A tapadási súrlódási erő egyenesen arányos a felületeket merőlegesen összenyomó erővel, az arányossági tényező az érintkező felületek minőségére jellemző tapadási súrlódási együttható.

$$F_{s_0} = \mu_0 \cdot F_{ny}$$

- **Csúszási súrlódási erő**

- A csúszási súrlódási erő az egymáson elmozduló felületek között lép fel.
- Nagysága nem függ a felületek egymáshoz viszonyított sebességétől, és az érintkező felületek nagyságától.
- A csúszási súrlódási erő egyenesen arányos a felületeket merőlegesen összenyomó erővel, az arányossági tényező az érintkező felületek minőségére jellemző csúszási súrlódási együttható.

$$F_s = \mu \cdot F_{ny}$$

- A csúszási súrlódási erő iránya megegyezik a két érintkező test egymáshoz viszonyított sebességének irányával.

- **Gördülési súrlódási erő**

- A testek egymáson könnyebben mozgathatók, ha egymáson el tudnak gördülni. Ilyenkor a felületek egyenetlenségei — mint a fogaskereké — kiemelkednek egymásból anélkül, hogy letörnének, vagy az egész testnek meg kellene emelkedni, hogy elmozdulhasson.
- A gördülési súrlódási erő egyenesen arányos a felületeket merőlegesen összenyomó erővel, az arányossági tényező az érintkező felületek minőségére jellemző gördülési súrlódási együttható.

$$F_g = \mu_g \cdot F_{ny}$$

A súrlódási erőtörvény az érintkező felületek között fellépő kölcsönhatás mozgásállapot-változtató képességére ad felvilágosítást.

c) Közegellenállási erő

Ha a közegben egy test mozog, akkor a közeg egy olyan erőt fejt ki rá, ami csökkenti a testnek a közeghez viszonyított sebességét. Ez a hatás a közegellenállás, amelyet a közegellenállási erővel jellemzünk.

A közegellenállási erő egyenesen arányos a közeg sebességének, a homlokfelület nagyságának és a közeg és a test egymáshoz viszonyított sebességnégyzetének szorzatával, az arányossági tényező a közegellenállási tényező fele.

$$F_{k6} = \frac{1}{2} \cdot c \cdot A \cdot \rho \cdot v^2$$

d) Gravitációs erő

- Bármely két test között van **gravitációs vonzás**, amely a **gravitációs erővel** jellemezhető.
- Tömeggel rendelkező testek között fellépő kölcsönhatást Newton fogalmazta meg 1686-ban.

Bármely két tömeggel rendelkező test között fellép a gravitációs erő.

Ez az erő egyenesen arányos a két test tömegének szorzatával, és fordítottan arányos a két test közötti távolság négyzetével. Az arányossági tényező a **gravitációs-állandó**.

$$F = \gamma \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

A gravitációs-állandót Newton felismerését követően majdnem 100 évvel később Cavendish állapította meg.

e) Nehézségi erő

- A szabadon eső testek **g** gyorsulását létrehozó erőt **nehézségi erőnek** nevezzük.

$$F_{neh} = m \cdot g$$

- A nehézségi erő iránya a Föld forgása miatt kissé eltér a gravitációs erő irányától.

f) Súlyerő

Az az erő, amellyel a test nyomja az alátámasztást vagy húzza a felfüggesztést.

Jele: G vagy F_g

Nem csak a mechanikán belül van erőtvény.

Erőtvény például a Coulomb-féle erőtvény vagy a Lorentz-féle erőtvény.

Nem erőtvény a centripetális erő $F_{cp} = m \cdot \frac{v_k^2}{r}$ vagy az $F = m \cdot a$, mert az így megadható erőt bármilyen eredetű erőhatás létrehozhat.

Kényszererők és meghatározásuk

Az égitestek, az elhajított testek **szabad mozgást** végeznek. Pályájukat nem befolyásolja semmi kényszerítő hatás.

A fonálinga lengése **kényszermozgás**. Az ingatest szabad mozgását a fonál befolyásolja.

A kényszererő oka, hogy a kényszererőt kifejtő test valamilyen kicsiny alakváltozást szenved.

A kényszererő mindig merőleges a pálya görbéjére vagy a felületre.

Tehetetlenségi erők

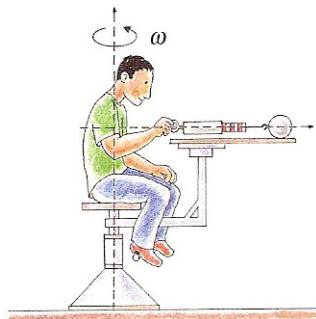
- A mindennapi életben legtöbbször inerciarendszernek köszönhető körülmények között vagyunk.
- Ha azonban egy vonat elindul, kanyarodik vagy megáll velünk, azt elfüggönyözött fülkében is észrevesszük, sőt meg is tudjuk különböztetni egymástól az ilyen eseteket.

A gyorsuló vonatkoztatási rendszerek tehát nem egyenértékűek, mert az inerciarendszertől és egymástól is megkülönböztethetők.

- Ugyanazt az eseményt egy gyorsuló vonatkoztatási rendszerben lévő megfigyelő másként észleli, mint az, aki inerciarendszerből figyeli.

Az eltéréseket a gyorsulva mozgó megfigyelő számára ismeretlen eredetű erőhatások következményeként magyarázza. Ezeket a feltételezett erőhatásokat a tehetetlenségi erőkkel jellemezzük.

A gyorsuló vonatkoztatási rendszerben észlelt jelenséget, az inerciarendszerben érvényes szabályokkal, csak úgy lehet leírni, hogy feltételezzük a tehetetlenségi erőhatásokat is.



Fizikatörténeti vonatkozások

NEWTON, SIR ISAAC (1642-1727)

Angol fizikus, matematikus, csillagász, filozófus, alkimista



Angol fizikus, matematikus.

1642-ben született, 1727-ben halt meg.

Kisbirtokos fia. Apja még születése előtt meghalt.

18 évesen került Cambridge-be. Az egyetemet 1665-ben bezárták pestisjárvány miatt. Newton ekkor szülőfalujában folytatta munkáját. Felfedezte a [binomiális tételt](#), a [differenciálszámítást](#), szakdolgozatát a színekről írta.

A járvány elmúltával visszakerült az egyetemre, de már tanárként. A fényről tartott előadásai nyomán készült el az [Optika](#) c. művének első kötete.

1671-ven mutatta be a Királyi Társaság tagjainak [tükrös távcsövét](#). Óriási sikert aratott, sőt taggá is választották. 1672-ben egy dolgozatot is készített a fényről és a színekről. Ezt általában kedvezően fogadták, csak Hooke mondott róla lesújtó véleményt. Legjelentősebb műve a **PRINCIPIA**. Ebben írja le három törvényét. Itt fejt ki álláspontját a gravitációs kölcsönhatásról. Nézetét a Holdnak és a Jupiter holdjának mozgásával bizonyította. Ez a könyv nemzetközi hírt szerzett Newtonnak.

1703-tól a Királyi Társaság elnöke volt.

1704-ben jelent meg az Optika átdolgozott kiadása.

1705-ben Anna királynő lovaggá ütötte.

1706-ban megjelent az Optika latin fordítása.

CAVENDISH, HENRY (1731-1810)

Angol fizikus és vegyész



Különbféle szakterületeken végzett kísérleteket, többek között felfedezte a levegő összetételét, a hidrogén tulajdonságait, bizonyos anyagok fajhőjét, a víz összetételét és az elektromosság számos tulajdonságát. Egy különleges eljárással – amelyet ma Cavendish-kísérletnek nevezünk – meghatározta a Föld tömegét és sűrűségét. Negyven évesen nagy vagyont örökölt, de továbbra is szegényesen élt, a pénzt könyvekre és fizikai eszközökre költötte. Nagy könyvtárat gyűjtött össze, amelyet később megnyitott tudóstársai előtt.

EÖTVÖS LORÁND (1848-1919)

Magyar fizikus



A költő, regényíró, politikus Eötvös József fia. A tudománytörténet a legjelentősebb fizikusok között tartja számon.

Eleinte a kapilláris jelenségekkel foglalkozott: ennek során 1886-ban állította fel a róla elnevezett törvényt, amely a folyadékok felszíni feszültsége és a molekula-térfogat közötti összefüggést fejezi ki.

Nevét a Föld gravitációs terének vizsgálata tette világhírűvé.

Eötvös az inga méréseire támaszkodva 1909-ben igazolta, hogy a gravitációs erő lényegében független a tömeg anyagi minőségétől.