

# Forgatónyomaték, egyensúlyi állapotok

Az erőnek forgató hatása van. Nagyobb a forgatóhatás, ha nagyobb az erő, vagy nagyobb az erő és a forgástengely közti távolság.

- A forgató hatás mértéke: **forgatónyomaték**, jele: **M**

Az erő és a forgástengely távolsága: erőkar, jele: **k**

$$\text{forgatónyomaték} = \text{erő} \cdot \text{erőkar} \quad M = F \cdot k$$

A forgatónyomaték mértékegysége: **Nm (newton-méter)**

- **Nagyobb erőkarral nagyobb forgató hatás, forgatónyomaték fejthető ki. Ezt használják fel arra, hogy nagy forgatóhatást fejtsenek ki kis erővel.** Példák: emelőrúd, talicska, ásó, csavarkulcs, olló, csípőfogó, metszőolló, ágvágó, kupaknyitó, sörnyitó, bicikliváltó, fogaskerék, edzőtermi gépek, ...

- **Egyensúlyi állapot**

Egy tárgy egyensúlyban van, ha nem halad és nem forog, (nem végez semmilyen mozgást.) Ennek két feltétele van:

1. - **A tárgyra ható erők kiegyenlítik egymást (az erők együttes hatása, az eredő erő 0).** Párhuzamos hatásvonalú erők esetén az egyik irányba ható erők összege egyenlő a másik irányba ható erők összegével. (Ekkor a tárgy nem halad.)

2. - A tárgyra ható forgatónyomatékok kiegyenlítik egymást, vagyis az egyik irányba forgató forgatónyomatékok összege egyenlő a másik irányba forgató forgatónyomatékok összegével. (Ekkor a tárgy nem forog.)

Például: Mérleg vagy mérleghinta, libikóka

Ha mindkét oldalán 1 súly van, akkor  $M_1 = M_2$ ,  $F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$

Ha több súly van 1 oldalon, akkor az azonos irányba forgató forgatónyomatékokat össze kell adni.



- **Egyszerű gépek**

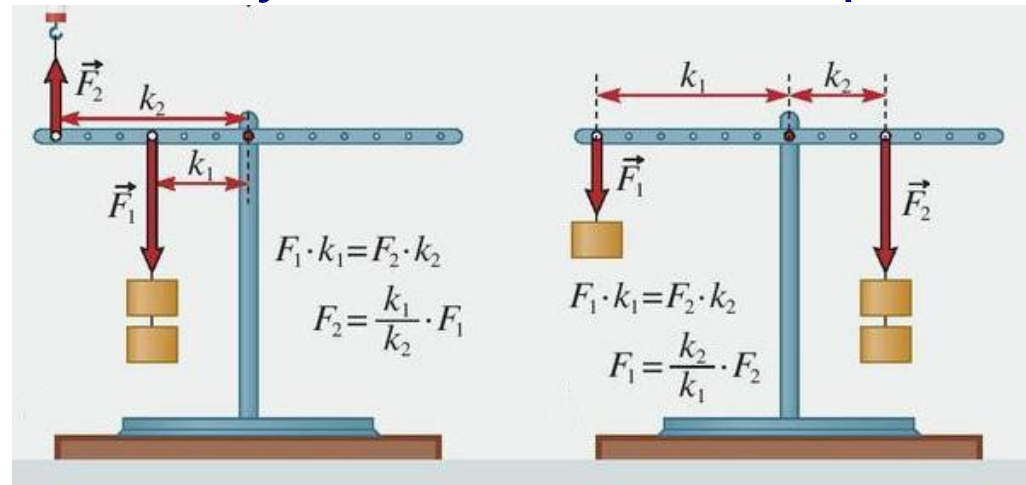
Ha munkát végzünk, az egyszerű gépekkel csökkenteni lehet az erő nagyságát, kisebb erővel lehet elvégezni a munkát (pl. csigasor, hengerkerék, lejtő, emelő), vagy kisebb erővel lehet megtartani egy tárgyat (emelő). Viszont a munka nagyságát nem lehet csökkenteni, a kisebb erőt hosszabb úton kell kifejteni, így a szorzatuk (munka = erő · út,  $W=F \cdot s$ ) nem változik.

- **Az egyszerű gépek fajtái**

- **Emelő**

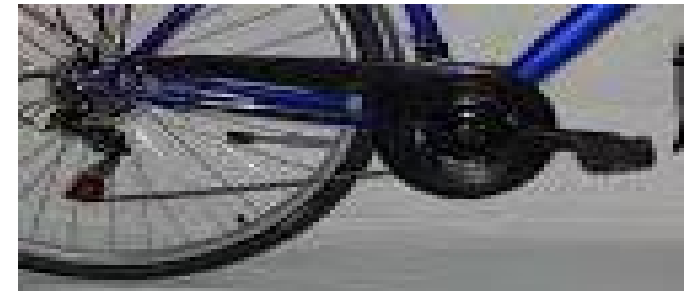
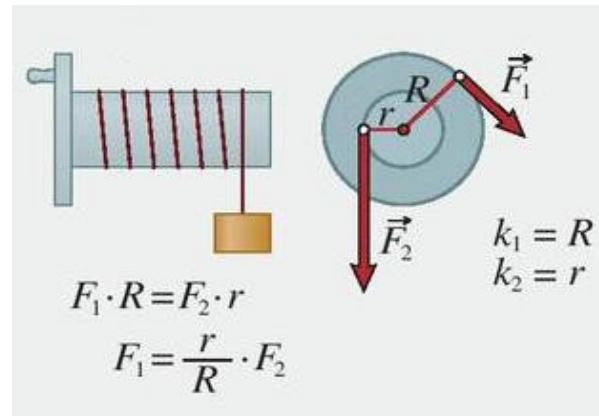
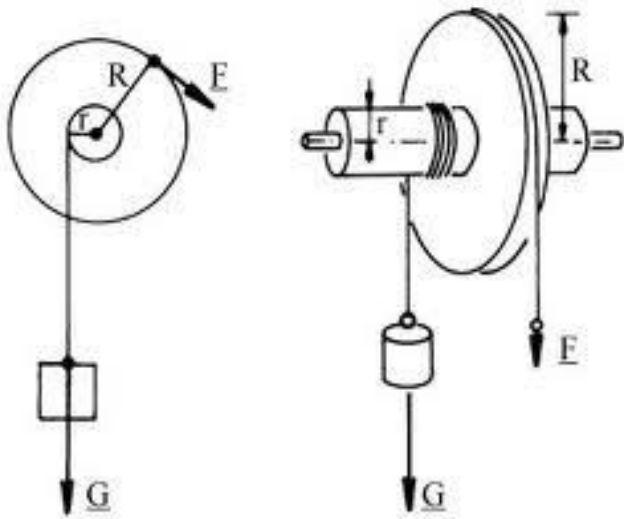
Hosszabb erőkarhoz ( $k$ ) kisebb erő ( $F$ ) tartozik:  $F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$

Pl. talicska, targonca, gémeskút, csavarkulcs, csípőfogó, libikóka, csípőfogó, edzőgépek, metszőolló, befőttnyitó, diótörő, evezőlapát,...



- **Hengerkerék**

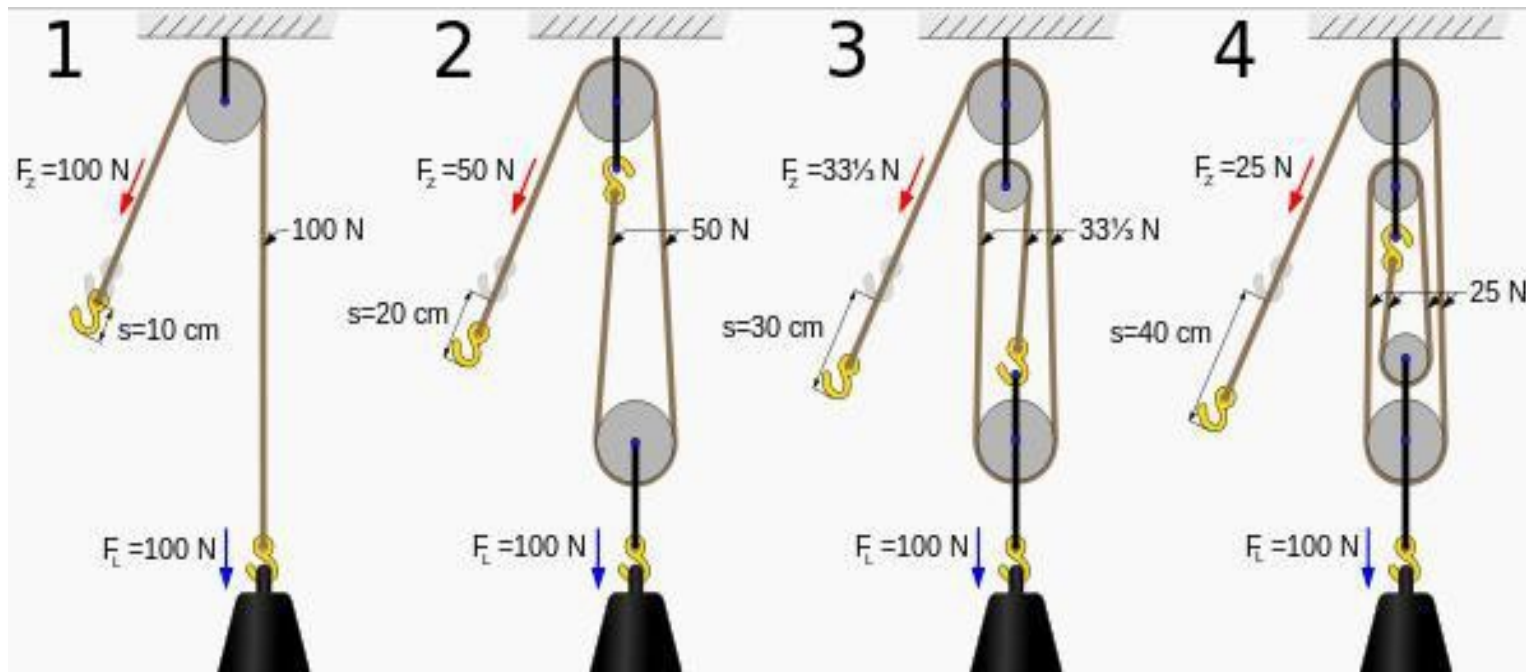
A kisebb sugarú kerékre akasztott terhet a nagyobb sugarú kerékre tekert kötéllal kisebb erővel tudjuk felhúzni. Szintén hosszabb erőkarhoz (k) kisebb erő (F) tartozik:  $F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2$ , csak itt az erőkarok a hengerek sugarai. Kerékáttételre, „váltó” készítésére is felhasználják ezt az elvet, ahol szintén kisebb erővel, de hosszabb úton lehet elvégezni ugyanazt a munkát. Pl. kerekeskút, kerékpár váltó, fogaskerék-áttétel



- **Csigasor**

A kerekek áttételéhez hasonlóan két csigával felezni lehet a húzóerőt. Több csigával, csigasorral az erő tovább csökkenthető. Viszont hosszabb úton kell kifejteni a kisebb erőt, vagyis hosszabb kötelet kell lehúzni, mint amennyit emelkedik a súly. Tehát a munka itt sem csökkenthető, de az erő igen.

Pl. építőanyagok emelése építkezésen, zászló vagy vitorla felvonás, hegymászók, falmászók biztosító kötelének csigasoros áttétele, ...



- **Lejtő (emelkedő)**

Minél kevésbé meredek a lejtő (emelkedő), annál kisebb erővel lehet felhúzni, felvinni rajta a tárgyat ugyanolyan magasságra. Itt is igaz, hogy az út viszont hosszabb lesz, tehát erőt lehet csökkenteni, de munkát nem. A kisebb erőhöz ( $F_1$ ) hosszabb út ( $s_1$ ) tartozik, nagyobb erőhöz ( $F_2$ ) (meredekebb lejtőhöz) kisebb út ( $s_2$ ) tartozik, de a munka azonos: Munka  $W = F_1 \cdot s_1 = F_2 \cdot s_2$

Pl. szerpentin út (minél kisebb szögű, kevésbé meredek a lejtő (emelkedő), annál kisebb erővel tud rajta felmenni a gyalogos, vagy kerékpáros, vagy autó, viszont hosszabb úton.)

Pl. A lejtő elve igaz a csigalépcsőre is, és a csavarmenetre is. - Kisebb erő szükséges egy sűrűbb csavarmenetű (kevésbé meredek) csavar becsavarásához.



- **Tömegközéppont, súlypont**

A testnek, tárgynak az a tömegközéppontja, súlypontja, ahol felfüggesztve vagy alátámasztva a test, tárgy egyensúlyban marad (nem fordul el).

- **Egyensúlyi helyzetek**

A tárgyak önálló mozgásuk, forgásuk során olyan helyzet elérésére törekszenek, ahol a súlypontjuk alacsonyabbra kerül.

Ennek oka, hogy a tárgy minden pontjára hat a gravitációs erő, ami a Föld középpontja felé vonzza.

Pl. hegyről leguruló labda, tojás eldőlése az oldalára, eldőlő oszlop...

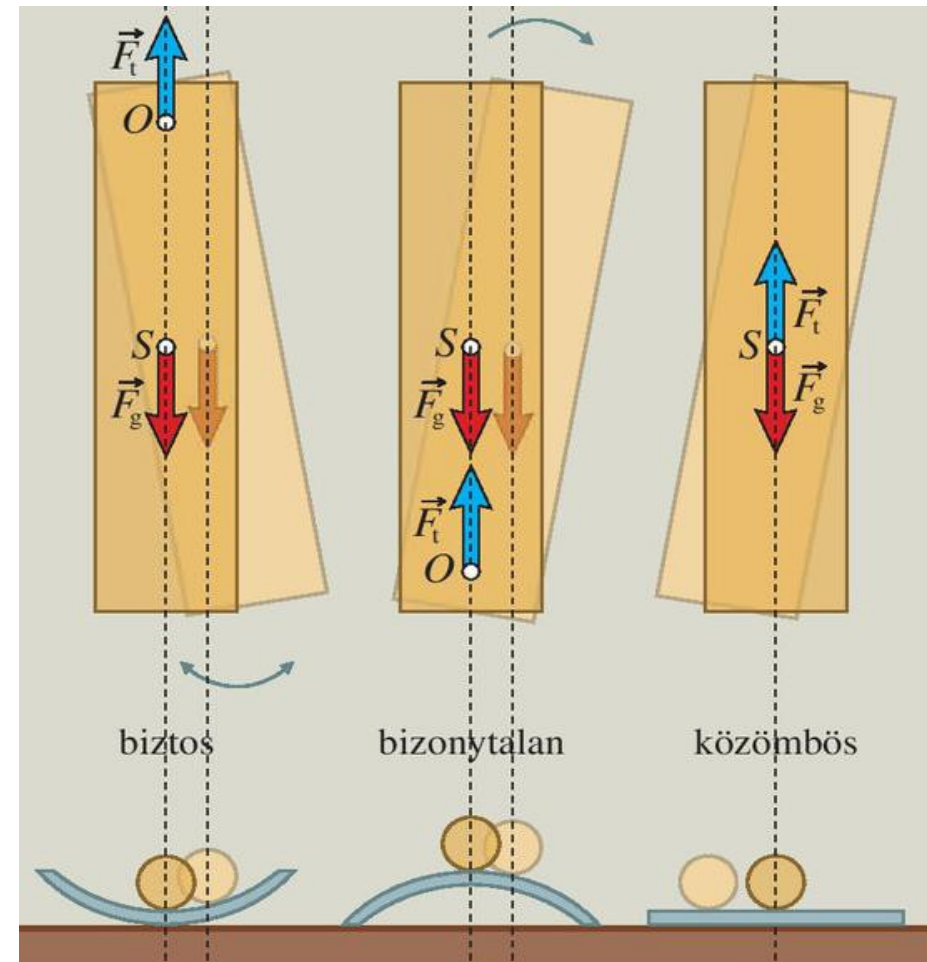
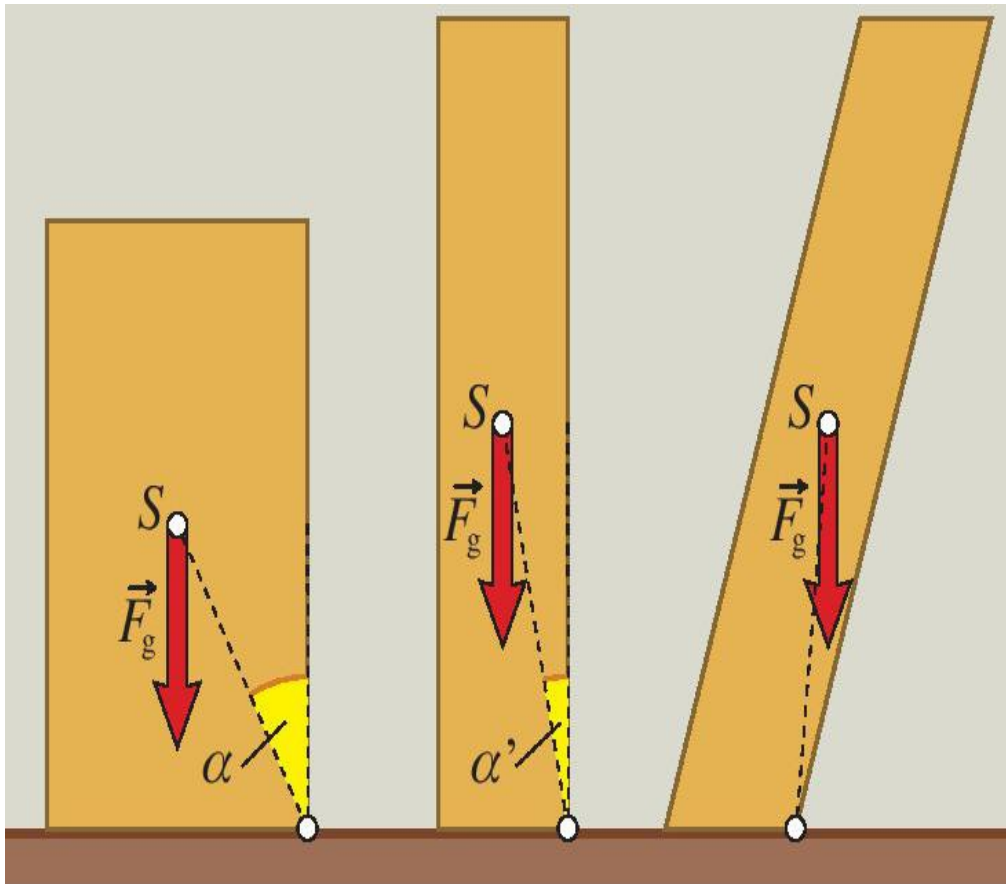
- **Biztos (stabil) egyensúlyi helyzet:** A tárgyat kimozdítva egyensúlyi helyzetéből a súlypontja magasabban lesz, utána lefelé törekszik és visszatér az egyensúlyi helyzetbe.

Pl. labda gödörben, felakasztott lámpa, ...

- **Bizonytalan (labilis, instabil) egyensúlyi helyzet:** A tárgyat kimozdítva egyensúlyi helyzetéből a súlypontja alacsonyabban lesz, és mivel önállóan felfelé nem halad, ezért nem tud visszatérni az egyensúlyi helyzetbe.

Pl. labda domb tetején, kötél táncos, ...

- **Közömbös egyensúlyi helyzet:** A tárgyat kimozdítva egyensúlyi helyzetéből a súlypontjának magassága nem változik. **PI. labda a vízszintes talajon** (lásd jobb oldali ábra)



- **Alátámasztás:**

Egy tárgy akkor marad álló helyzetben, ha a súlypontja az alátámasztási felülete felett van. Ha a súlypontja kívül esik az alátámasztáson, akkor a tárgy felbillen. (lásd bal oldali ábra)