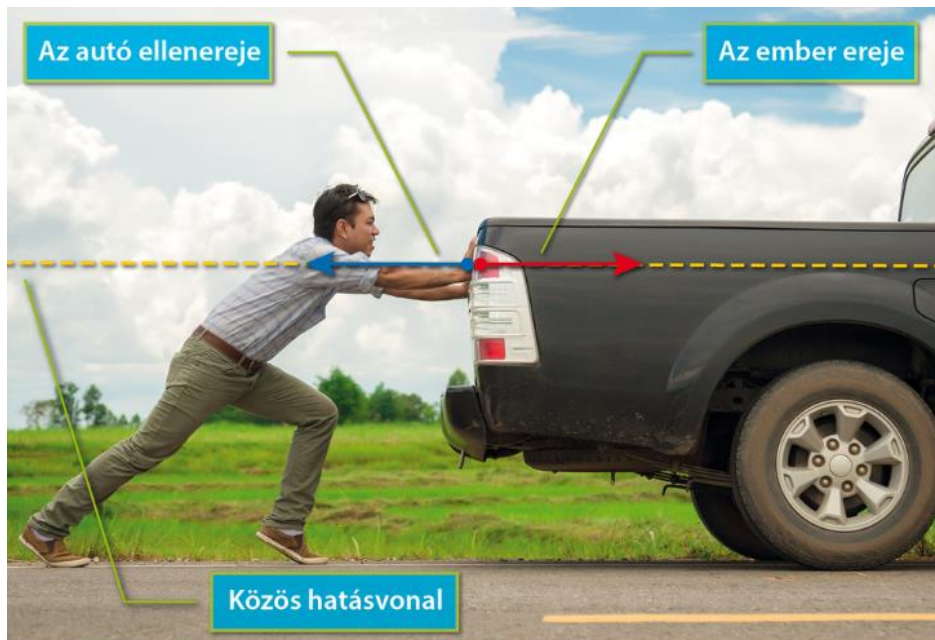
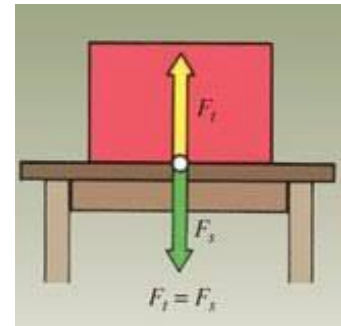
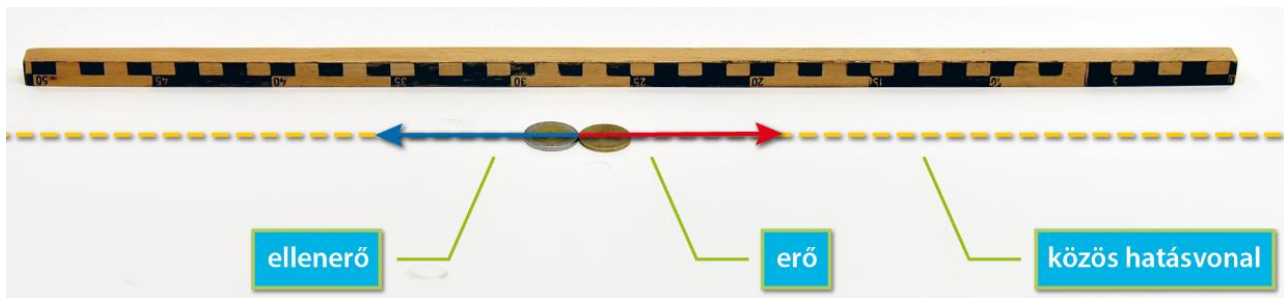


Fogalmak

1. Newton törvényei

- **Newton I. törvénye (a tehetetlenség törvénye):** Egy test nyugalomban marad, vagy megtartja egyenes vonalú egyenletes mozgását, ha nem kerül kölcsönhatásba a környezetével, vagy a külső hatások kiegyenlítik egymást (az eredő erő 0).
- **Newton II. törvénye:** Ha egy test kölcsönhatásba kerül a környezetével, és a testre ható erők kiegyensúlyozatlanok, akkor a testnek gyorsulása (sebesség-változása) lesz. Minél nagyobb az erőhatás, annál nagyobb lesz a test gyorsulása. (Ha van eredő erő, akkor a testnek gyorsulása lesz)
- **Newton III. törvénye (hatás-ellenhatás, erő-ellenelő törvénye):** Két vagy több test kölcsönhatása során minden erőhatásnak van egy ellenhatása. Az egyik erő az egyik testre, a másik erő a másik testre hat. Az ellenhatás megegyező nagyságú és ellentétes irányú a kifejtett hatással. (Erő-ellenelő nem egymást kiegyenlítő erő, mert nem egy testre hatnak.)





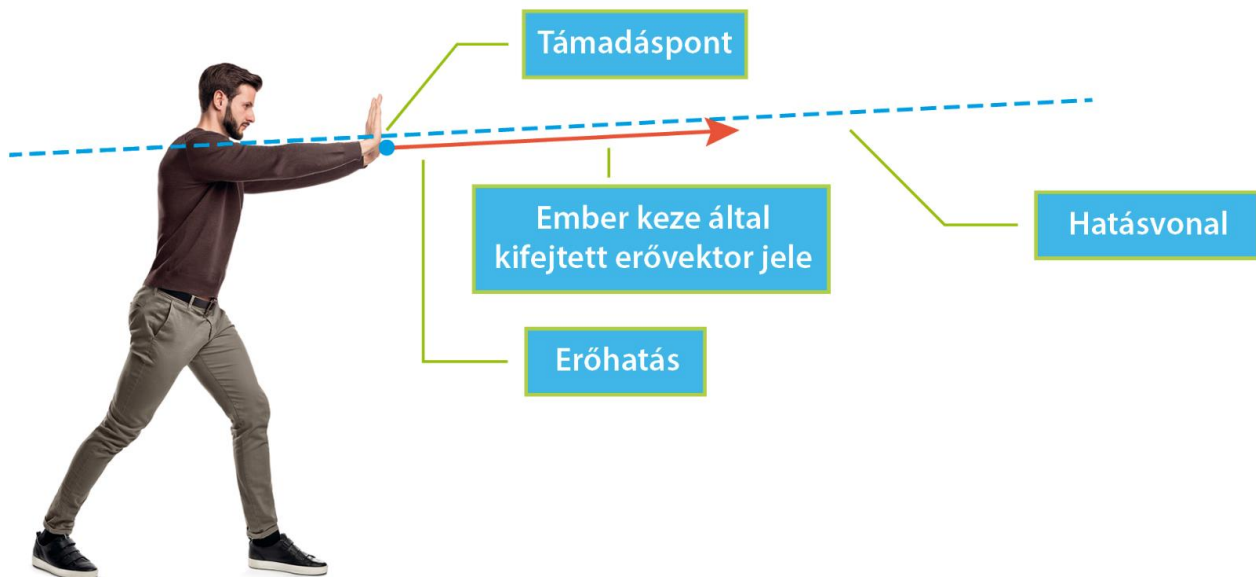
2. A tehetetlenség és a tömeg fogalma

- **Tehetlenség:** A testek tehetetlenek, vagyis maguktól nem képesek a sebességük megváltoztatására. (A testek sebessége akkor változhat meg, ha erő hat rájuk.)
- **Tömeg:** A testek tehetetlenségének mértéke. (Nem összekeverendő a súllyal!)
Jele: m Mértékegysége: kg $[m]=1 \text{ kg}$

3. Az erőhatás, az erő fogalma

Az erő a testek kölcsönhatását megadó vektormennyiség. (Vektormennyiség: Olyan mennyiség, amelynek van támadáspontja, iránya, nagysága és mértékegysége.)

Jele: \vec{F} Mértékegysége: N (Newton, $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$) $[F] = 1\text{N}$



4. Erő, tömeg, gyorsulás kapcsolata

Az erő nagysága a test tömegének és a test gyorsulásának a szorzata.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a} \quad (\text{erő} = \text{tömeg} \cdot \text{gyorsulás})$$

erő = tömeg · gyorsulás

$$F = m \cdot a$$

5. A lendület fogalma

A lendület (impulzus) vektormennyiség.

Jele: \vec{I} (impulzus) Mértékegysége: $\text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $[I] = 1 \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}}$

$$\vec{I} = m \cdot \vec{v} \quad (\text{impulzus} = \text{tömeg} \cdot \text{sebesség})$$

lendület = tömeg · sebesség

$$I = m \cdot v$$



6. A lendület-változás, a lendület megmaradás elve

- **A lendület-változás:** A lendület-változás mértéke az erő és az idő nagyságától függ. Egy testnek akkor változik meg a lendülete, ha bizonyos ideig a környezete

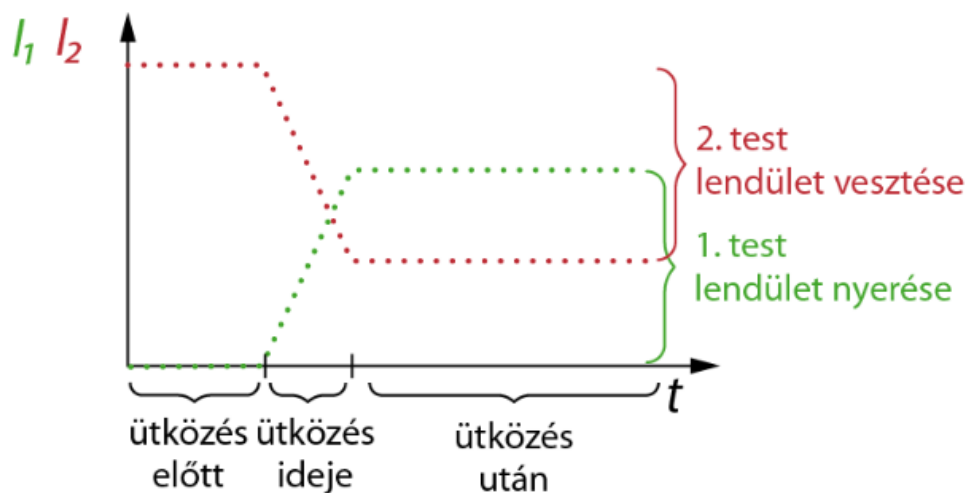
erőt fejt ki rá. $F = \frac{\Delta I}{\Delta t}$ (erőhatás = $\frac{\text{lendület-változás}}{\text{időtartam}}$)

$$\Delta I = F \cdot \Delta t \quad (\text{lendület - változás} = \text{erőhatás} \cdot \text{időtartam})$$

Példa lendület-változásra a mindennapokban: A súlylökő a lehető legnagyobb erejét beleadja a dobásba, ugyanakkor mélyről indítja, és hosszú úton löki a súlygolyót, hogy nagy legyen a lökés időtartama. Így tudja nulláról a legnagyobb sebességre felgyorsítani a súlygolyót.

- **A lendület megmaradás elve:** Párkölsönhatásban, amikor csak a testek egymásra gyakorolt hatása érvényesül, a testek lendület-változása egyenlő nagyságú, de ellentétes irányú. Párkölsönhatásban a testek lendületének összege nem változhat meg. $\Delta I_1 = -\Delta I_2$ $I_{1\text{előbbi}} + I_{2\text{előbbi}} = I_{1\text{utóbbi}} + I_{2\text{utóbbi}}$

Példa a lendület-megmaradásra a mindennapokban: Amikor a kapus elkapja a labdát, a labda lelassul, a kapus keze pedig hátralökődik. (A labda ugyanannyi lendületet veszített, mint amennyit a kapus kapott. (átadta))



7. Rakétaelv

A rakétaelv lényege két test szétválasztása az erő-ellenerő következtében. (A két test ugyanolyan nagyságú erővel löki el egymást. Az erők egy hatásvonalba esnek, de ellentétes irányúak.) A testek szétválásakor is érvényes a lendület megmaradás elve. (A testek lendület-változása egyenlő nagyságú, de ellentétes irányú.) Példák a rakétaelvre: A lufi ereje kinyomta a könnyű levegőt nagy sebességgel, miközben a levegő ellenereje a másik irányba mozdította el a lufit. A birkózó ellenfelét ellökve maga is hátra billen. Csónakból kilépve a csónak hátra mozdul, miközben mi előre mozdulunk. Az ágyúból kilőtt lövedék az ágyút hátra löki.



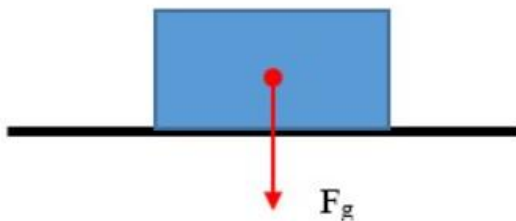
8. Erőfajták a mechanikában (labor mérések)

- **Nehézségi erő (gravitációs erő):** A Föld tömegvonzása. (A Föld a középpontja felé húzza a testeket.)

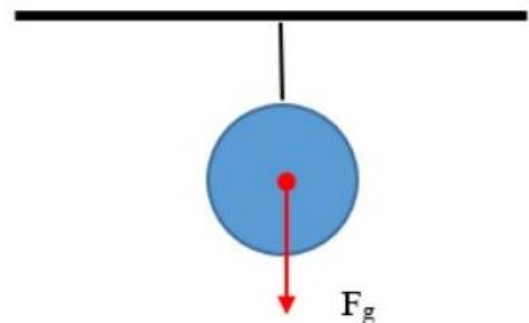
Jele: \vec{F}_g $\vec{F}_g = m \cdot g$ (gravitációs erő = tömeg · gravitációs gyorsulás)

$g = 9,81 \frac{m}{s^2} \sim 10 \frac{m}{s^2}$ (Amikor a gravitációs gyorsulással számolunk, azt $10 \frac{m}{s^2}$ -nak tekintjük.) A gravitációs erő támadáspontja a test súlypontja, iránya a talajra merőlegesen a föld felé mutat.

Alátámasztott test



Felfüggesztett test

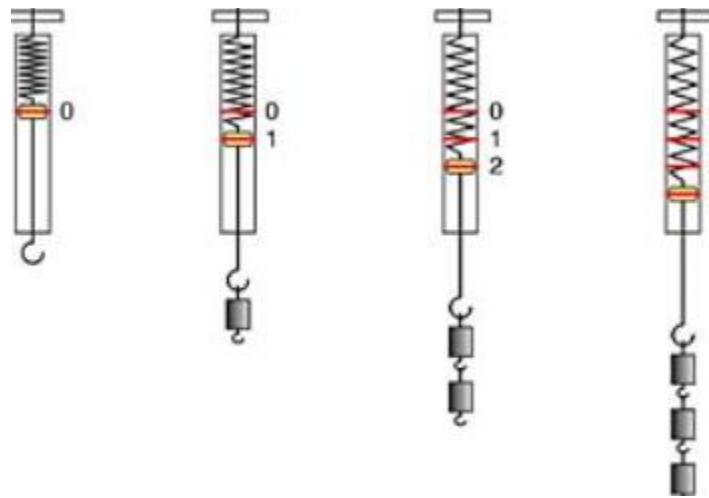


- **Súly (súlyerő):** Az az erő, amivel a test nyomja az alátámasztást vagy húzza a felfüggesztést a gravitációs erő következtében. Jele: \vec{G} $\vec{G} = m \cdot g$
(súlyerő = tömeg · gravitációs gyorsulás). A súlyerő támadáspontja a test és az alátámasztás vagy a felfüggesztés érintkezési pontjában van, iránya a talajra merőlegesen a föld felé mutat. A súlyerő nagysága, iránya és hatásvonala

megegyezik a gravitációs erővel. (A test ugyanolyan erővel, ugyanolyan irányba nyomja az alátámasztást vagy húzza a felfüggesztést, mint amekkora erővel a Föld vonzza a testet.) $\vec{F}_g = \vec{G}$

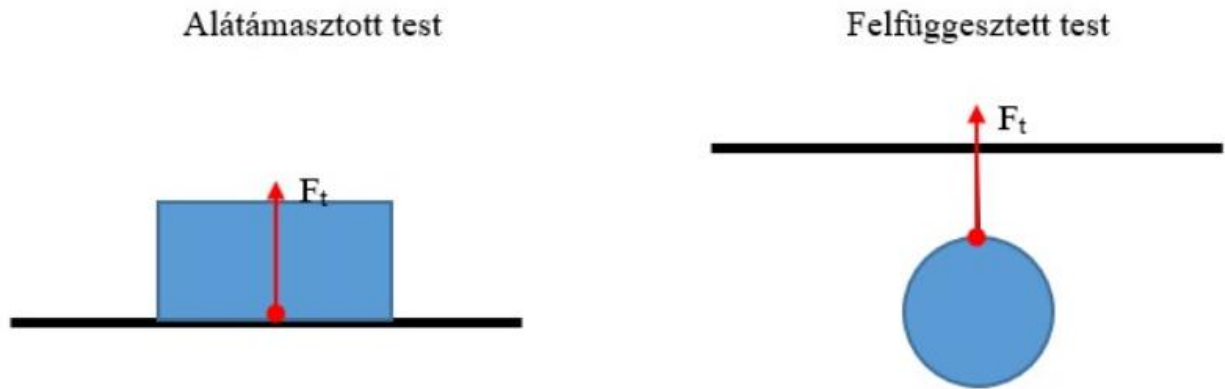


- Rugó megnyúlása, nyújtóerő és megnyúlás kapcsolata, a rugalmas erő:** A rugó hossza a megnyúlás után nem változik meg, felveszi eredeti alakját. A rugó megnyúlása egyenesen arányos a nyújtóerővel. (A nehezekek számával is, ha a nehezekek egyenlő tömegűek.) Ebből adódik, hogy a rugó alkalmas az erő mérésére (ez az eszköz a rugós erőmérő). A rugalmas erő jele: \vec{F}_r
 Ha egy rugót széthúzzunk vagy összenyomunk, akkor megfeszítjük azt (ez a rugalmas erő).



- Tartóerő:** Az az erő, amivel az alátámasztás vagy a felfüggesztés tartja a testet. Jele: \vec{F}_t A tartóerőt az alátámasztás vagy a felfüggesztés fejti ki a testre, támadáspontja a test és az alátámasztás vagy felfüggesztés érintkezési pontjában van. Iránya a talajra merőlegesen a földtől ellentétes irányba mutat. Ha a test nyugalomban van (ebben az esetben az is elég, hogy ne zuhanjon), akkor a tartóerő (\vec{F}_t) és a gravitációs erő (\vec{F}_g) kiegyenlítik egymást, ugyanolyan

nagyságúak, de ellentétes irányúak. (Ebben az esetben a súlyerő is megegyező nagyságú a gravitációs erővel és a tartóerővel, mert a súlyerő és a tartóerő erő-ellenerő. (egyenlő nagyságúak, ellentétes irányúak, közös hatásvonaluk van, de támadáspontjuk különböző))



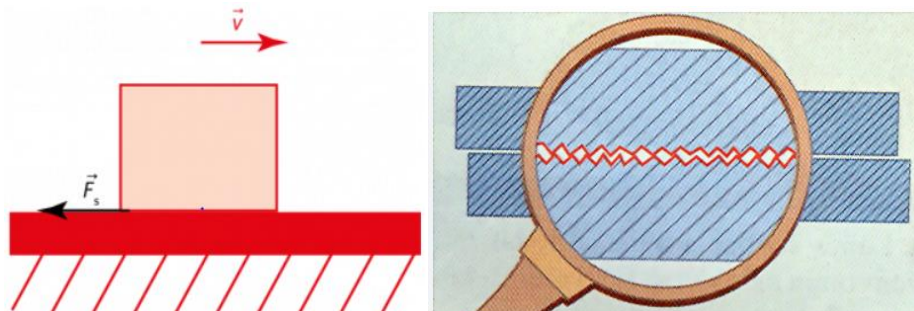
- **Súrlódási erők (tapadás, csúszás, gördülés):**

- **Csúszási súrlódási erő:** A csúszási súrlódási erő az egymáson csúszó testek egymásra kifejtett hatása. Ez az erő a testek egymáshoz viszonyított sebességét csökkenteni igyekszik. A csúszó testre ható súrlódási erő iránya ellentétes a mozgás irányával. A felületre, valamint a csúszó testre ható súrlódási erők nagysága egyenlő, hatásvonaluk azonos, irányuk ellentétes (a két erő erő-ellenerő). A csúszási súrlódási erő függ az érintkező felületek érdességétől és a felületeket egymáshoz szorító merőleges erő-től, de nem függ az érintkező felületek nagyságától, ha a felületek érdessége ugyanolyan minőségű a felület minden részén. Jele: \vec{F}_s $\vec{F}_s = \mu \cdot \vec{F}_{ny}$

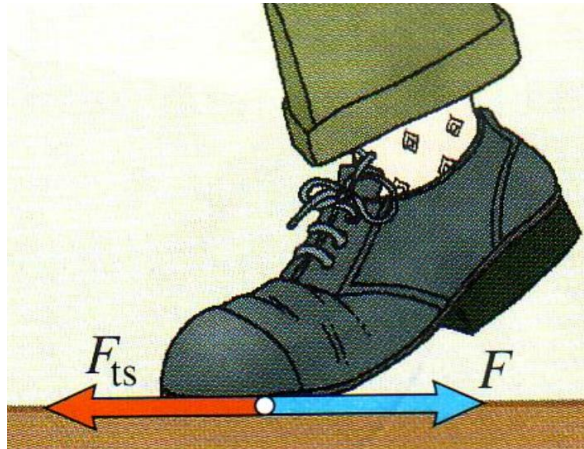
(csúszási súrlódási erő = μ · nyomóerő)

\vec{F}_{ny} : nyomóerő, egyenlő a súlyerővel (Mindkettő az az erő, amivel a test nyomja az alátámasztást.)

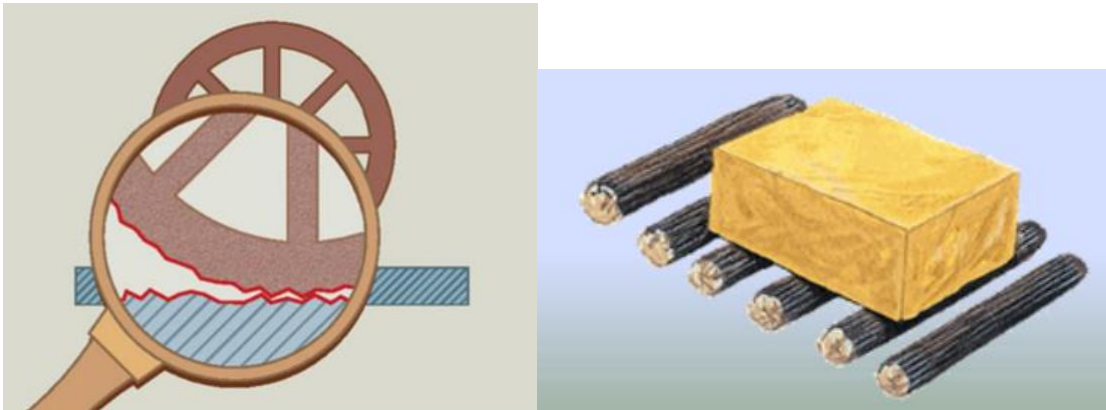
μ : görög „mü” betű, csúszási súrlódási tényező, amely az érintkező felületek minőségét jellemzi, és egy mértékegység nélküli szám



- **Tapadási súrlódás:** A tapadási erő az az erő, amely gátolja a felületen nyugvó test megindulását, ha erre egy húzó erő hat. Jele: \vec{F}_{s0max} $\vec{F}_{s0} = \mu_0 \cdot \vec{F}_{ny}$ (Általában mindig a tapadási erő maximuma érdekel minket, ezért \vec{F}_{s0max} helyett egyszerűen csak \vec{F}_{s0} -val jelöljük.) μ_0 : tapadási tényező
A tapadási tényező nagyobb, mint a súrlódási tényező (több erő kell egy tárgyat elmozdítani, mint mozgásban tartani).

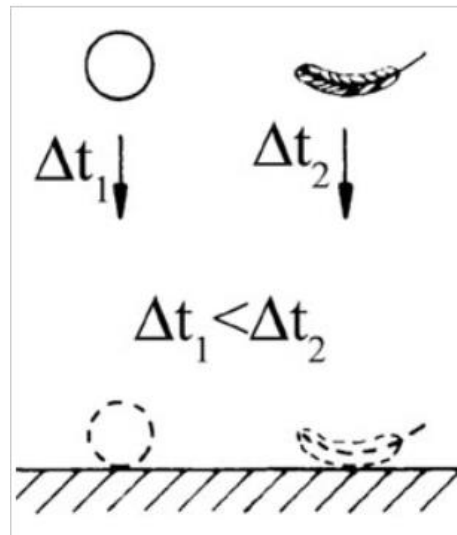
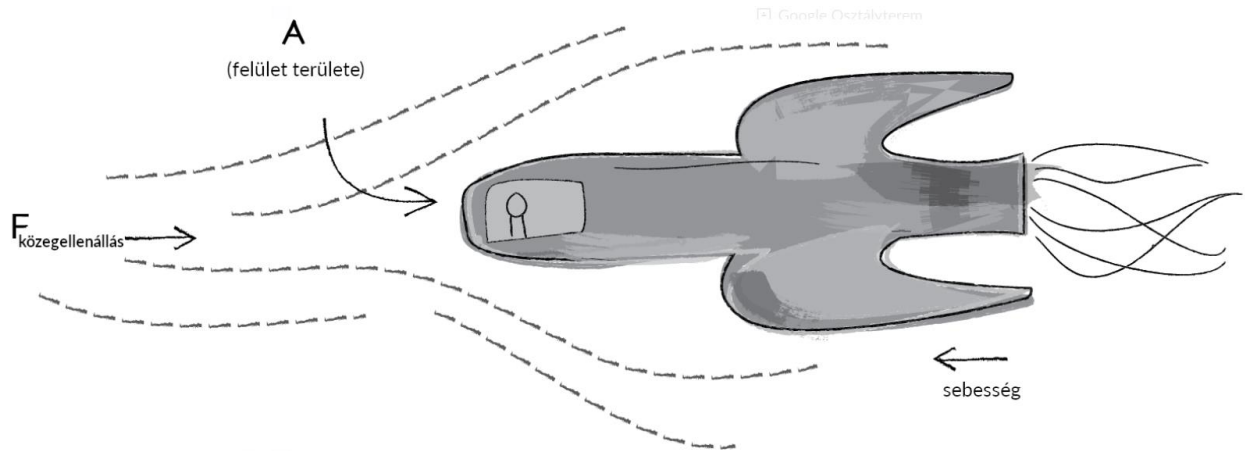


- **Gördülési súrlódás:** A gördülési súrlódási tényező sokkal kisebb, mint a csúszási súrlódási tényező. (Példa: Ahhoz, hogy egy tárgyat hurkapálcikákon vontassunk, kevesebb erőt kell kifejteni, mint hogy az asztalon húzzuk.)



- **Közegellenállási erő:** Az az erőhatás, amelyet a folyadékok, illetve a gázok fejtenek ki a bennük mozgó testekre. A közegellenállási erő a test közeghez viszonyított sebességét csökkenteni igyekszik, vele ellentétes irányú. Jele: \vec{F}_k
A közegellenállási erő egyenesen arányos a sebesség négyzetével és egyenesen arányos a homloklfelület (a mozgásirányra merőleges felület) nagyságával. A közegellenállási erő a testek alakjától is nagymértékben függ (Egy toll több ideig

esik le ugyanolyan magasságból, mint egy labda.). A közegellenállási erő nagysága függ még a közeg sűrűségétől is.

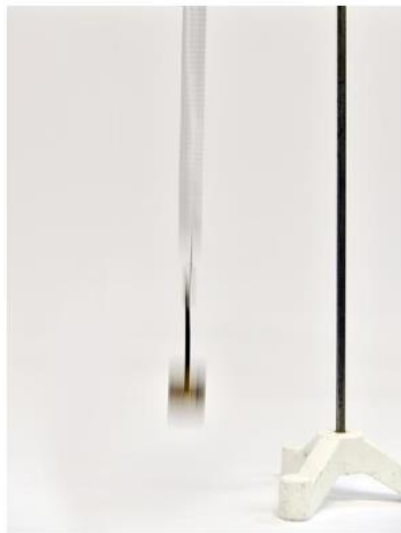
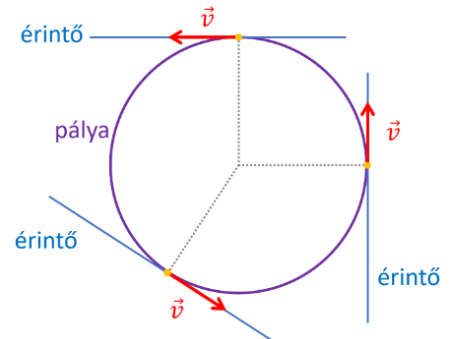


9. Erő mozgásirány változtató hatása, irányváltató mozgások (körmozgás, rezgőmozgás, ingamozgás) -jellemző mennyiségek (periódusidő, rezgésidő, lengésidő, frekvencia)

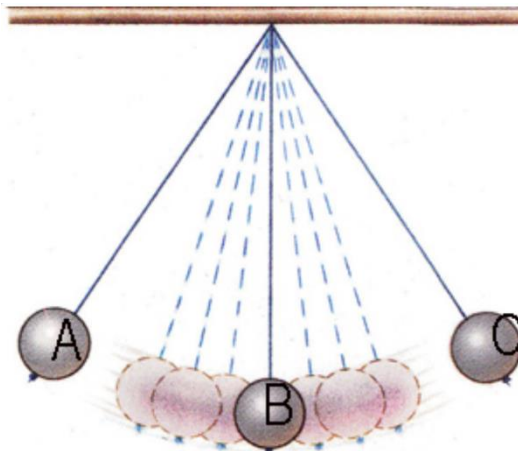
- **Az erő mozgásirány változtató hatása:** Az erőnek mozgásirány változtató hatása is van. Például, ha egy test egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez és a mozgásra merőlegesen egy erő hat, akkor a test mozgásiránya is megváltozik, nem csak a test sebessége.



- **Körmozgás:** Ismétlődő mozgás. A körmozgást minden esetben valamilyen oldalirányú erő biztosítja. Az egyeneses gyorsasággal mozgó körmozdonynál például a körmozgást a sínek oldalirányú erőhatása biztosítja, a sebesség iránya folyamatosan változik. A mozdony lendületének nagysága állandó, de az iránya folyamatosan változik.
- **Periódusidő:** A körmozgást jellemzik vele. Periódusidő: egy teljes kör megtételéhez szükséges idő. Jele: T $[T] = 1s$
- **Rezgőmozgás:** Ismétlődő mozgás. A rugóra akasztott nehezek egyeneses fel-le mozgása például egy rezgőmozgás. A nehezek sebességének nagysága és iránya is folyamatosan változik. A sebessége a legalacsonyabb és a legmagasabb ponton a legkisebb, középen a legnagyobb. A legalacsonyabb és a legmagasabb ponton a test sebességének az iránya ellentétes irányba változik meg. (A lendülete is ugyanígy változik.)



- **Rezgésidő:** A rezgőmozgást jellemzik vele. Megtételéhez szükséges idő. Jele: T [T] = 1s
- **Ingamozgás (lengőmozgás)** Ismétlődő mozgás. A hintázó gyerek mozgása például egy ingamozgás. A gyerek sebességének nagysága folyamatosan változik, a két legmagasabb ponton a legkisebb a sebessége, itt a sebesség iránya is ellentétes irányba változik. A legalacsonyabb ponton a legnagyobb a gyerek sebessége. A lendülete is ugyanígy változik.
- **Lengésidő:** Az ingamozgást jellemzik vele. Lengésidő: Egy teljes oda-vissza lengés ideje. Jele: T [T] = 1s
- **Frekvencia:** 1 s alatt megtett rezgések vagy lengések száma. Jele: f [f] = $\frac{1}{s}$
pl.: $f = 5 \frac{1}{s} \rightarrow 5$ rezgés másodpercenként
 $f = 5\text{Hz} \rightarrow \text{Hertz}$
 $1 \frac{1}{s} = 1\text{Hz}$
- **Fordulatszám:** 1s alatt megtett körök száma. Jele: n [n] = $\frac{1}{s}$
pl.: $n = 5 \frac{1}{s} \rightarrow 5$ kört tesz meg másodpercenként
- **Amplitúdó:** A lengés vagy rezgőmozgás legnagyobb kilendülésének mértéke.

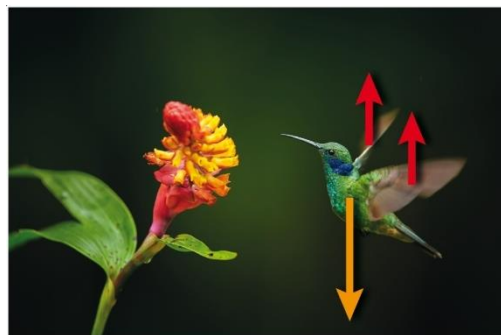


10. Fonálinga lengés idejének függése a kitéréstől, a tömegtől, az ingahossztól

A fonálinga lengésideje nem függ a kitérés mértékétől és az inga tömegétől sem. A lengésidő viszont függ az inga hosszától, a lengésidő négyzete egyenesen arányos az inga hosszával.

11. Egyensúly feltétele pontszerű test esetén

Az egyensúly feltétele pontszerű test esetén az, hogy a testre ható erők kiegyenlítsék egymást. (Nem kell pontszerű test esetén a forgatónyomatékokat figyelembe venni.) Ilyenkor a test vagy nyugalomban van, vagy egyenes vonalban egyenletesen mozog. (Newton I.



törvénye) Példa: A kolibrire hat a Föld tömegvonzása, de szárnyaival csapkodva a levegő mindkét szárnyánál felfelé tolja. Ha a három erő kiegyenlíti egymást, a kolibri egyhelyben marad.

12. Forgatónyomaték fogalma (erőnyomaték)

A forgatónyomaték az erő forgató hatása. Jele: M $M = F \cdot k$

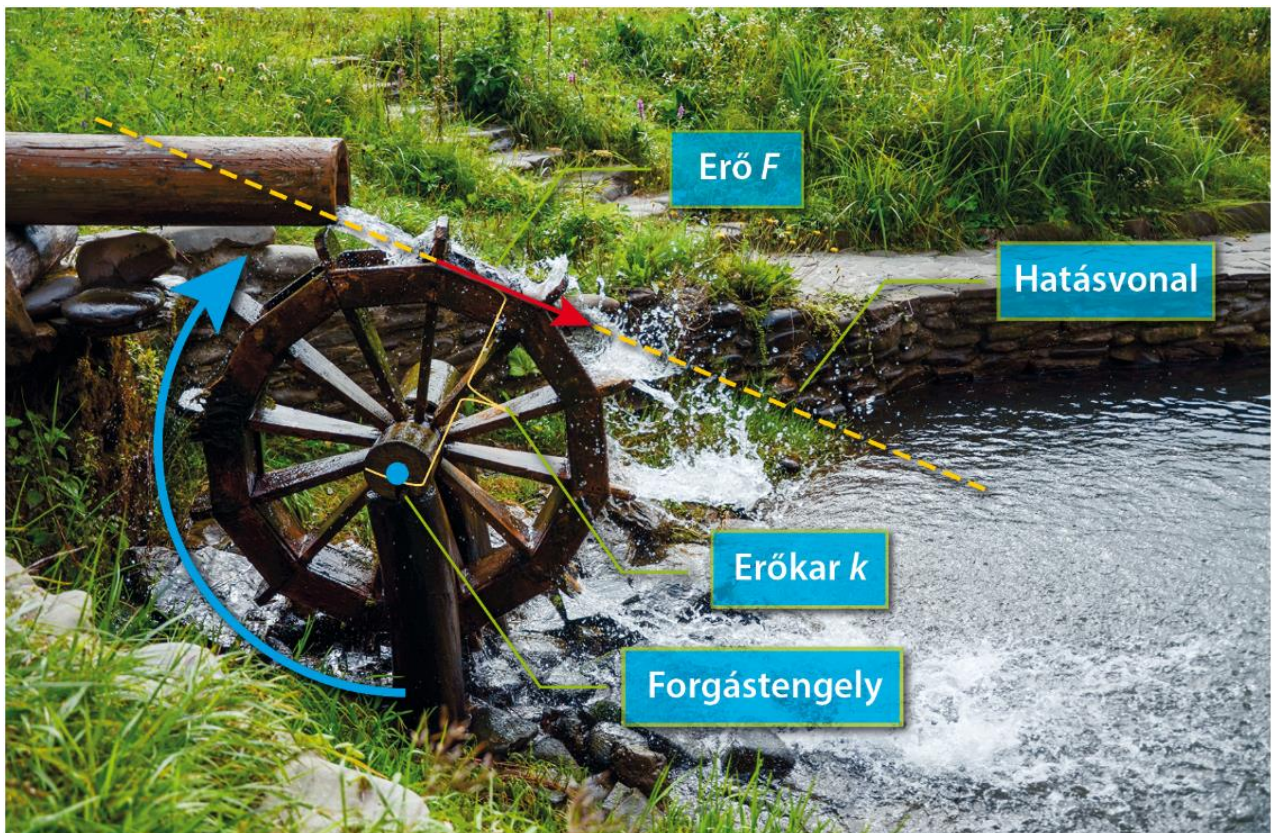
(forgatónyomaték = erőhatás · erőkar) $[M] = 1\text{Ncm}$

k : erőkar, a forgástengely és az erőhatás hatásvonalának a távolsága

Az erő forgató hatása lehet az óramutató járásával megegyező vagy ellentétes.

forgatónyomaték = erő · erőkar

$$M = F \cdot k$$

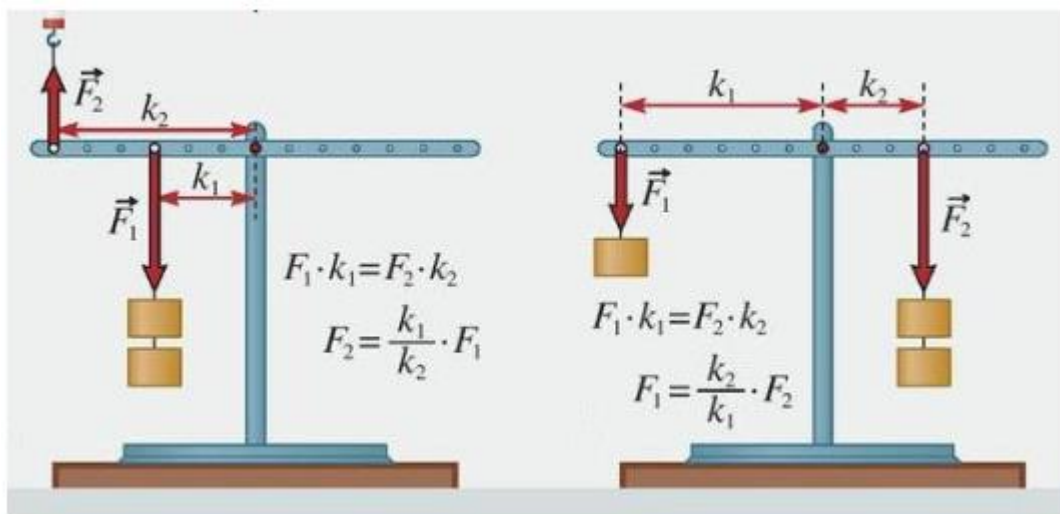


13. Egyensúly feltétele kiterjedt test esetén

Az egyensúly feltétele kiterjedt test esetén az, hogy a testre ható erők és a forgatónyomatékok is kiegyensúlyozzák egymást.

$$M_{\uparrow} = M_{\downarrow}$$

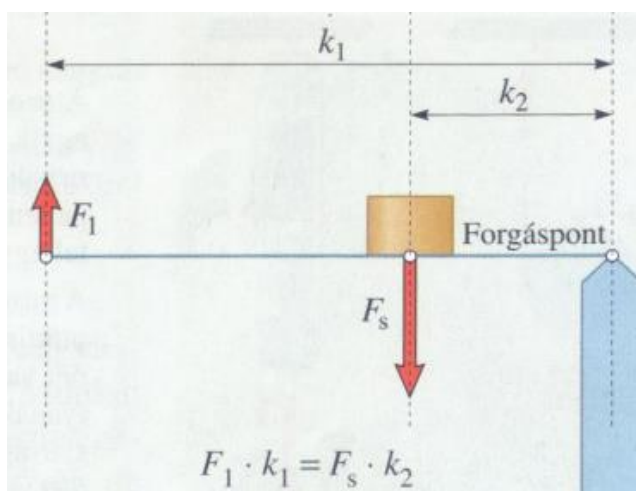
$(F_1 \cdot k_1 = F_2 \cdot k_2)$ Ilyenkor a test nem mozog (vagy a súlypontja egyenes vonalú egyenletes mozgásban van) és nem forog (vagy egyenletesen forog egy tengely körül).



14. Erőátviteli egyszerű gépek ismerete

Az egyszerű gépekkel kedvezőbbé tudjuk tenni az erőhatás irányát, nagyságát, támadáspontjának helyét, vagyis az egyszerű gépek megkönnyítik az ember munkáját. Az egyszerű gépek használatával energiát nem takaríthatunk meg, de ugyanazt a munkát kisebb erővel végezhetjük el.

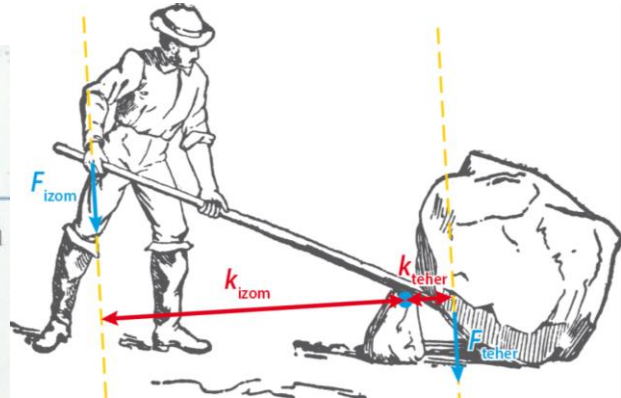
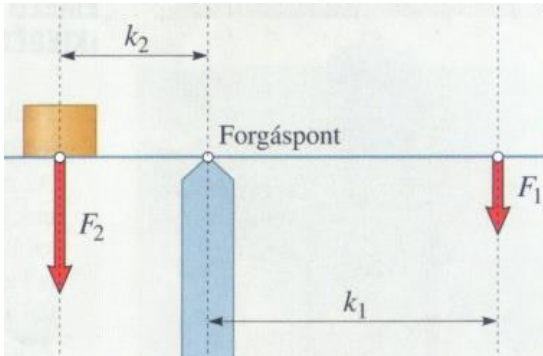
- **Emelő:** Egy tengely körül elforgatható merev rúd.
 - **Egyoldalú emelő:** A forgástengely az emelő egyik végén van (pl.: talicska).



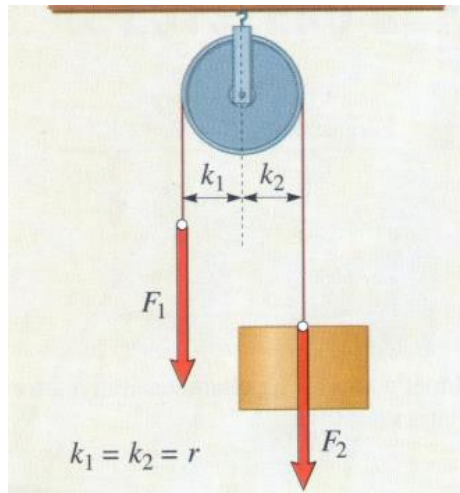
- **Kétoldalú emelő:** A forgástengely az erők támadáspontja között van (pl.: gémeskút).

$$M_{\sigma} = M_{\tau}$$

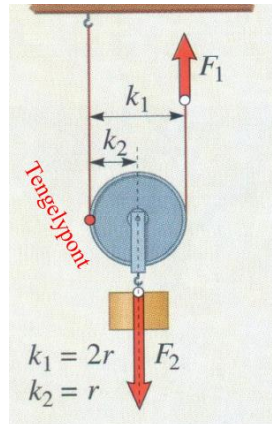
$$F_{\text{izom}} \cdot k_{\text{izom}} = F_{\text{teher}} \cdot k_{\text{teher}}$$



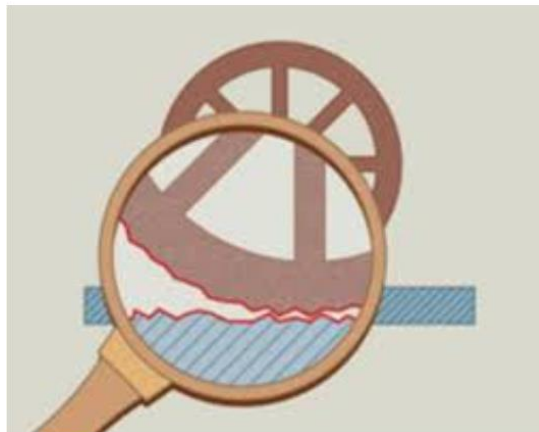
- **Csiga:** Olyan tengelye körül forgatható kerék, amin köté van átvette.
 - **Állócsiga:** Olyan csiga, amelynek tengelye rögzített. Az állócsiga használatával nem csökkenthető az ellensúlyozó erő nagysága, csak az iránya tehető kedvezőbbé.



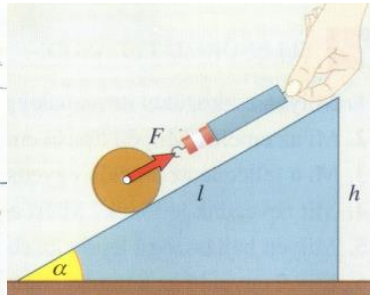
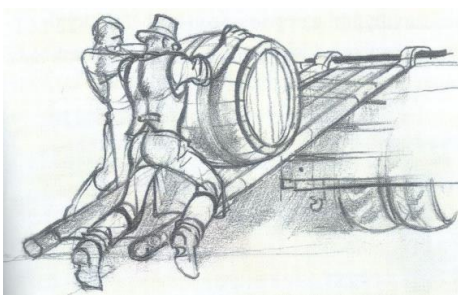
- **Mozgócsiga:** Alulról átvett kötel tartja, amelynek az egyik végét az emelési pont fölött rögzítettek. A mozgócsiga megfelel az ellensúlyozó erő nagyságát.



- **Kerék:** A teher talajhoz való tapadása volt sokszor a nagy terhek elmozdításának a legfőbb akadálya. A kerék ezen segít. (A gördülési súrlódási tényező sokkal kisebb, mint a csúszási és a tapadási tényező.)



- **Lejtő:** A vízszintessel hegyesszöget bezáró síkfelület. A húzóerő annál kisebb, minél kisebb a lejtő meredeksége. (pl.: A hegyre felvezető út nem egyenes, hanem kanyarog, hogy minél kisebb legyen a lejtő meredeksége.)



- **Ék:** Két, lapjával összeerősített lejtő.
- **Csavar:** A csavarszáron körbefutó lejtő.

