

Erők fajtái

Az erőhatást az **erő vektorral** jellemezzük.

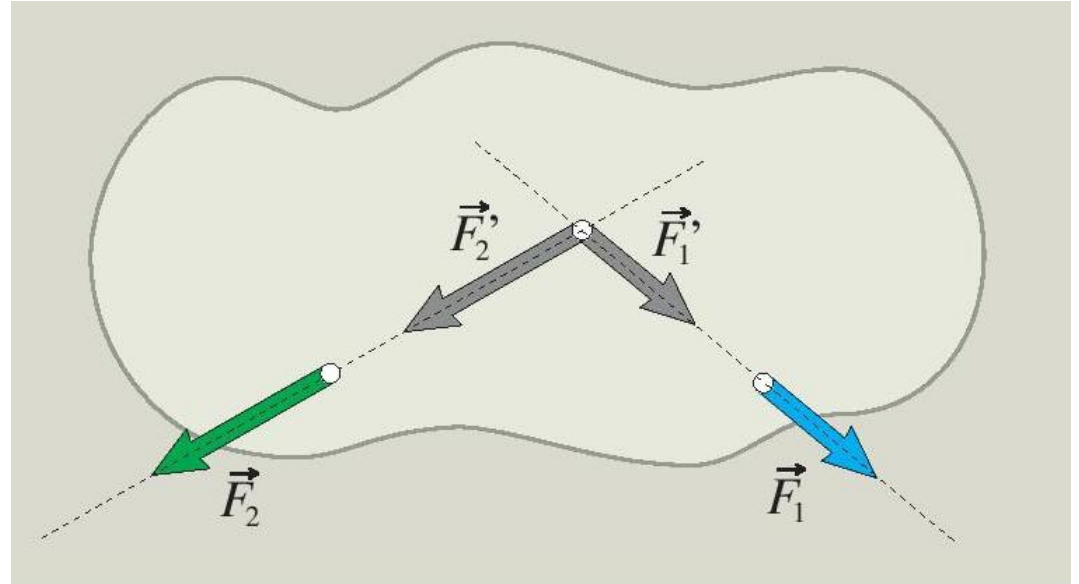
(van nagysága és iránya)

Az erő **támadáspontja** az a pont, ahol az erő a testet éri.

Az erő **hatásvonala** az az egyenes, amely átmegy a támadásponton és az erővektor irányába esik.

Az erő jele: **F** (force),

SI mértékegysége: **N** (Newton)



Az erőhatás támadáspontja áthelyezhető a hatásvonal bármely pontjába

Fajtái:

Irányuk, funkciójuk alapján:

húzóerő, tolóerő, tartóerő, nyomóerő

Rugalmas erő:

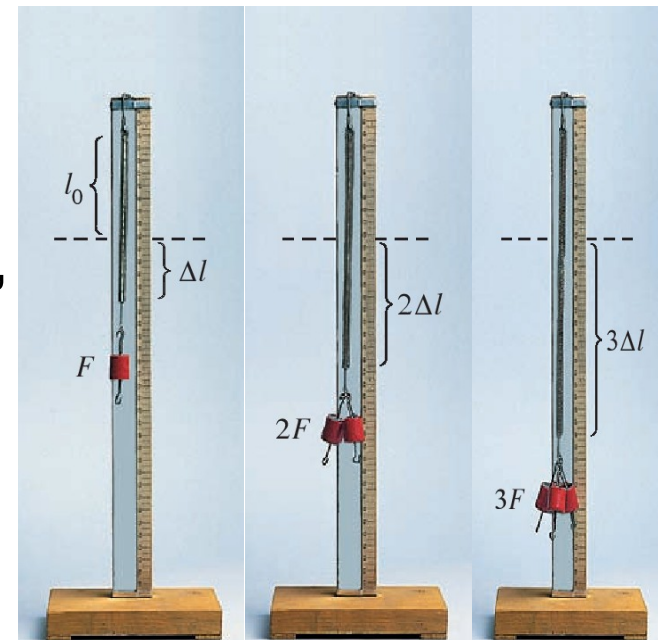
A rugalmas tárgy alakváltozása (pl. rugó megnyúlása) egyenesen arányos a rugalmas erő nagyságával. Ezért lehet pl. a rugót erőmérőnek használni. (rugós erőmérő) A rugalmas tárgy alakváltozásakor benne fellépő rugalmas erő megpróbálja visszatéríteni a tárgyat az eredeti alakjába. Így a rugalmas erő iránya ellentétes az alakváltozás irányával. Pl. a meghúzott rugót visszahúzza, az összenyomott labdát szétnyomja

Példák rugalmas erőre: összenyomódó labda, rugó a kerekek felett, íj, bungee jumping kötéll, rugó a tollban, trambulín, ugródeszka, egérfogó, teniszütő húrozása, flippergolyó kilövő, rugalmas szalag (expander) edzéshez, szélben meghajló fák, rugós óra, körömvágó csipesz,...

Rugalmas erőtvény: $F_r = - D \cdot \Delta l$

Abszolút értékben számolva: $F_r = D \cdot \Delta l$

Azért van a képletben mínusz, mert a megnyúlás ellentétes irányú a rugóerővel. (F a rugalmas erő, Δl a rugó megnyúlása, D a rugóra jellemző állandó: rugóállandó, mértékegysége N/m, N/cm) Annak a rugónak nagyobb a rugóállandója, amelyik erősebb, vagyis nagyobb erő kell ugyanakkora megnyúláshoz.



Tömegvonzás, gravitációs erő, nehézségi erő

Minden két tárgy, tömeg között fellép egy vonzóerő: Ezt nevezik **tömegvonzásnak**, az erőt **gravitációs erőnek**.

Ez az erő nagyobb, ha nagyobb a két tárgy tömege, és ha közelebb vannak egymáshoz, kisebb a távolságuk. (Pl. egy bolygóra a Naphoz közelebb nagyobb gravitációs erő hat, ezért megy ott gyorsabban (Kepler törvényénél tanultuk.))

A tömegek közötti gravitációs vonzóerő kisebb tömegek esetén nagyon kicsi, észrevehetetlen (pl. két szék vonzza egymást).

Csak nagy tömegek esetén jelentős a gravitációs erő, ha pl. legalább az egyik tömeg egy égitest (pl. Nap, Föld, Hold,...)

A Föld a körülötte levő tárgyakat a Föld középpontja felé vonzza. Ezt

a gravitációs erőt kissé módosítja a Föld forgásából származó erő, együttesen nehézségi erőnek nevezik, ami a tárgyakat a Föld középpontja felé húzza. Ha nincs más erő, ami a tárgyra hat, akkor ennek hatására **$g=9,81 \text{ m/s}^2$** gyorsulással esik

szabadon a Föld felé. Newton II. törvénye miatt ($F=m \cdot a$) tehát a tárgyra ható nehézségi erő:

$F = m \cdot g$, ahol az „a” gyorsulást itt g-vel jelöljük, mivel minden tárgynál ugyanannyi. Kerekítve

a Földön a nehézségi és gravitációs erő

1 kg tömegű tárgyra $1 \text{ kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 10 \text{ N}$



Súlyerő, súlytalanság

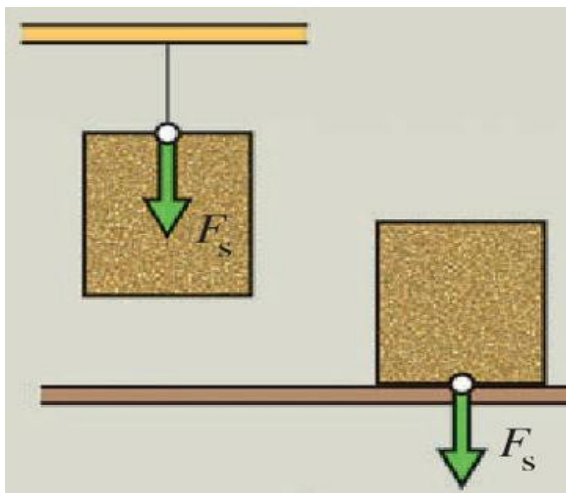
Egy test, tárgy súlya az alátámasztást nyomó, vagy felfüggesztést húzó erő. (A test súlya nem a testre ható erő, hanem az alátámasztásra, vagy felfüggesztésre hat.)

Ha a test lefelé gyorsul, akkor súlya kisebb, ha felfelé gyorsul, akkor nagyobb. (pl. liftben levő ember, zuhanó repülő)

Szabadon eső tárgy súlya nulla, **súlytalan állapotban van.**

(Ha pl. egy alátámasztással (pl. mérleg) együtt esik, nem nyomja azt, a mérleg 0-át mutat.)

Súlyerő rajza:



Nyugalomban levő test súlya egyenlő nagyságú a testre ható gravitációs erő nagyságával: $m \cdot g$
(A képen a gravitációs erő piros, a test súlya zöld, a testet tartó erő kék.)



Súrlódási erő

Csúszási súrlódási erő

A mozgó test, tárgy és a vele érintkező felület között a mozgással ellentétes irányú fékező erő lép fel: **csúszási súrlódási erő**. Ennek oka: a két felület érdes felületén levő kiemelkedések és mélyedések egymásba akadnak.

A csúszási súrlódási erő nagysága egyenesen arányos a két felületet összenyomó erővel. (Vízszintes talajon vízszintesen mozgó tárgynál az összenyomó erő egyenlő a test súlyával.)

Vízszintes talajon egyenletesen mozgó testnél a húzóerő egyenlő a csúszási súrlódási erővel (a testre ható eredő erő = 0)

A súrlódási erő és a nyomóerő aránya a felület érdességére jellemző adat:

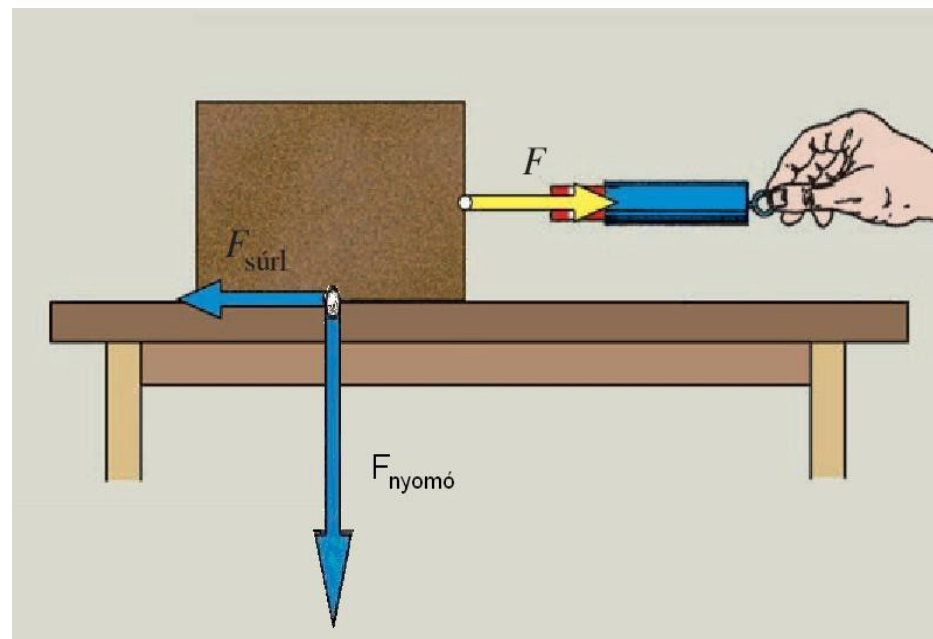
csúszási súrlódási együttható.

Jele: μ (mú, görög betű)

értéke 0 és 1 közötti szám.

$$\mu = \frac{F_{\text{súrl}}}{F_{\text{ny}}}$$

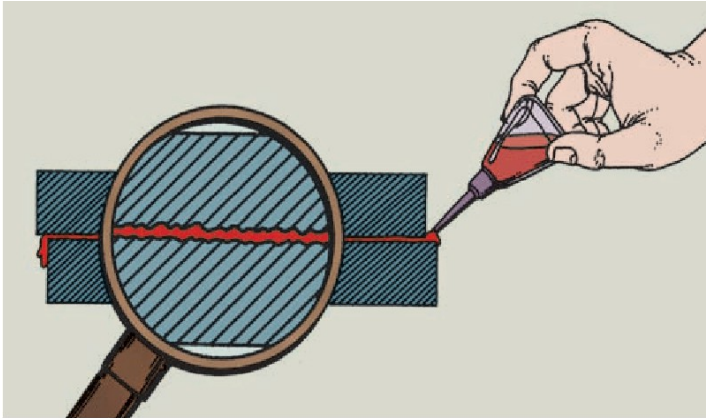
$$F_{\text{súrl}} = \mu \cdot F_{\text{ny}}$$



Példák a csúszási súrlódás csökkentésére: Zsírozás, olajozás (pl. autó motorolaj), csiszolás, jégpálya tisztítása (rolbázás), síléc vaxolás, korcsolya élezés

Példák a csúszási súrlódás növelésére:

Téli gumi, hólánc, utak homokkal szórása, bordázott talpú túracipő, stoplis cipő,...



Tapadási súrlódás

Ha egy nyugalomban levő testet elmozdítani szeretnénk, a test és a vele érintkező felület között fellép a tapadási súrlódási erő. A tapadási súrlódási erő akkora, amekkora a húzóerő, csak ellentétes irányú, így a két erő eredője 0, ezért a test nem mozdul. A tapadási súrlódási erő maximuma az az érték, amikor éppen sikerül elmozdítani a testet.

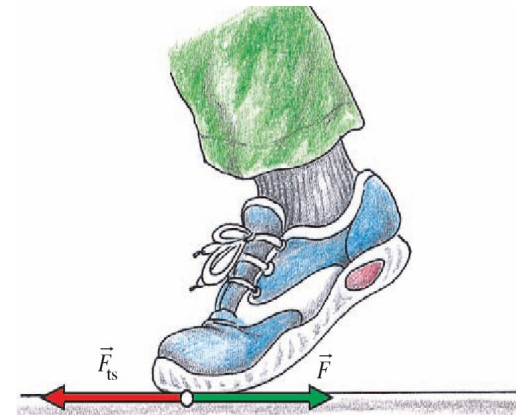
A maximális tapadásra jellemző adat, ami a felületek érdességére jellemző: a **tapadási súrlódási együttható**: μ_0

A tapadási súrlódási erő maximuma is egyenesen arányos a felületeket összenyomó erővel. $F_{tmax} = \mu_0 \cdot F_{nyomó}$

Ugyanolyan felületek között a tapadási súrlódási erő maximuma nagyobb, mint a csúszási (nehezebb valamit megmozdítani, mint csúsztatni, ha már elindult). Pl. emiatt hamarabb lefékeződik az autó, nagyobb erő fékezi, ha a kerék forog (tapad), mintha blokkolva csúszik (blokkolásgátló) $0 < \mu < \mu_0 < 1$

Példák tapadási súrlódásra:

lépés, járművek kerekeinek a talajon haladása, bűtor elmozdítása, dugó az üvegben, szög, ugrásnál elrugaszkodás, kézfék, szövetszálak az összesodrás után tapadnak, nem szakad szét, kupak vagy befőttesüveg nyitó, kalapács feje a nyélen



Gördülési súrlódás

Ha mozgó tárgy esetén a felületek közé kereket, görgőket, golyókat tesznek, a súrlódás sokkal kisebb lesz. A gördülési súrlódási erő sokkal kisebb, mint a csúszási. Felhasználásra példa: kerekek, csapágygolyók

Közegellenállási erő

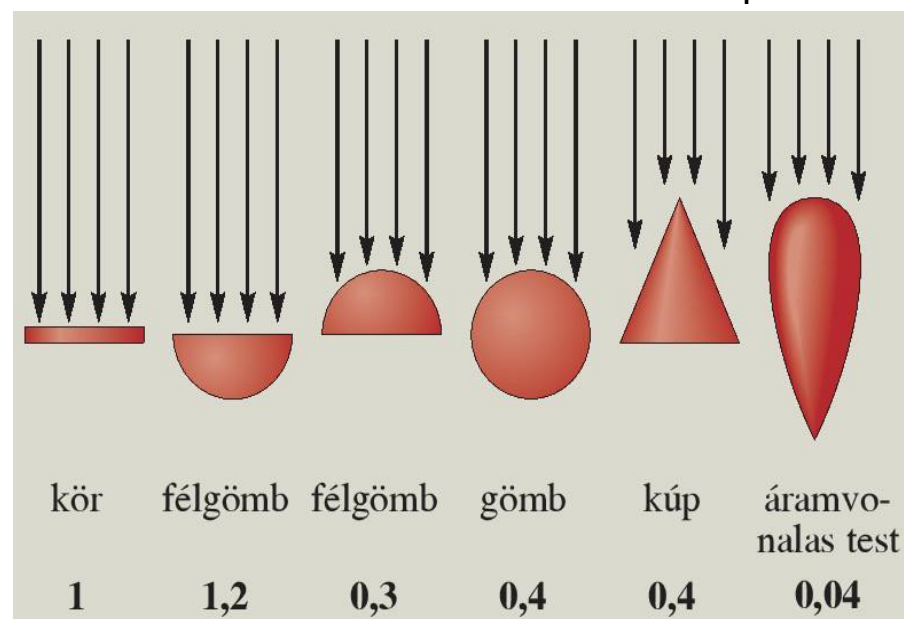
Folyadék vagy légnemű anyagban (közegben) levő tárgy mozgását a közeg részecskéi akadályozzák. Ez az akadályozó erő a közegellenállási erő. (levegő esetén légellenállásnak nevezik)

A közegellenállási erő függ

- a közeg sűrűségétől (nagyobb sűrűségnél nagyobb),
- a mozgó tárgy mozgásirányra merőleges felületének nagyságától (nagyobb felület esetén nagyobb),
- a mozgó tárgy sebességétől (nagyobb seb.-nél nagyobb).
- a mozgó tárgy alakjától (mennyire „áramvonalas”). Erre jellemző szám a tárgy **közegellenállási tényezője**. Jele: c_1



Különböző alakú tárgyak c_1 értéke:
Minél kisebb a c_1 ,
annál kisebb a közegellenállás.



Példák a közegellenállás csökkentésére:

Úszóruha, áramvonalas alakú járművek, sportoló (síelő, kerékpáros) guggoló testhelyzete (kisebb felület), teherautó kabin feletti légterelője

Példák a közegellenállás növelésére:

Repülőgép-anyahajóra leszálló repülő vagy földre leszálló űrhajós kabin fékezése ejtőernyővel. Leszálló repülő szárnyán fékező lapátok kihajtása. Vitorlás hajókon nagyobb és több vitorlavászon kifeszítése. nagyobb ejtőernyő

Példák, amikor a súrlódás vagy a közegellenállás előnyös:

Télen utak, járdák érdesítése homokkal, fékek, sodrott fonál vagy kötél, vitorlás, ejtőernyős, dugó az üvegben

Példák, amikor a súrlódás vagy a közegellenállás hátrányos:

motorban a dugattyú súrlódása a hengerfallal (motorolaj csökkenti), gépek, szerszámok súrlódás miatti felmelegedése (pl. fúró, csiszoló), járművekkel szembeni légellenállás



Centripetális erő – a körmozgáshoz szükséges erő

Ahhoz, hogy egy test, tárgy körpályán mozogjon olyan erőnek kell rá hatnia, körpályán tartania, amelyik a kör középpontjába mutat (pl. parittyát a kötéltartja, kanyarodó autót a súrlódás tartja, Nap körül keringő bolygót a gravitáció tartja körpályán). Ha nem lenne a kör közepe felé mutató erő, akkor a tárgy nem maradna körpályán, kirepülne. (pl. parittyát, kalapácsvetés) Ez az erő a körmozgás centripetális gyorsulásával egyenesen arányos.

Elnevezése: **centripetális erő** jele: F_{cp}

$$F_{cp} = m \cdot a_{cp} = \frac{m \cdot v^2}{r}$$

Newton II. törvénye értelmében:

(v a körpályán mozgó tárgy sebessége, r a kör sugara)

Ha egy **bolygó körül kering egy műhold vagy űrhajó vagy hold**, akkor a körpályához szükséges centripetális erőt a gravitációs erő biztosítja. Ez a bolygó felszínén, vagy a felszínéhez közel: $F_g = m \cdot g$ (g a bolygón a gravitációs gyorsulás, a Földön $9,81 \text{ m/s}^2$, kerekítve 10 m/s^2) Tehát ez esetben: $F_g = F_{cp}$ és $g = a_{cp}$

(Más bolygókon más a gravitációs gyorsulás, a gravitációs erő, és így a bolygó körül körpályán mozgó műhold sebessége is más.)

Egy **kanyarodó autónál** a kör (kanyar) pályán maradáshoz szükséges erőt a súrlódási erő biztosítja, ha ez nem elég nagy (pl. jégen), akkor kicsúszik.

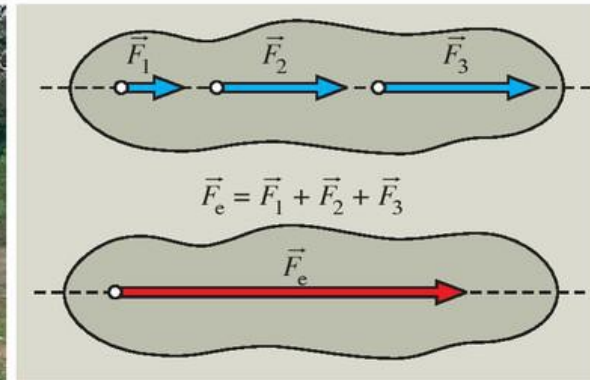
Több erő együttes hatása

Több erő helyettesíthető egy erővel (**eredő erő**), amelynek a hatása megegyezik az egyes erők együttes hatásával.

Közös hatásvonalú egyirányú erők eredője az erők nagyságának összege: Eredő erő: $F = F_1 + F_2 + F_3 + \dots$



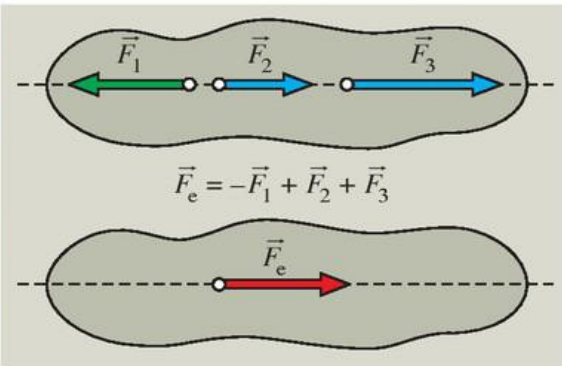
Az egyirányú erők összeadódnak



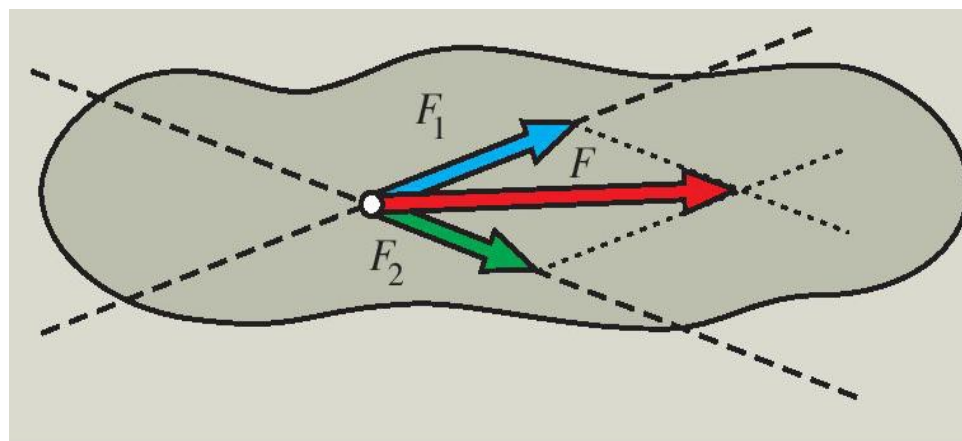
Közös hatásvonalú ellentétes irányú erők eredője az erők nagyságának különbsége: Eredő erő: $F = F_1 - F_2$



Az ellentétes irányú erők eredője az összetevők előjeles összege

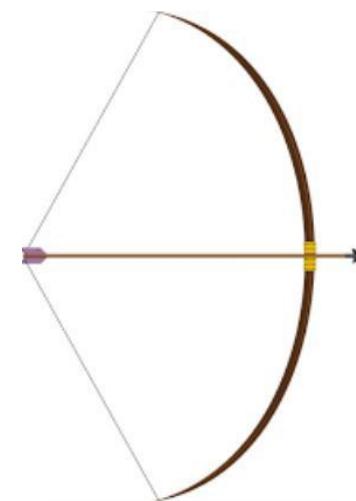


Két egymást metsző hatásvonalú erő eredője megszerkeszhető, mint egy paralelogramma átlója.



Két, egymást metsző hatásvonalú erő eredője a paralelogramma módszerrel megszerkeszhető

Pl. egy csomagot vagy táskát két fülénél fogva két ember cipel egymás mellett, az utca két oldalán álló házak falához kikötött középen lelógó utcai lámpát két erő tartja (a kötéel egyik része balra, másik jobbra mindkettő kissé felfelé), íj kihúzása (az íjász két irányba (két erő) húzza az íj két végét: a húr alsó része és a felső része, ezek különböző irányúak, ezek eredője mutat vízszintesen, ami kilövi a nyílvesszőt.)



Newton I. és II. törvénye több erő esetén is érvényes. Ekkor nem 1 erőre vonatkozik, hanem az erők eredőjére, az eredő erőre.

Több erő esetén tehát a törvények:

Egy test, tárgy akkor van egyensúlyi állapotban, nyugalomban, (vagy egyenes vonalú egyenletesen mozgásállapotban), ha a rá ható erők eredője nulla. Ez **Newton I. törvénye** több erő esetére megfogalmazva.

Példa: Az asztalon álló, nyugalomban levő tárgyra hat lefelé a gravitációs erő, felfelé pedig az asztal által ható ugyanekkora tartó erő. A testre ható két erő ellentétes irányú, az erők eredője 0. Ugyanaz a hatás, mintha az eredeti törvény értelmében nem hatna rá külső hatás, nem hatna rá 1 erő sem.

Newton II. törvénye több erő esetén: $F_{\text{eredő}} = m \cdot a$

A testre ható erők eredője arányos a létrehozott gyorsulással és a test tömegével.

Itt az a módosulás az eddig tanult törvényhez képest, hogy nem 1 erő hozza létre a gyorsulást, hanem az erők eredője, az eredő erő. Vagyis a képletben nem 1 erő, hanem az eredő erő szerepel.