

# **A biofizika fizikai alapjai**

Statika: alakváltozások, erők, mechanikai feszültség,  
nyomás

## Mechanika: Statika és dinamika

**Kinematika:** Mozgások leírása anélkül, hogy a mozgás okát vizsgálná

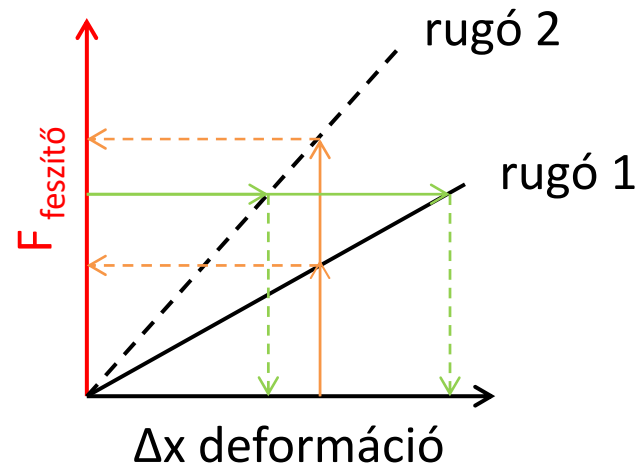
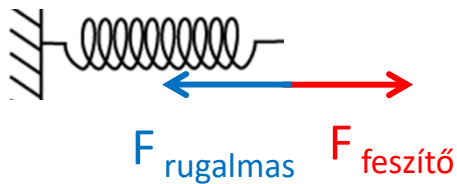
**Statika:** a testre ható erők éppen egyensúlyt tartanak egymással, és a test nyugalomban van

**Egyensúly:** Egy test egyensúlyban van, ha a rá ható **erők eredője**  $\Sigma F = 0$ .  
Ezért a gyorsulása is nulla, tehát vagy egyenes vonal mentén egyenletesen mozog, vagy áll. Ez utóbbi esettel foglalkozik a *statika*.

**Dinamika:** testek között fellépő erők, valamint az erőhatások és a testek mozgásának megváltozása közötti összefüggések  
 $\Sigma F \neq 0$

# Erőtörvények

## I. Rugalmas erő



Két rugó közül erősebb:

- Ugyanakkora  $\Delta x$ -hez nagyobb erő szükséges
- Ugyanakkora erő hatására kisebb a  $\Delta s$



**Hooke törvény:**

$$D = - \frac{\Delta F_{\text{rugalmas}}}{\Delta x}$$

D: rugóállandó [N/m]

– :  $\Delta F$  és  $\Delta x$  ellentétes irányú

11. Egy rugót 20 N erővel húzok. Az egyensúlyi megnyúlás, amely 25 cm. Mekkora a rugó rugóállandója?

10. Tekintsük az Achilles-inat egy egyszerű rugónak, amelynek rugóállandója  $3 \cdot 10^5 \text{ N/m}$ . Mekkora erő szükséges az ín 2 mm-es megnyújtásához?

12. Az ábrán látható rugók mindegyike 10%-kal nyúlik meg, ha ugyanazt a golyót függesztjük fel rájuk. Melyik rugó rendelkezik a legnagyobb rugóállandóval? Vagy mindegyik rugóállandója azonos?



**D**

mind egyforma

# Erőtvörvények

## II. Gravitációs erőtvörvény

$$F_{grav} = f \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r^2}$$

$F_{grav}$ : két test között fellépő gravitációs vonzási erő [N]

$f$ : gravitációs állandó, értéke:  $6,7 \cdot 10^{-11} \left[ \frac{N \cdot m^2}{kg} \right]$

$m_1, m_2$ : testek tömege [kg]

$r$ : távolság [m]

8. Mekkora a gravitációs erő két aszteroida (200 000 t, ill. 300 000 t tömegűek) között, amikor 2 km távolságban elhaladnak egymás mellett?

## Erőtörvények

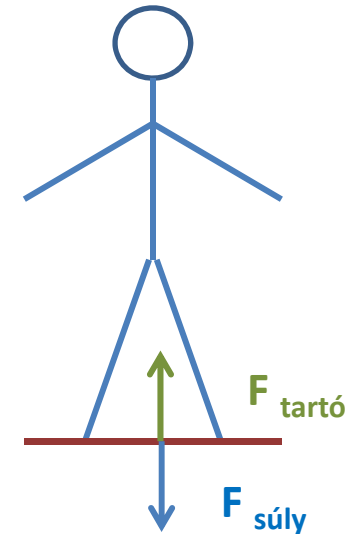
**II/b Nehézségi erő:** az az erő, amely a szabadon eső testeket a Föld felé gyorsítja.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{g}$$

$\vec{F}$ : nehézségi erő [N]

$m$ : test tömege [kg]

$\vec{g}$ : nehézségi gyorsulás, értéke  $9,81 \frac{m}{s^2}$



**II/a Súlyerő:** A súly az az erő, amellyel a test az alátámasztását nyomja, vagy a felfüggesztését húzza

9. Egy 40 kg tömegű homokzsák függ egy kötélén. a) Mekkora nehézségi erő hat a homokzsákra?

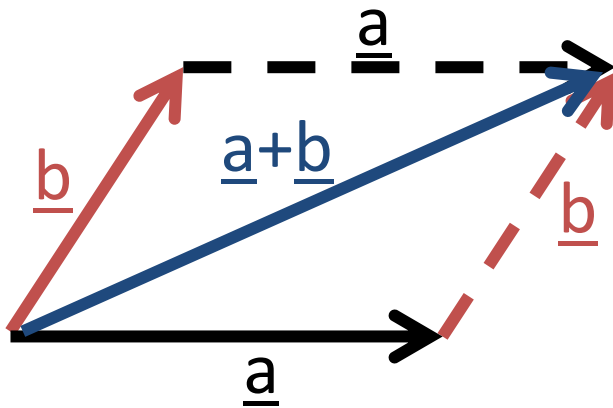
b) Mekkora erővel húzza a homokzsák a kötelet, azaz mekkora a homokzsák súlya?

\* Egy 60 kg-os szabadugró állandó sebességgel esik a föld felé. Mekkora a rá ható nehézségi erő? Mekkora a súlya? Mekkora a tömege?

# Erők vektoriális összegzése

**Egyező hatásvonalú erők eredője:** pl. üveg az asztalon  
pozitív és negatív irányt kiválasztva algebrai úton

**Egymással szöget bezáró erők összegzése:**  
vektorösszeadás, paralelogramma szabály  
több erő esetén erőket párosával összeadjuk, összegzést kapott  
eredőkkel folytatjuk



## Nyomás: felületre merőlegesen ható erő és a felület hányadosa

$$p = \frac{F}{A}$$

$F$ : erő [N]

$A$ : felület ( $m^2$ )

$p$ : nyomás [ $N/m^2 = Pa$ ]

1 bar = 10<sup>5</sup> Pa

1 atm = 1,01·10<sup>5</sup> Pa

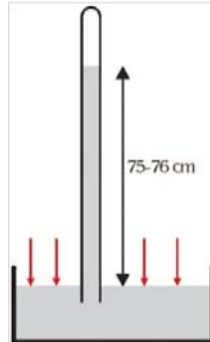
1 Hgmm = 133 Pa.



3. a) Mekkora nyomást fejt ki egy 70 kg tömegű, álló ember a padlóra? (A két talp együttes felületét kb. 200 cm<sup>2</sup>-nek becsülhetjük.)
- b) Mekkora nyomást fejt ki ez az ember korcsolyázás közben a jégre? (A korcsolya élének felületét vegyük 4 cm<sup>2</sup>-nek.)
- c) És ha talp felületét hótalppal 1000 cm<sup>2</sup>-re növeljük?



## 2. Léggöri nyomás



Torricelli-kísérlet

## 3. Parciális nyomás

Amelyet a kérdéses komponens fejtene ki az edény falára, ha ugyanolyan körülmények között egyedül töltene ki a teret.

Pl léggöri nyomás 760 Hgmm, O<sub>2</sub> a levegő 21%-át teszi ki: O<sub>2</sub> parciális nyomása  $760 \text{ Hgmm} \cdot 0,21 = 159 \text{ Hgmm}$

## 4. Gázok nyomása

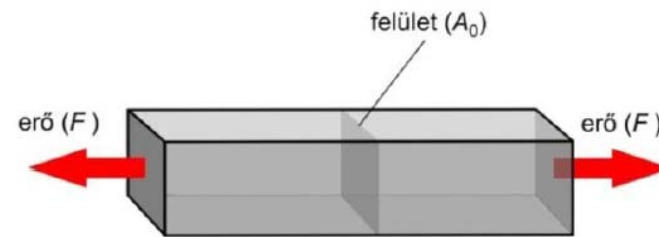
$$p = F/A$$

$$F = \Delta I / \Delta t$$

$$\Delta I = m \cdot \Delta v$$

**Mechanikai feszültség:** szilárd testek deformált állapotában a test belsejében fellépő feszültség

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$



$F$ : erő [N]

$A_0$ : eredeti keresztmetszet ( $m^2$ )

$\sigma$ : mechanikai feszültség [ $N/m^2 = Pa$ ]

# Mechanika- Dinamika és statika

## Newton I: A tehetetlenség törvénye

Minden test nyugalomban marad, vagy egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez mindaddig, amíg ezt az állapotot egy másik test meg nem változtatja

Mozgásállapot leírására szolgál:

- Sebesség
- Lendület

Mozgásállapot megváltozása:

- Gyorsulás
- Erő

***Inerciarendszer:*** Olyan vonatkoztatási rendszer, amelyben teljesül a tehetetlenség törvénye. Pl. induló vonat kívülről nézve. Belső szemlélő (utas) tehetetlenségi erőt mér.



# Lendület, vagy Impulzus

Latin, jelentése: lökés, ösztönzés

Tesiórán egy kislabda és egy medicinlabda talál el minket. Mikor érzünk nagyobb lökést?  
A piros lámpánál egy gyalogos vagy egy futó jön nekünk hátulról. Mikor érzünk nagyobb lökést?

$$\vec{I} = m \cdot \vec{v}$$

m: tömeg, tehetetlenség mértéke  $[kg]$   
 $\vec{v}$ : sebesség (vektormennyiség)  $[m/s]$   
 $\vec{I}$ : impulzus (vektormennyiség, iránya a sebesség irányával egyezik)  
 $[kg \cdot \frac{m}{s}]$

**Lendületmegmaradás törvénye:** Zárt rendszer lendülete nem változhat

(Zárt rendszer: ahol csak a rendszert alkotó testek egymásra gyakorolt hatását kell figyelembe vennünk)

# Erő

A testek mozgásállapot-változtató hatásának mennyiségi jellemzője

## 1. Időegység alatt okozott lendületváltozás

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

$\vec{\Delta I}$ : impulzusváltozás (vektormennyiség) [ $kg \cdot \frac{m}{s}$ ]  
 $\Delta t$ : időegység [ $s$ ]  
 $\vec{F}$ : Erő [ $\frac{kg \cdot \frac{m}{s}}{s} = kg \cdot \frac{m}{s^2} = N$ ]

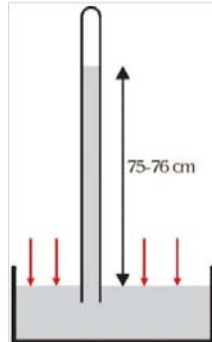
## 2. Newton II (a dinamika alaptörvénye)

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$\vec{a}$ : gyorsulás (vektormennyiség) [ $\frac{m}{s^2}$ ]  
 $m$ : tömeg [ $kg$ ]  
 $\vec{F}$ : Erő [ $kg \cdot \frac{m}{s^2} = N$ ]

Hogy változik a sebesség, lendület, erő a falról visszapattanó labda esetén?

## 2. Léggöri nyomás



Torricelli-kísérlet

## 3. Parciális nyomás

Amelyet a kérdéses komponens fejtene ki az edény falára, ha ugyanolyan körülmények között egyedül töltene ki a teret.

Pl léggöri nyomás 760 Hgmm, O<sub>2</sub> a levegő 21%-át teszi ki: O<sub>2</sub> parciális nyomása  $760 \text{ Hgmm} \cdot 0,21 = 159 \text{ Hgmm}$

## 4. Gázok nyomása

$$p = F/A$$

$$F = \Delta I / \Delta t$$

$$\Delta I = m \cdot \Delta v$$

### Newton III: Hatás-ellenhatás

Két test kölcsönhatása esetén egy erő és egy ellenerő ébred. Ugyanabban a kölcsönhatásban az erő és ellenerő egyensúlyban van, ha:

- Egyenlő nagyságúak
- Közös hatásvonalúak de ellentétes irányúak
- Egyik az egyik, másik a másik testre hat



Egy testre ható két erő egyensúlyban van, ha

- Egyenlő nagyságúak
- Közös hatásvonalúak de ellentétes irányúak
- Ugyanarra a testre hatnak



**Egyensúly:** Egy test egyensúlyban van, ha a rá ható erők eredője  $\Sigma F = 0$ . Ezért a gyorsulása is nulla, tehát vagy egyenes vonal mentén egyenletesen mozog, vagy áll. Ez utóbbi esettel foglalkozik a *statika*.

2. Egy sportautó ( $m = 1500 \text{ kg}$ ) álló helyzetből egyenletesen gyorsulva  $3,1 \text{ s}$  alatt éri el a  $100 \text{ km/h}$ -s sebességet. a) Mekkora gyorsító erő szükséges ehhez? b) Hány méter úton éri el az autó ezt a sebességet?

9. Egy  $40 \text{ kg}$  tömegű homokzsák függ egy kötélén.

c) Mekkora a nehézségi erő, ill. a súly, ha a homokzsák egy liftben függ, amelyik éppen  $2 \text{ m/s}^2$ -es gyorsulással lefelé indul?

4. Egy ejtőernyős ( $m = 70 \text{ kg}$ ) gyorsulását megmérjük az ugrás egy adott pillanatában:  $0,5 \text{ m/s}^2$  nagyságú, iránya lefelé mutat. Milyen és mekkora erők hathatnak az ejtőernyősre ebben a pillanatban?

5. Egy apa álló helyzetből indulva  $5$  másodpercen keresztül állandó  $105 \text{ N}$  nagyságú erővel húzza a szánkót, amelynek tömege kisgyerekével együtt  $25 \text{ kg}$ . A szánkóra még  $15 \text{ N}$  nagyságú súrlódási erő hat. a) Mekkora a szánkó gyorsulása? b) Mekkora sebességet sikerült az  $5 \text{ s}$  alatt elérni? c) Milyen messzire húzta a papa eközben a szánkót?



6. Egy ember állandó sebességgel húz egy szánkót ( $m = 20 \text{ kg}$ ). Hirtelen elszakad a köté. A szánkó egyenletesen lassulva, de tovább csúszik még  $9,2 \text{ m}$ -t. Ez  $6,1$  másodpercig tart. a) Mekkora a szánkó sebessége a szakadás pillanatában? b) Mekkora a szánkó gyorsulása (azaz lassulása)? c) Mekkora a szánkót lefékező súrlódási erő?

13. Az ábrákon egy-egy erő időbeli változását látjuk:

- a) Egy labdát fölfelé dobtunk. Melyik ábra adja meg helyesen a labdára ható nehézségi erő időbeli változását?
- b) Egy rugót nagyon lassan és egyenletesen nyomunk össze. Melyik ábra adja meg helyesen a rugóerő időbeli változását?
- c) Egy labda szabadon esik lefelé. Melyik ábra adja meg helyesen a labda súlyának időbeli változását?

