

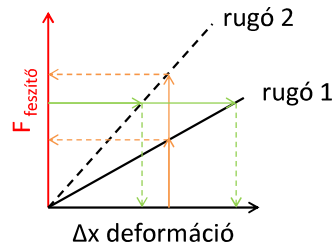
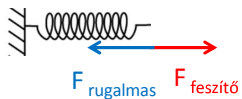
A biofizika fizikai alapjai

Statika: alakváltozások, erők, mechanikai feszültség, nyomás

Feller Tímea 2019.09.16.
feller.timea@med.semmelweis-univ.hu

Erőtörvények

I. Rugalmas erő



Két rugó közül erősebb:

- Ugyanakkora Δx -hez nagyobb erő szükséges
- Ugyanakkora erő hatására kisebb a Δs

Hooke törvény:

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

D: rugóállandó [N/m]

– : ΔF és Δx ellentétes irányú

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

Mechanika: Statika és dinamika

Kinematika: Mozgások leírása anélkül, hogy a mozgás okát vizsgálná

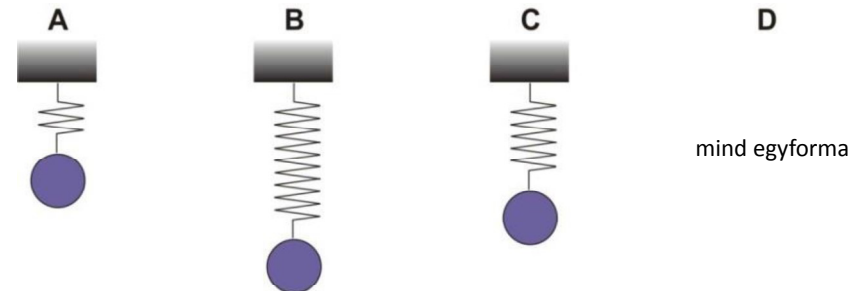
Statika: a testre ható erők éppen egyensúlyt tartanak egymással, és a test nyugalomban van

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 $\Sigma F \neq 0$

10. Tekintsük az Achilles-ínat egy egyszerű rugónak, amelynek rugóállandója $3 \cdot 10^5$ 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?



Erőtörvények

II. Gravitációs erőitörvény

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

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?

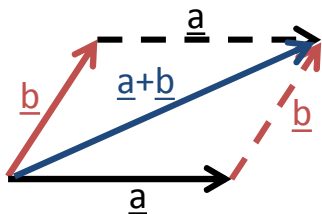
Erők vektoriális összegzése

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

Egymással szöget bezáró erők összegzése:

vektorösszegzés, paralelogramma szabály

több erő esetén erőket párosával összeadjuk, összegzést kapott eredőkkel folytatjuk



Erőtörvények

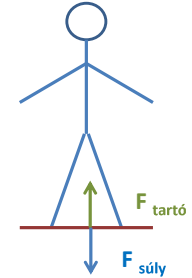
II/b Nehézségi erő: az az erő, amely a szabadon eső testeket a Föld felé gyorsítja.

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

\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 kótélen. a) Mekkora nehézségi erő hat a homokzsákra?

b) Mekkora erővel húzza a homokzsák a kótélet, 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?

Nyomás: felületre merőlegesen ható erő

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

F : erő [N]

A : felület (m^2)

p : nyomás [$N/m^2 = Pa$]

1 bar = 105 Pa

1 atm = $1,01 \cdot 10^5$ Pa

1 Hgmm = 133 Pa.

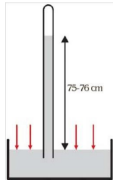


3. a) Mekkora nyomást fejt ki egy 70 kg tömegű, álló ember a padlóra? (A két talp együttes felületét kb. 200 cm^2 -nek becsülhetjük.)

b) Mekkora nyomást fejt ki ez az ember korcsolyázás közben a jégre? (A korcsolya élének felületét vegyük 4 cm^2 -nek.)

c) És ha talp felületét hótalppal 1000 cm^2 -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, O₂ a levegő 21%-át teszi ki: O₂ parciális nyomása 760 Hgmm·0,21=159 Hgmm

4. Gázok nyomása

$$p = F / A$$

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

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

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:

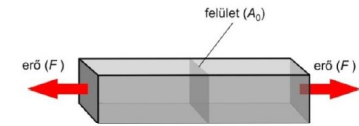
- Gyorsulás
- Erő

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



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)

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

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) [$kg \cdot \frac{m}{s}$]
 Δt : időegység [s]
 \vec{F} : Erő [$\frac{kg \cdot m}{s^2} = kg \cdot \frac{m}{s^2} = N$]

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?

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



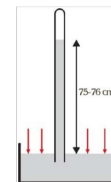
Egy testre ható két erő egyensúlyban van, ha

- 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. Léggöri nyomás



Torricelli-kísérlet

3. Parciális nyomás

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

Pl léggöri nyomás 760 Hgmm, O₂ a levegő 21%-át teszi ki: O₂ parciális nyomása 760 Hgmm · 0,21 = 159 Hgmm

4. Gázok nyomása

$$p = F/A$$

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

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

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

9. Egy 40 kg tömegű homokzsák függ egy kötélén.

c) Mekkora a nehézségi erő, ill. a súly, ha a homokzsák egy liftben függ, amelyik éppen 2 m/s²-es gyorsulással lefelé indul?

4. Egy ejtőernyős ($m = 70 \text{ kg}$) gyorsulását megmérjük az ugrás egy adott pillanatában: 0,5 m/s² 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 N nagyságú erővel húzza a szánkót, amelynek tömege kisgyerekével együtt 25 kg. A szánkóra még 15 N nagyságú súrlódási erő hat. a) Mekkora a szánkó gyorsulása? b) Mekkora sebességet sikerült az 5 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?

