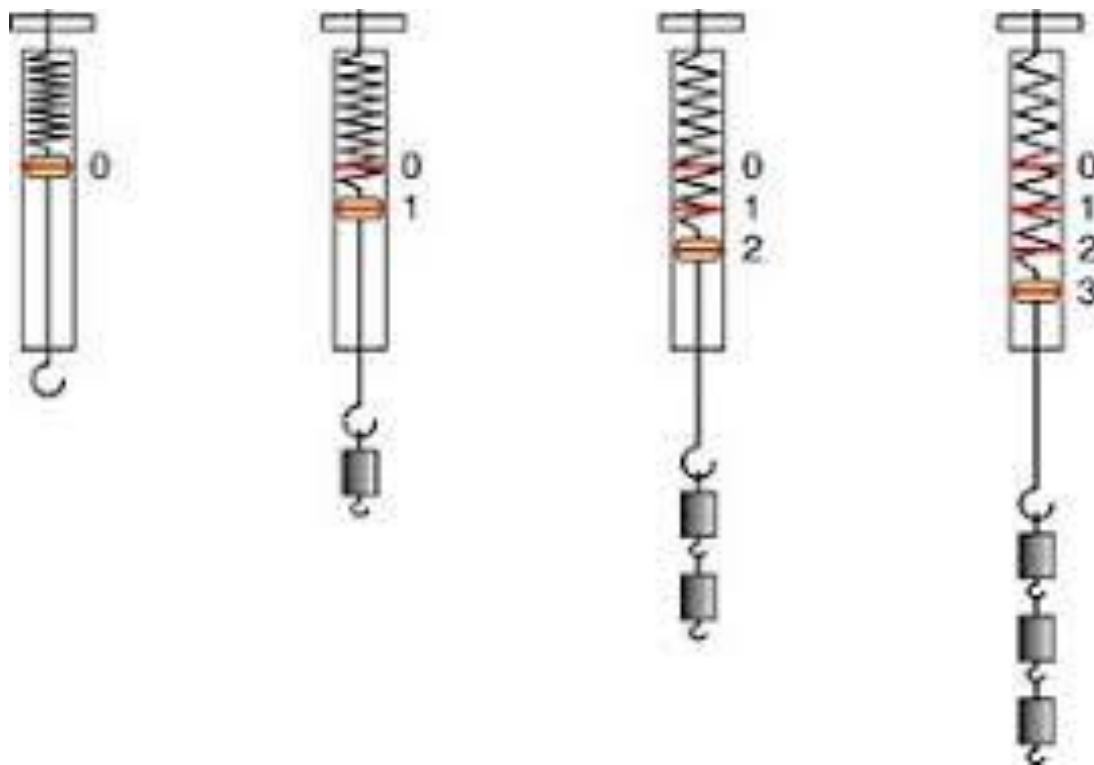


GYTK : A biofizika fizikai alapjai

Dinamika, munka, energia

Schay G.

Dinamika és statika

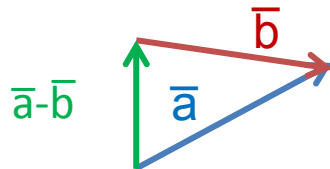
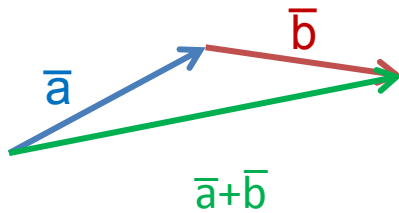


Mikor dinamika, és mikor statika?

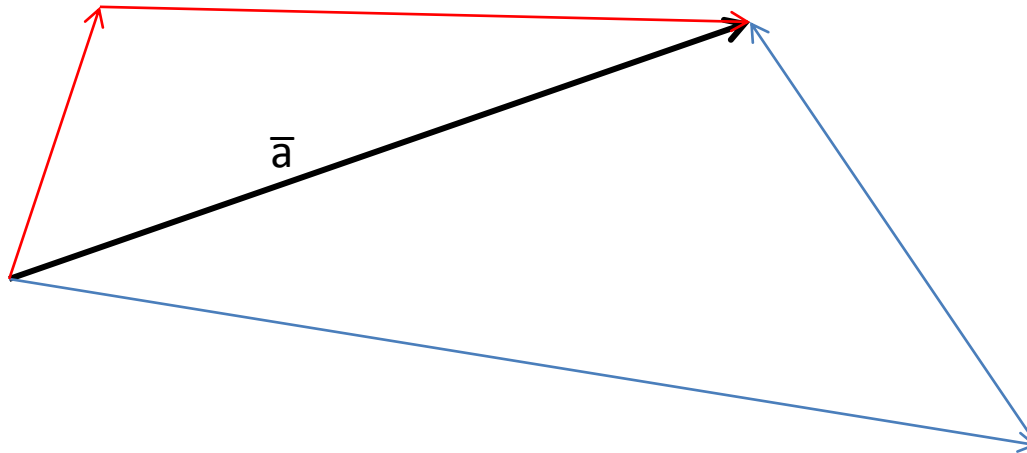
Erő: Ez az ami egy kölcsönhatást jellemez.

VEKTOR: nagysága ÉS iránya van.

Vektoralgebra: számolási szabályok vektorokkal:



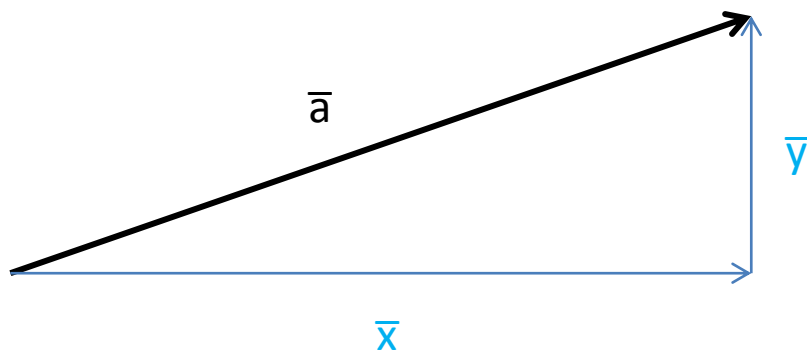
Az algebra lehetőséget ad a vektorok FELBONTÁSÁRA is!
(pont úgy mint a számoknál: $10=3+7$ vagy $10=4+6$, stb)



Mivel a NAGYSÁG és az IRÁNY is tetszés szerint kombinálható, végtelen lehetőségünk van.

Azt választjuk mindig ami kényelmessé teszi a további munkát ☺

Például két merőleges irányúra bontunk fel:
A merőleges irányok ugyanis egymástól FÜGGETLENEK, ez jó!
Így egyszerre csak egy iránnyal kell foglalkoznunk, ami könnyítés.



Bármilyen vektorokkal számolunk működik a felbontással.

Dinamika: a testek **mozgásával** foglalkozunk

Itt is sokminden vektor:

pozíció (\mathbf{r}) : vektor az adott koordinátarendszer (pl. Inerciarendszer) 0 pontjából a vizsgált pontba mutató vektor.
(persze hogy jó ha felbontjuk pl. x,y,z irányokra)

sebesség (\mathbf{v}): a pozíció megváltozása adott idő alatt. $v = \frac{\Delta r}{\Delta t}$

gyorsulás (\mathbf{a}): a sebesség megváltozása adott idő alatt. $a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

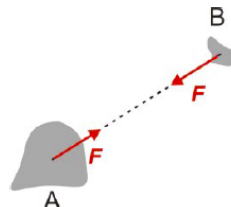
Newton törvények:

I : ha $a=0$ akkor a ható erők összege is 0, mivel az erő adja a mozgás megváltozását.

(Minden test nyugalomban marad, vagy egyenes vonal mentén egyenletesen mozog mindaddig, amíg más test ennek megváltoztatására nem kényszeríti.)

II: $\sum F = m * a$

III: erő-ellenerő



MUNKA

def: Munkavégzés történik HA egy erő egy tömegpont mozgásállapotát az erő irányával párhuzamosan megváltoztatja.

(Coriolis 1826, bányák szivattyúzása gőzgéppel, mennyi vödör vizet lehet kivenni)

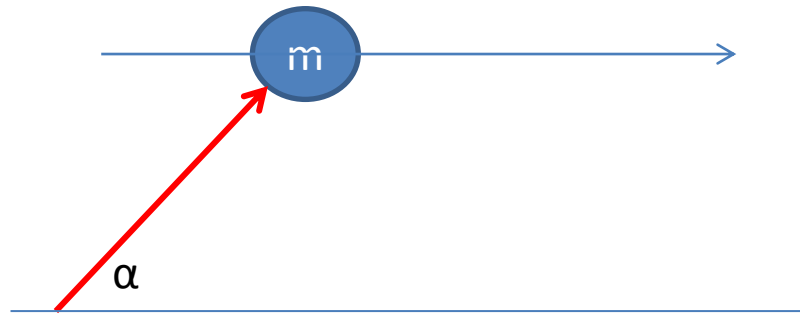


Ha az erő párhuzamos a mozgás megváltozásának irányával, akkor

$$\Delta W = F * \Delta r$$

Vagy szokásosan $W = F * s$ jelöléssel.

Ha nem párhuzamosak, akkor csak a párhuzamos része számít az erőnek.

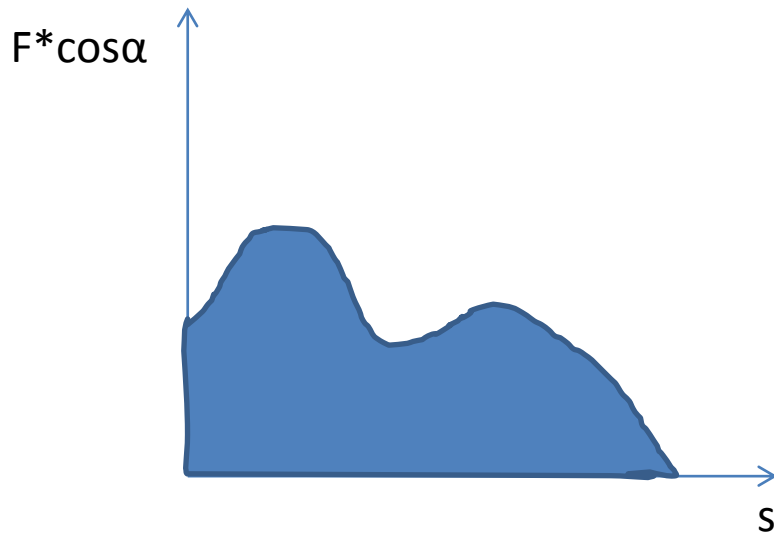


$$W = F \cdot s \cdot \cos(\alpha)$$

Mértékegység:

$$[W] = [F] \cdot [s] = \text{N} \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2 \cdot \text{m} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 / \text{s}^2 = \text{Joule (J)}$$

Ha az erő változó, akkor kis darabokban kell számolni és összeadni.



Ami a grafikon alatti területtel azonos

TELJESÍTMÉNY:

Def: időegység alatt végzett munka.

$$P = \frac{\Delta W}{\Delta t}$$

Mértékegység: J/s = Watt.

ENERGIA:

Def. Energia olyan, az objektumhoz rendelt konzervált mennyiség aminek a megváltoztatása munkavégzéssel (vagy hőátadással) lehetséges.

Tehát: $\Delta E = W$

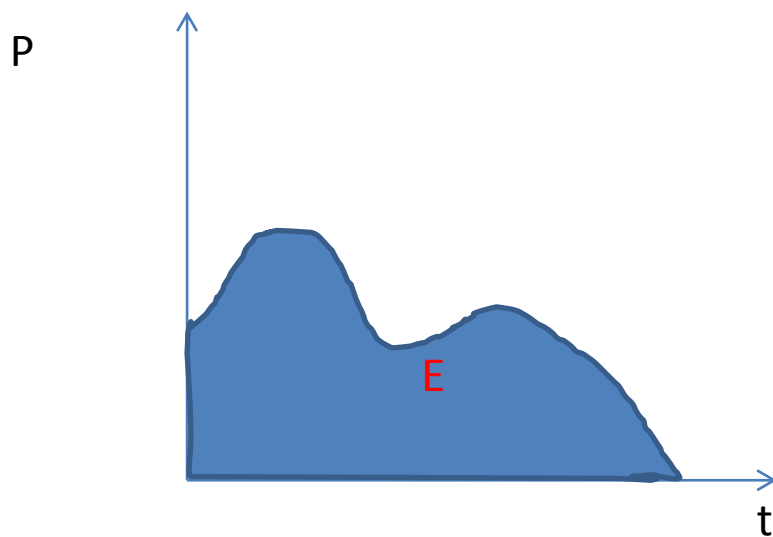
Mire jó ez?

Az energia konzervált mennyiség, azaz MEGMARADÁSI tétel érvényes rá:

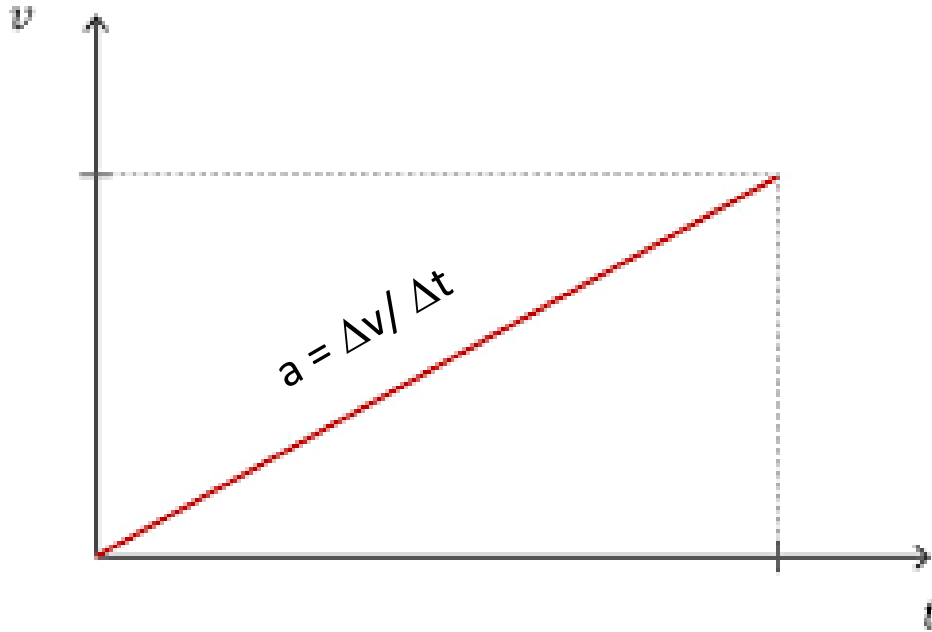
Pl. Erő-ellenerő törvényéből következően ha két test kölcsönhat akkor ott energiacsere történhet, DE a két test energiájának összege állandó marad!

Teljesítmény ezzel is kifejezhető: $P = \Delta E / \Delta t$

Mivel itt is változásról van szó, a görbe alatti terület ötlete itt is működik:



Mozgási energia:



Indítsunk egy testet álló helyzetből.

$F = m \cdot a$, de $v_0 = 0$.

A megtett út: $s = v_{\text{átlag}} \cdot t$

A rajzból: $v_{\text{átlag}} = v/2$ minden időpontban

Azaz $s = v/2 \cdot t$

Másrészt $a = v/t$, mivel egyenletesen gyorsul.

De $W = F \cdot s = m \cdot a \cdot s = m \cdot (v/t) \cdot (v/2 \cdot t)$

Tehát

$$W = \Delta E_{\text{mozg}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Megjegyzés: a rajzból persze s a görbe alatti terület is.

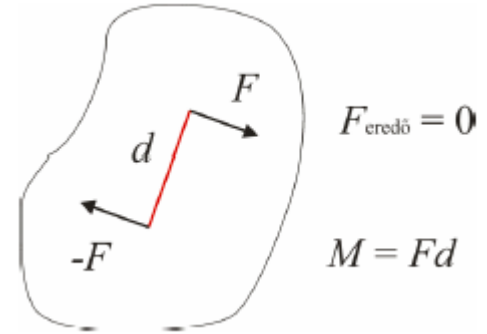
Forgómozgás esetén a helyzet nagyon hasonló:

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t} = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f \quad \text{Szögsebesség (sebesség helyett)}$$

$$\frac{\Delta\Theta\omega}{\Delta t} = M$$

Forgatónyomaték (M) (erő helyett),
Newton :a forgás megváltozásához
forgatónyomaték kell.

Ha $M=0$ akkor ω (avagy $\Theta*\omega$, $m*v$
mintájára) állandó.



$$E_{\text{forg}} = \frac{1}{2} \theta \omega^2$$

Bizonyítás ugyanúgy megy, csak szögsebesség idő grafikonnal...

Helyzeti avagy potenciális energia:

Konzervatív erőterben a testen végzett munka csak a test kiindulási és végpozíciójától függ.

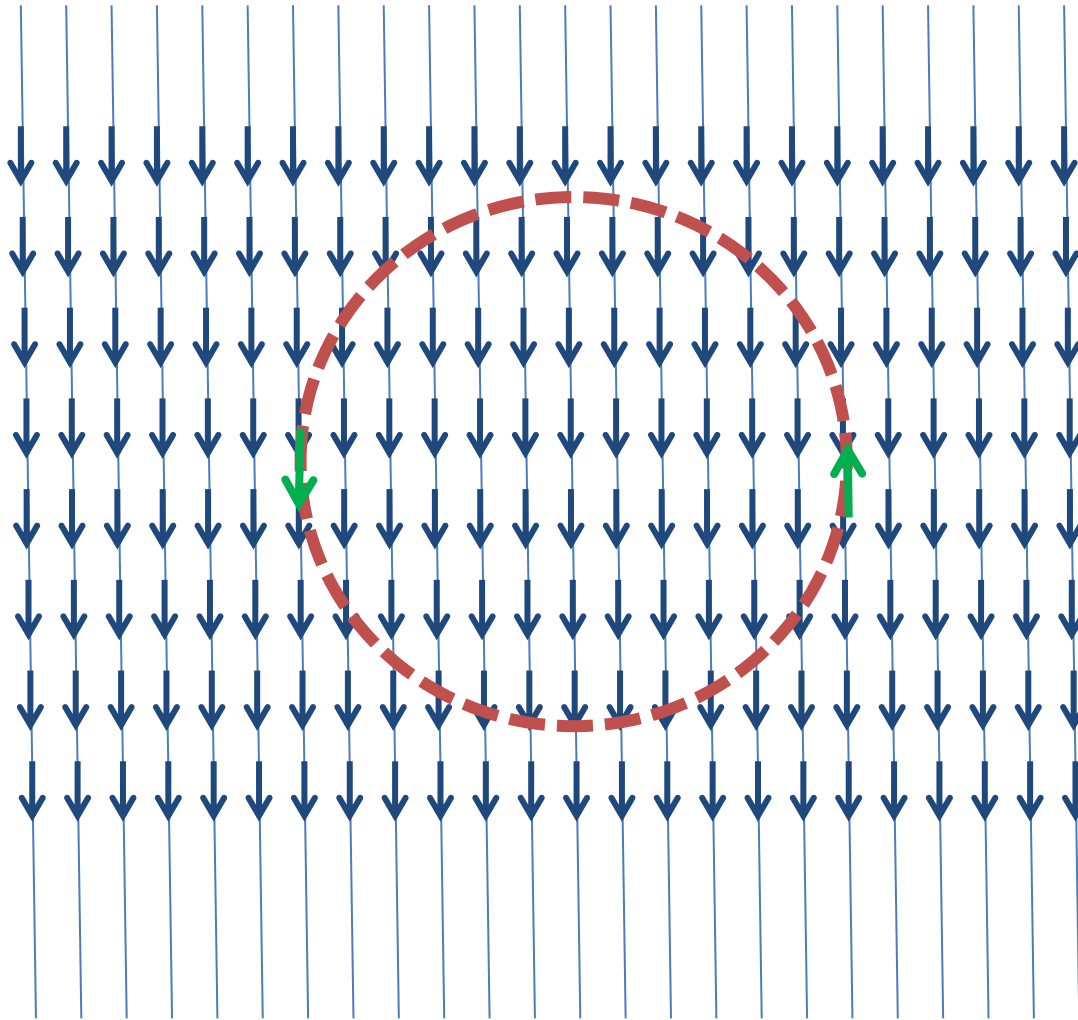
Ebben az esetben érdemes definiálni a potenciális energiát mint egy, a helyhez kötött mennyiséget. Ennek segítségével a munka egyszerűen megadható mint a két pont közötti energiakülönbség, és nincs szükség az útvonal mentén végig kis lépésekben összeadni az elemi kis munkavégzéseket.

Erőter: olyan erő jelenléte, amely a pozíció függvényében a tér bármely pontjára megadható. Pl. Gravitáció, elektromos vonzó vagy taszító erő, stb.

Potenciális energia: Az az energia ami munkavégzésre használható, ha a test az erőterben a 0-pont fele mozog. A 0-pont tetszőlegesen bárhol felvehető, pozitív energiájú a test ha a 0-pont felé mozogva energiát tud leadni.

Gravitáció : konzervatív erőter.

Ellenőrzés egyszerű: zárt pályán a munka összege 0

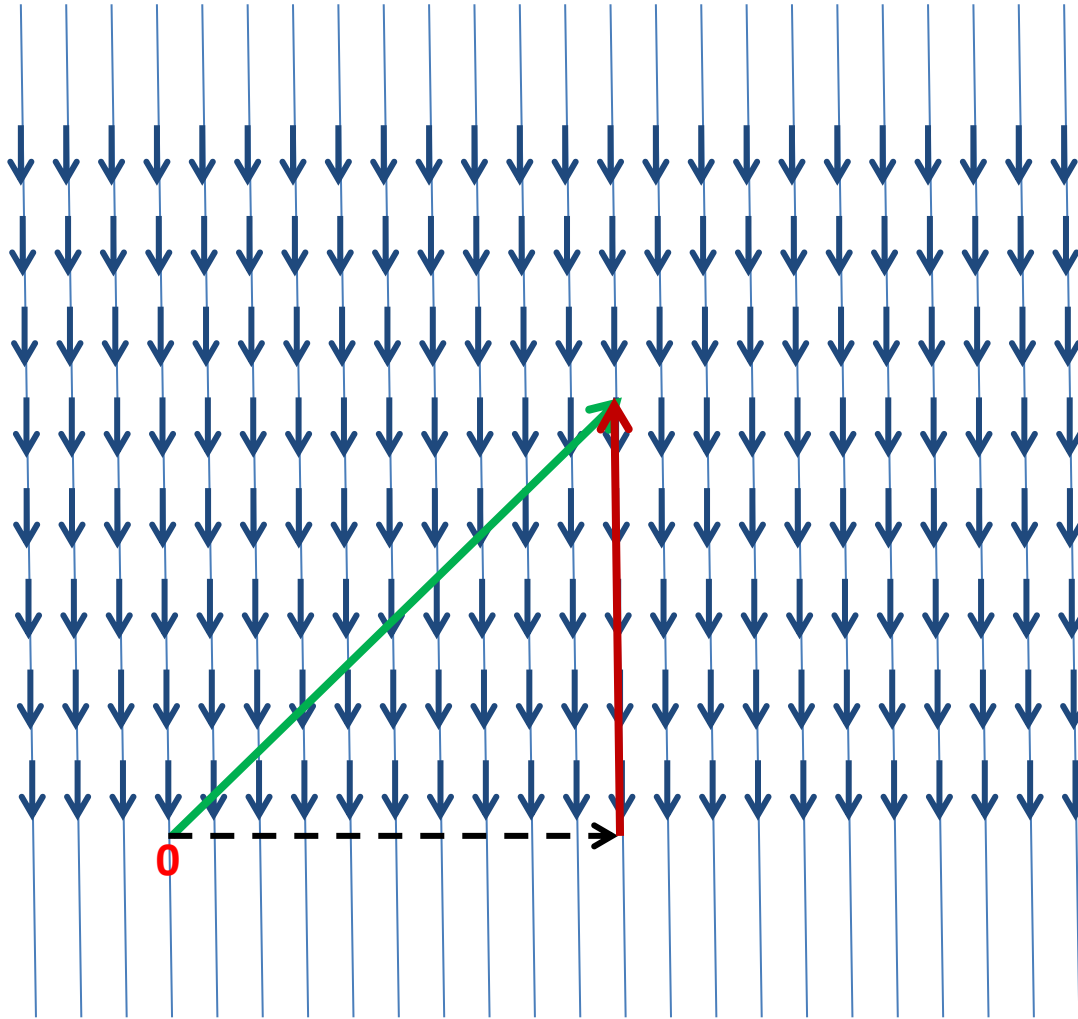


$$\vec{G} = m \cdot \vec{g}$$

Páronként vannak ellentétes tagok mindenhol a $W = F \cdot s$ összegzésben...

Ha valahol kijelölünk egy 0 pontot, akkor onnan számolva a potenciális energia egyértelműen megadható.

$$\bar{G} = m \cdot \bar{g}$$



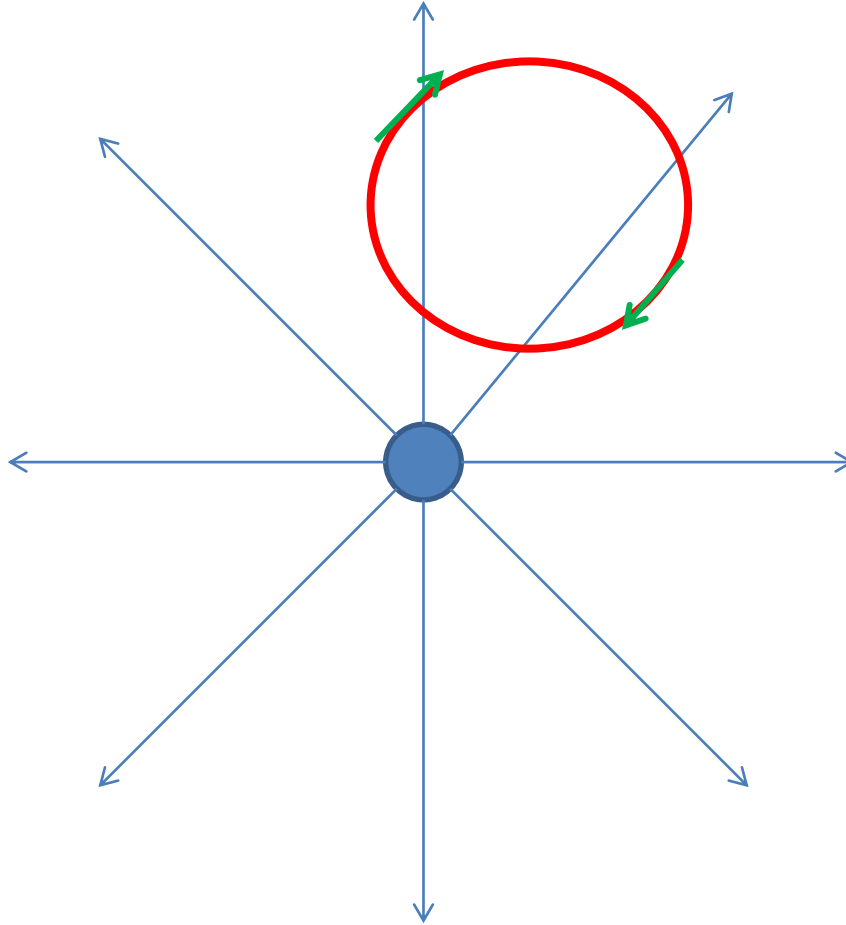
$$E_{\text{pot}} = G \cdot h = m \cdot g \cdot h$$

HA
párhuzamosan
haladok az
erővonalakkal, de
szemben az
erővel.

**Csak a
párhuzamos
összetevő
számít**

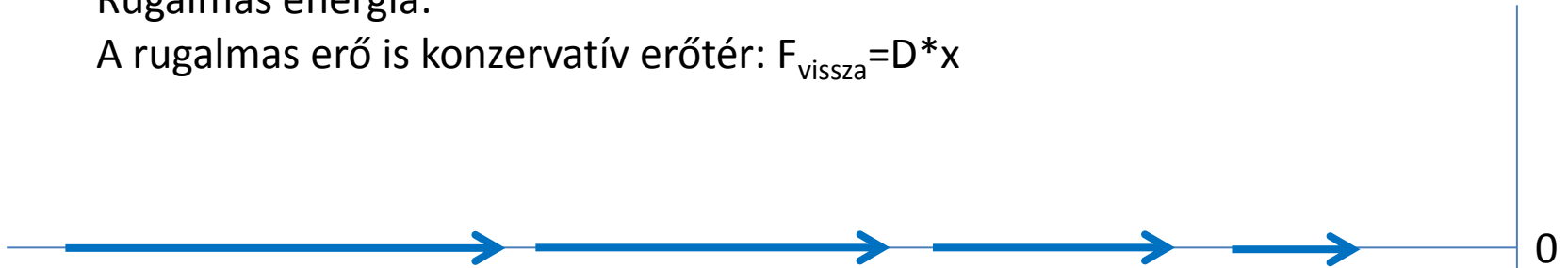
A felbontogatás persze segít 😊

Elektromos potenciál: ez is potenciális energia, mivel az erőter itt is konzervatív.

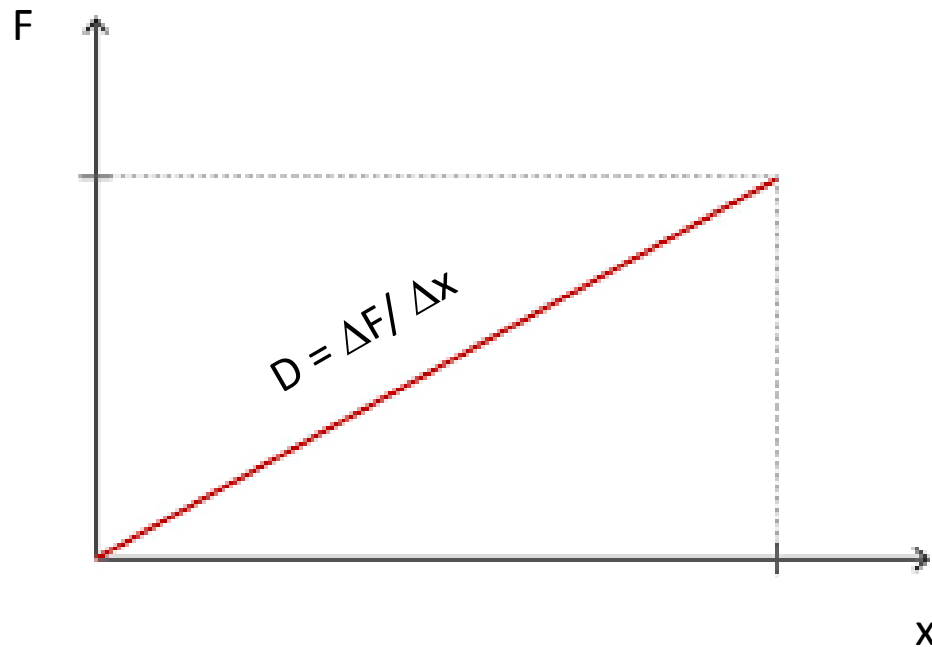


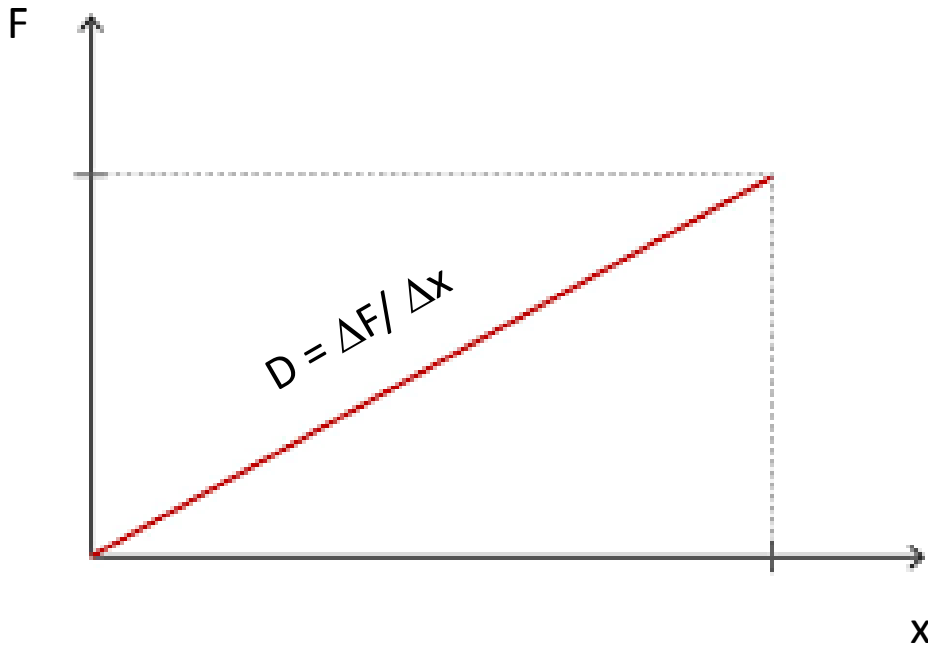
Rugalmas energia:

A rugalmas erő is konzervatív erőter: $F_{\text{vissza}} = D \cdot x$



0 pont:
Rugót nem
húzza semmi.





A megszokott menet következik:

$W_{\text{rug}} = F_{\text{rug,átlag}} * s$, de $F_{\text{rug}} = F_{\text{vissza}} = D * x$, és $x=s$ csak a jelölés eltérő.

De mivel egyenesről van szó $F_{\text{rug,átlag}} = F/2$.

Evvel $W_{\text{rug}} = \frac{1}{2} * D * x^2$

Tömeg – energia összefüggés

Ez már nem a hétköznapiakban tapasztalható...

$$E=mc^2$$

Azaz: tömeg és energia nem is annyira különálló dolgok, egymásba alakíthatóak!

atomenergia.

ENERGIA-MEGMARADÁS

Zárt rendszerben az energiák összege
állandó, csak egymásba alakulhatnak át.

Ezt eddig minden elvégzett kísérlet alátámasztotta....

Alighanem tényleg nincs „energia a semmiből”....

Vigyázat: a hő is benne van a rendszerben!

Hasznos egységek:

$$\text{Joule} = \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} = \text{N} \cdot \text{m}$$

$$1 \text{ kcal} = 4184 \text{ J} \quad \text{kilo-kalória (víz melegítése)}$$

$$1 \text{ Wh} = 3600 \text{ J} \quad \text{Watt-óra}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J} \quad \text{Elektronvolt}$$

$$1 \text{ BTU} = 1055 \text{ J} \quad \text{British Thermal Unit}$$

$$1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J} \quad \text{cgs rendszerből (g,cm,s)}$$

Feladatok....

Egy autó ($m = 1,2 \text{ t}$) álló helyzetből 12 s alatt egyenletesen gyorsul fel 100 km/h sebességre.

- a) Mekkora erő szükséges a felgyorsításhoz?
- b) Hány méter távolságot tesz meg az autó a felgyorsítás alatt?
- c) Mekkora a gyorsító erő munkája?
- d) Mekkora az átlagos teljesítmény?
- e) Mekkora mozgási energiával rendelkezik az autó a felgyorsítás végén?

Az emberi szív bal kamrája egy összehúzódás során durván 70 g tömegű vért pumpál ki. Ennek során ez a vérmennyiség az aortaívig nagyjából 15 cm-el magasabbra kerül, és körülbelül 30 cm/s-os áramlási sebességre tesz szert.

Határozza meg

- a) az emelési munkát,
- b) a gyorsítási munkát és
- c) a bal kamra izomzatának teljesítményét, ha az összehúzódás ideje 0,2 s!

Mennyi energiát tárol az Achilles-ín 2 mm-es megnyúlásnál, ha rugóállandója $3 \cdot 10^5$ N/m?

Egy 8 m mély kútból húzunk fel egyenletes 50 cm/s-es sebességgel egy vízzel teli vödört ($m = 12$ kg, ebben benne van a 10 liter víz is).

Mekkora

- a) a szükséges erő,
- b) a végzett munka és
- c) a teljesítmény?
- d) Hány kcal energiával egyenértékű az ember munkája, ha egész nap dolgozva összesen 4,8 m³ vizet emel ki a kútból?

Egy labda ($m = 0,8 \text{ kg}$) 2 m magasságból leesik és a földön pattanva $1,2 \text{ m}$ magasra repül vissza. Mennyi mechanikai energia veszett el összesen a közegellenállás miatt és a talajjal való ütközés során?

Dinamika nem csak merev testekre használható:
(és itt is minden vektoros persze...)

Folyadékok dinamikája:

Nyomás, hidrosztatikai nyomás, Bernoulli törvény
(energiamegmaradás áramló közegben)