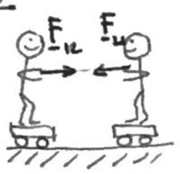
Ismétlés:

Newton II. törvénye:

$$\underline{F} = m\underline{a} \quad [F] = kg\frac{m}{s^2} = N$$

Newton III. törvénye:

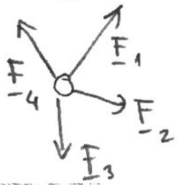
$$\underline{F}_{12} = -\underline{F}_{21}$$



(hatás – ellenhatás)

Erőhatások függetlensége:

$$\underline{F}_e = \sum_i \underline{F}_i$$



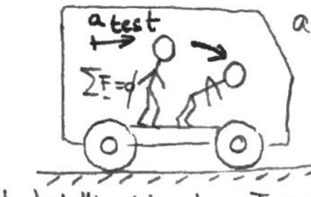
I.) Newton I. törvénye. (tehetetlenség tv.-e)

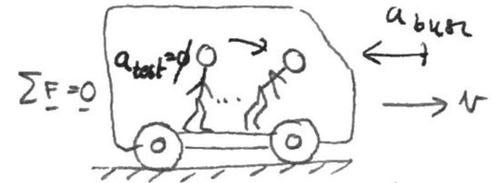
1.)

A II. törvény szerint ha egy testre nem hat eredő erő, akkor $\underline{a} = \emptyset$, azaz $\underline{v}$ = áll, tehát egyenes vonalú, egyenletes mozgást végez vagy nyugalomban marad.

Mihez képest?

Megfigyelés: Fékező vagy kanyarodó buszban ez nem igaz! A buszban elesünk, pedig nem hat ránk eredő erő!





belülről: Newton I. nem igaz!

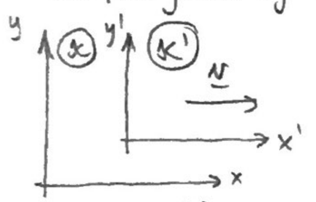
kívülről: Newton I. törvénye igaz

2.) Értelmezése:

Newton I. törvénye a többi törvény érvényességi körét rögzíti, ezért fontos!

Másképp: A Newton-törvények ún. inerciarendszerben érvényesek.

Inerciarendszer: Olyan vonatkoztatási rendszer, melyben igaz Newton I. törvénye.



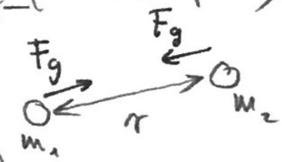
Ha találunk egy inerciarendszert, akkor minden, ahhoz képest állandó $\underline{v}$ sebességgel mozgó rendszer is inerciarendszer.

A gyorsuló busz nem inerciarendszer.

II.) Erőtörvények

1.) Gravitációs erőtörvény (Newton-féle)

$$\boxed{F_g = \gamma \frac{m_1 m_2}{r^2}}$$



(pontszerű és gömbszimm. testek)

gravitációs állandó: $\gamma = 6{,}67 \cdot 10^{-11} \frac{Nm^2}{kg^2}$

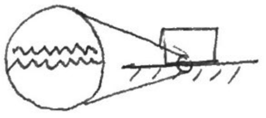
Gravitációs gyorsulás

$$g_0 = \frac{F_g}{m_2} = \gamma \frac{m_1}{r^2} \approx 10 \frac{m}{s^2}$$

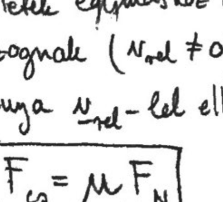
A földi g ennél kisebb a Föld forgása miatt, ezért annak neve nehézségi gyorsulás

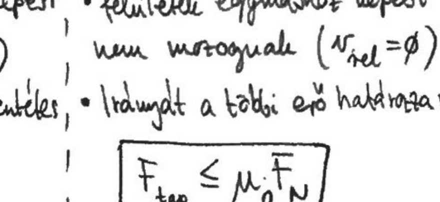
2.) Csúszási és tapadási súrlódási erő

Oka: az érintkező testek egyenetlenségei (recék)



csúszási	tapadási
• felületek egymáshoz képest mozognak ($v_{rel} \neq 0$)	• felületek egymáshoz képest nem mozognak ($v_{rel} = \emptyset$)
• iránya $\underline{v}_{rel}$-lel ellentétes	• Irányát a többi erő határozza meg
$\boxed{F_{cs} = \mu F_N}$	$\boxed{F_{tap} \leq \mu_0 F_N}$
nyomóerő (merőleges)	általában $\mu_0 > \mu$

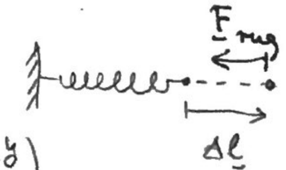




3.) Rugóerő (Hooke-törvény)

Rugalmas testekben deformáció lép fel. A rugóerő iránya a deformációval ellentétes, nagysága azzal arányos.

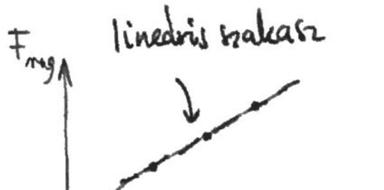
$$\boxed{\underline{F}_{rug} = -D\,\Delta\underline{l}}$$



D: rugóállandó (direkciós erő)

$[D] = N/m$

Kísérlet: rugóállandó mérése



4.) Közegellenállási erő

A := homlokfelület

a)

- gázokban, folyadékokban
- relatív sebességgel ellentétes

$$\boxed{F_{köz} = C\varrho A v^2}$$

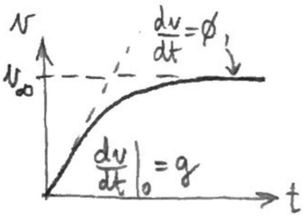
b.) esés közegellenállással:

$$mg - C\varrho A v^2 = ma = m\frac{dv}{dt}$$

$\downarrow \sum \underline{F}$

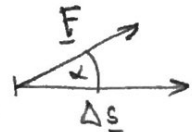
$$\frac{dv}{dt} = g - \frac{C\varrho A}{m}v^2$$

$$v_\infty = \sqrt{mg/C\varrho A}$$



III A munka fogalma, kiszámítása

1.) Egyenes vonalú mozgás, $\underline{F}$ = állandó



munka:

$$W = \underline{F}\cdot\Delta\underline{s} = |\underline{F}|\,|\Delta\underline{s}|\cdot\cos\alpha$$

a.) ha $\alpha = 90°$, $W = \emptyset$.

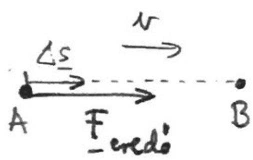
b.) ha $\alpha = 0°$, $W = F\cdot\Delta s$

c.) ha $\alpha > 90°$, $W < 0$.

Mértékegység: $[F] = N$, $[\Delta s] = m$ $\Big\}$ $[W] = N\cdot m \equiv J$ (joule)

2.) Nem egyenes mozgás, $\underline{F} \neq$ áll.: a pályát apró darabokra osztjuk, és $W = \sum \underline{F}\,\Delta\underline{s}$ a munka.

IV. Munkatétel, mozgási energia (spec.)



Nézzük egy v sebességgel mozgó tömegpontra ható eredő erő munkáját!

$$\Delta W = F_{eredő}\cdot\Delta s = F_{eredő}\cdot v\,\Delta t.$$

Newton II. törvénye:

$$F_{eredő} = ma = m\frac{\Delta v}{\Delta t},$$

ezzel:

$$\Delta W = m\frac{\Delta v}{\Delta t}\cdot v\cdot\Delta t = m\cdot v\,\Delta v$$

Mi a $v\cdot\Delta v$?

kicsi

$$\Delta(v^2) = (v+\Delta v)^2 - v^2 = 2v\Delta v + (\Delta v)^2$$

Tehát: $v\,\Delta v \approx \Delta\left(\frac{v^2}{2}\right)$

Az eredő erő elemi munkája tehát:

$$\Delta W = m\,\Delta\left(\frac{v^2}{2}\right),$$

a teljes munka:

$$W_{eredő} = m\sum_A^B \Delta\left(\frac{v^2}{2}\right) = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2.$$

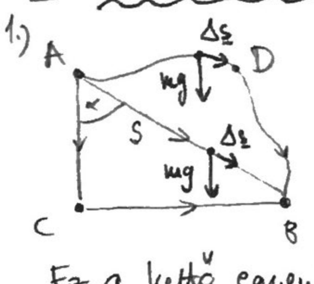
Definíció: $E_{kin} = \frac{1}{2}mv^2$ (mozgási v. kinetikus energia)

Munkatétel: Az eredő erő munkája egyenlő a test mozgási energiájának megváltozásával:

$$\boxed{W_{eredő} = \frac{1}{2}mv_2^2 - \frac{1}{2}mv_1^2 = \Delta E_{kin}}$$

V. Konzervatív erőtér, helyzeti energia

1.)



A nehézségi erő munkája:

$$W_{AB} = mg\cdot s\cdot\cos\alpha$$

$$W_{ACB} = mgh + \emptyset$$

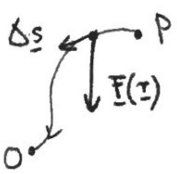
Ez a kettő egyenlő, mert $h = s\cos\alpha$. Belátható, hogy bármely (pl. ADB) útra is ekkora a nehézségi erő munkája.

Definíció: Egy erőteret konzervatívnak nevezünk, ha tetszőleges A és B pontok között az erőtér munkája független a pálya alakjától.

2.) Helyzeti (potenciális energia)

Legyen $\underline{F}(\underline{r})$ konzervatív erőtér! Válasszunk egy O kezdőpontot (nullszintet)!

Definíció: Tetszőleges P pont helyzeti energiája:



$$E_{pot} = \sum_P^O \underline{F}(\underline{r})\,\Delta\underline{s},$$

azaz az a munka, amit az erőtér a testen végez tetszőleges $P \to O$ pályán.

Ez függ a nullszint (O pont) megválasztásától. Két pont (A és B) közötti potenciális energia-különbség viszont nem függ:

$$\boxed{W_{AB} = E_{pot}^A - E_{pot}^B}$$