Fizika mérnök informatikusoknak 1.
FBNxE-1

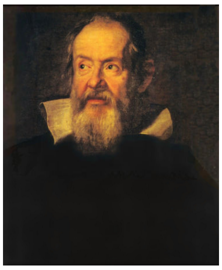
Mechanika 2. előadás

Dr. Geretovszky Zsolt

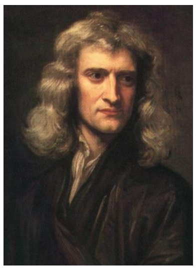
2010. szeptember 15.

Klasszikus mechanika

A fizika azon ága, melynek feladata az anyagi testek mozgására vonatkozó törvényszerűségek megismerése, az azt leíró törvények felállítása. (Galilei és Newton érdemei)



Galileo GALILEI
1564–1642



Sir Isaac NEWTON
1643–1727

Kinematika
a mozgás leírásával foglalkozik

Dinamika
a mozgás okát keresi

tömegpont, pontrendszer (merev test, deformálható test)

Az anyagi pont kinematikája, alapfogalmak

tömegpont: a vizsgált jelenségek szempontjából kiterjedés nélkülinek tekintett/tekinthető test (idealizáció)

A kinematika a mozgások *leírásával* foglalkozik

- ***vonatkoztatási rendszer***: a tömegpont helyzetének és mozgásának leírásához használt rögzített viszonyítási pontok
- ***helyvektor***: a vonatkoztatási rendszer origójából a tömegponthoz mutató vektor
- ***pálya***: a vonatkoztatási rendszer azon pontjai, melyeken az anyagi pont mozgása során áthalad
- ***út***: a pálya két pontja közötti ívhossz (skalár)
- ***elmozdulás vektor***: a test korábbi helyzetéből egy későbbi helyzetébe mutató irányított szakasz (vektor)

a pálya relatív: http://www.schulphysik.de/java/physlet/applets/relativ1.html

Egyenes vonalú egyenletes mozgás

Egyenes vonalú pályán állandóan ugyanabban az irányban halad és egyenlő időközönként egyenlő utakat tesz meg.

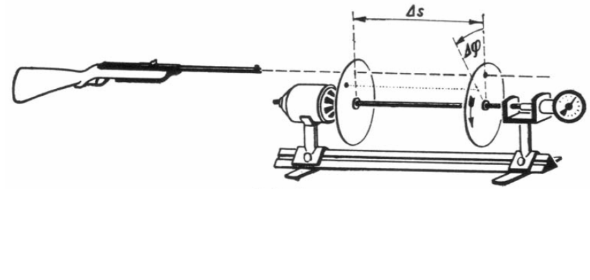
$x_0 = x(t = t_0)$ $\qquad$ $x = x(t)$

$$x - x_0 = v(t - t_0)$$
$$\Delta x = v\Delta t$$

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

a sebesség SI mértékegysége a **m/s**

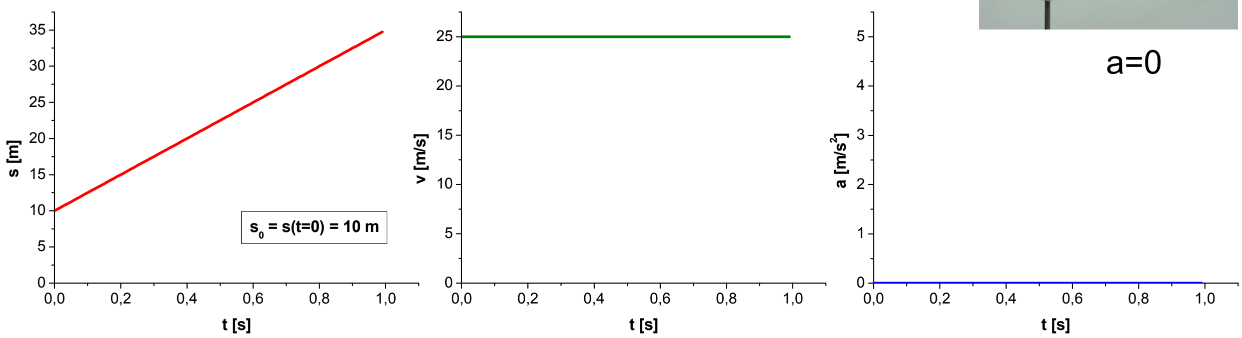
a sebesség mérése:



Egyenes Vonalú Egyenletes Mozgás EVEM

(Kísérlet: Mikola-cső)

a=0



$$s = s_0 + v_0 t \qquad v = áll. \qquad a = 0$$

Az út-idő görbe meredeksége a sebesség nagysága.

A sebesség-idő görbe alatti terület nagysága a megtett utat adja.

A sebesség tetszés szerinti egyenes vonalú mozgásnál

Egydimenziós probléma: $x = f(t)$

Elmozdulás: $\Delta x = f(t + \Delta t) - f(t)$

Átlagsebesség: a test által megtett *Δs* út és a megtételéhez szükséges *Δt* idő hányadosa (nem ad felvilágosítást a mozgás részleteiről!)

$$\langle v_x \rangle \left(= \frac{s}{t} \right) = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

geometriai jelentés:

az út-idő grafikon két pontjához tartozó szelő meredeksége

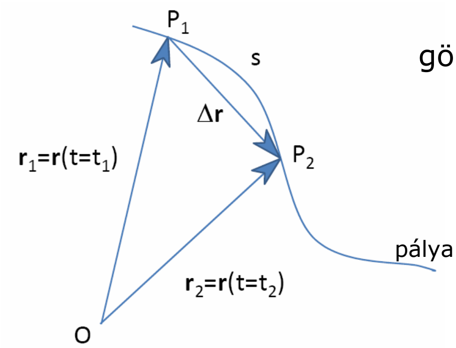
Az anyagi pont *t* időpillanathoz tartozó sebessége (***pillanatnyi sebesség***):

$$v_x = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$$

geometriai jelentés:

az út-idő grafikon *t* időpontbeli meredeksége (iránytangense)

A sebesség általános definíciója



görbevonalú mozgás

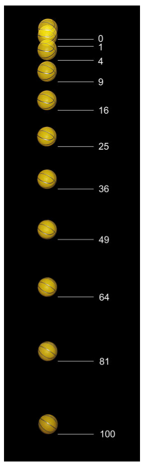
Bontsuk fel a mozgást rövid *Δt* időintervallumokra, melyek alatt a sebesség közel állandónak tekinthető.

$$\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{ds}{dt} = v$$

Mivel $|\Delta\vec{r}| \to \Delta s$ írhatjuk, hogy $\lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t} = \frac{d\vec{r}}{dt} = \vec{v}$

A sebességvektor a helyvektor idő szerinti első differenciálhányadosa.

Szabadesés – a gyorsulás fogalma



MIT_free_fall: http://www.youtube.com/watch?v=4ovhEkSIqV0&NR=1

A kísérletek (pl. ejtőzsinór, Galilei lejtő) azt mutatják, hogy a megtett út időfüggése:

$$s \propto t^2 \qquad s = k \cdot t^2$$

Ez esetben az átlagsebesség: $\frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{k(t+\Delta t)^2 - kt^2}{\Delta t} = 2kt + k\Delta t$

míg a (pillanatnyi) sebesség: $v = 2kt$

A sebesség időbeli változását jellemezhetjük a *Δt* idő alatt bekövetkező *Δv* sebességváltozás segítségével:

gyorsulás $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{2k(t+\Delta t) - 2kt}{\Delta t} = 2k$

Szabadon eső test gyorsulása állandó, mégpedig a nehézségi gyorsulás.

$$a = g = 9.81\frac{m}{s^2} = áll. \qquad v = g \cdot t \qquad s = \frac{1}{2} g \cdot t^2$$

A gyorsulás általános definíciója

A tömegpont sebessége mind irány, mind nagyság szerint változik időben. Ilyenkor a változást a sebességvektor idő szerinti változásával jellemezzük:

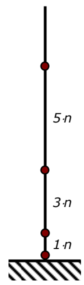
$$\vec{a} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d^2 \vec{r}}{dt^2}$$

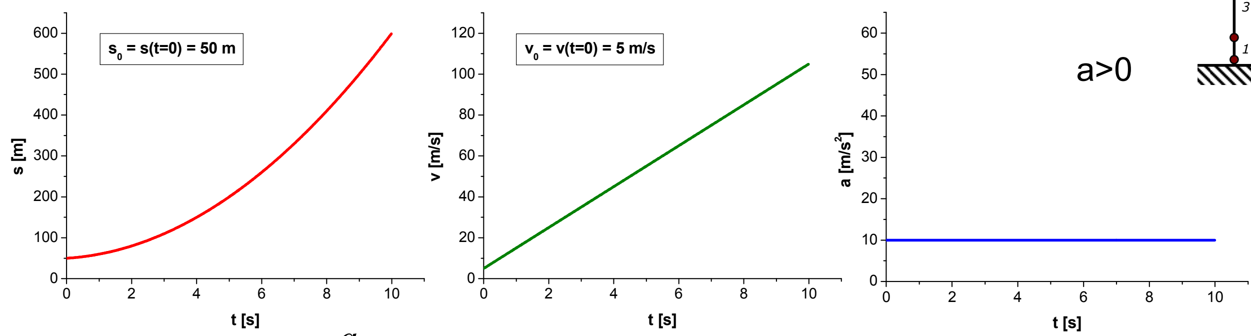
A gyorsulásvektor a sebességvektor idő szerinti első, vagy a helyvektor idő szerinti második differenciálhányadosa.

Az egyenes vonalú egyenletes mozgás kivételével minden mozgás gyorsuló mozgás!

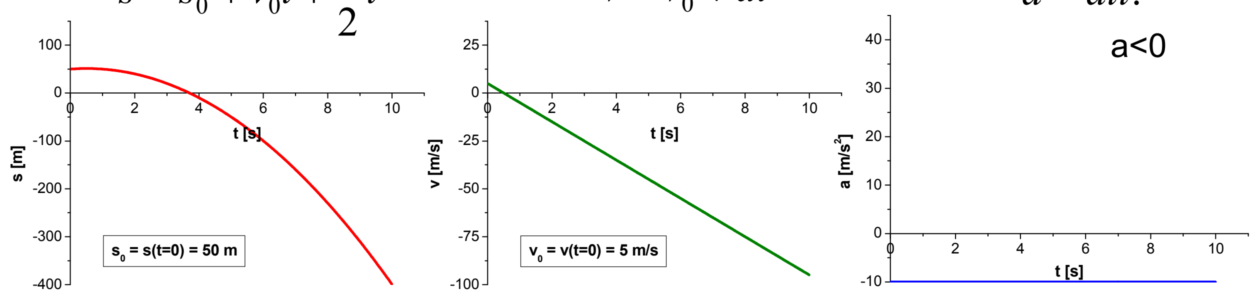
Egyenes Vonalú Egyenletesen Változó Mozgás, EVEV

(Kísérletek: 1) Galilei lejtő 2) ejtőzsinór 3) marok-ejtőgép)





$$s = s_0 + v_0 t + \frac{a}{2} t^2 \qquad v = v_0 + at \qquad a = áll.$$



Körmozgások

(Film: MIT_circular.flv, circular_motion_acceleration.flv
Kísérlet: egyenletes körmozgás légpárnás asztalon)

- mindíg GYORSULÓ mozgások
- egyenletes körmozgás (kerületi sebesség, szögsebesség, periódusidő, centripetális gyorsulás)

$$v \equiv v_{kerületi} = |\vec{\mathbf{v}}| = áll., \quad \omega = \frac{d\varphi}{dt} = áll., \quad \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{v}{r}, \quad a_{cp} = \frac{v^2}{r} = r\omega^2$$

Körmozgások, folyt.

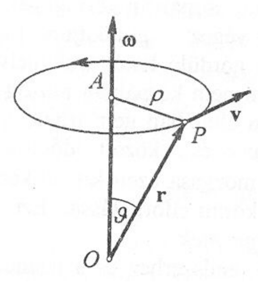
(Film: angular_velocity.flv)

- egyenletesen változó körmozgás (szöggyorsulás, β)

$$\beta = \frac{d\omega}{dt} = \frac{d^2\varphi}{dt^2} = áll., \quad \omega = \omega_0 \pm \beta t, \quad a_{érintő} = r\beta, \quad a = \sqrt{a_{érintő}^2 + a_{cp}^2}$$

vektoriális szögsebesség

$$v_y = x\omega, \quad v_x = -y\omega, \quad \vec{v} = \vec{\omega} \times \vec{r}$$



Harmonikus rezgőmozgás

pl. rugóra akasztott test

(Film: simple_harmonic_motion_animation.flv)

kezdőfázis

$$x(t) = A\sin(\omega t + \varphi_0)$$

körfrekvencia

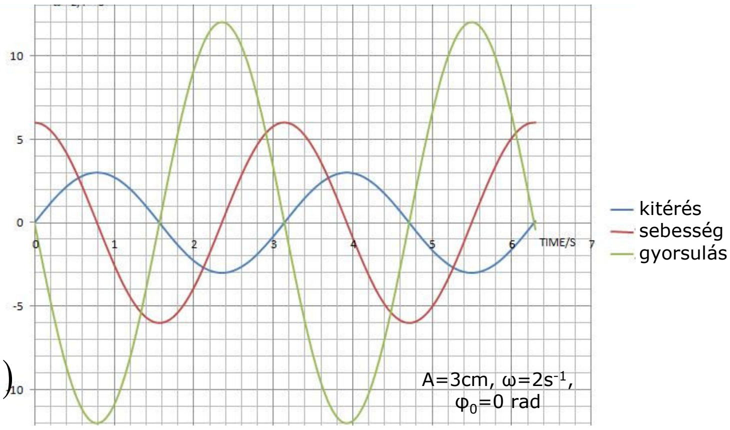
$x_{max} = A$ amplitúdó

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} = A\omega\cos(\omega t + \varphi_0)$$

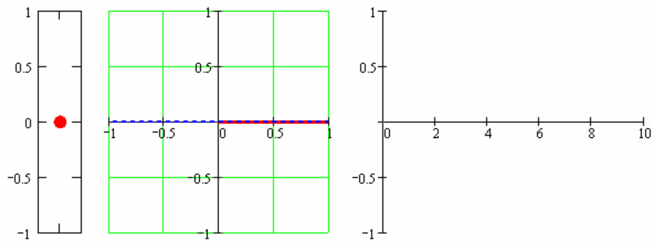
$$v_{max} = A\omega$$

$$a(t) = \frac{dv(t)}{dt} = -A\omega^2\sin(\omega t + \varphi_0)$$

$$a_{max} = -A\omega^2$$



az egyenletes körmozgás vetülete is harmonikus rezgőmozgás



(Film: harm-rezg-c.avi)

Az elmozdulások függetlenségének elve

1) Az elmozdulások vektoriális összegzéssel összetehetőek egyetlen (eredő) elmozdulássá, mely független a részelmozdulások sorrendjétől.

2) Egyetlen elmozdulás, a vektori összegzés szabályainak betartása mellett, felbontható tetszőleges számú elemi elmozdulássá.

Hajítások

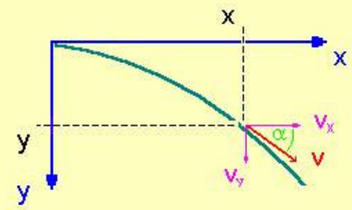
- Függőleges hajítás
- Vízszintes hajítás

(Film: vízszintes hajítás komponensei, 2:25-)

$$x = v_0 t$$

$$y = \frac{g}{2} t^2$$

$$\Rightarrow \quad y = \frac{g}{2v_0^2} x^2$$



vízszintesen EVEM

függőlegesen EVEV

- Ferde hajítás