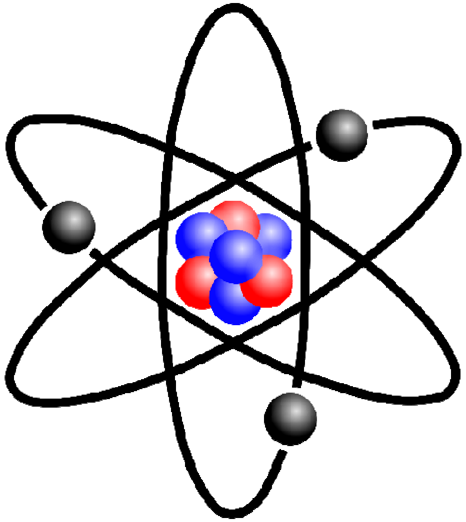
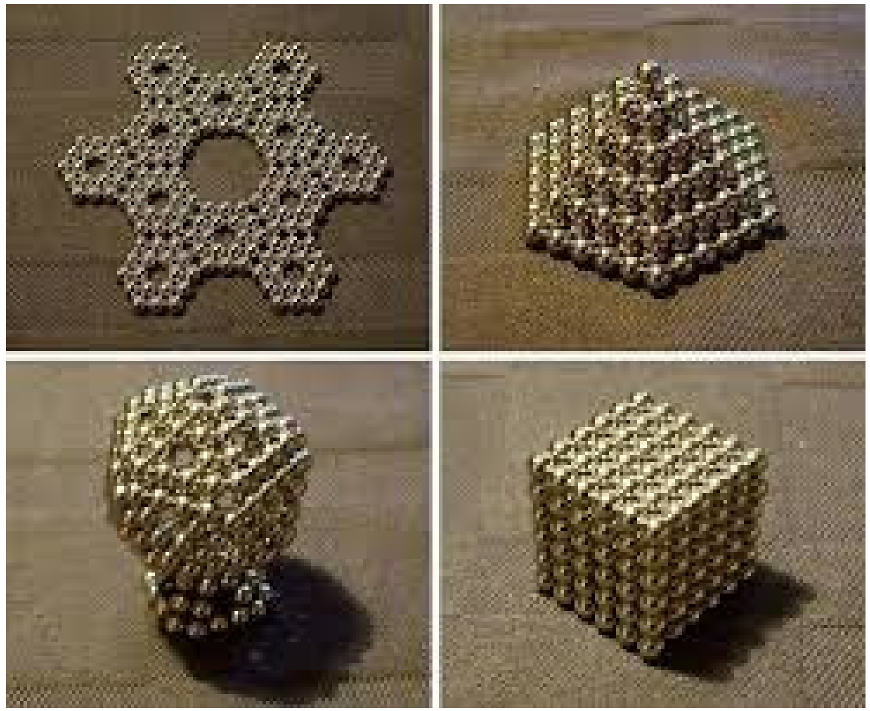


Fizika 112

1. Előadás

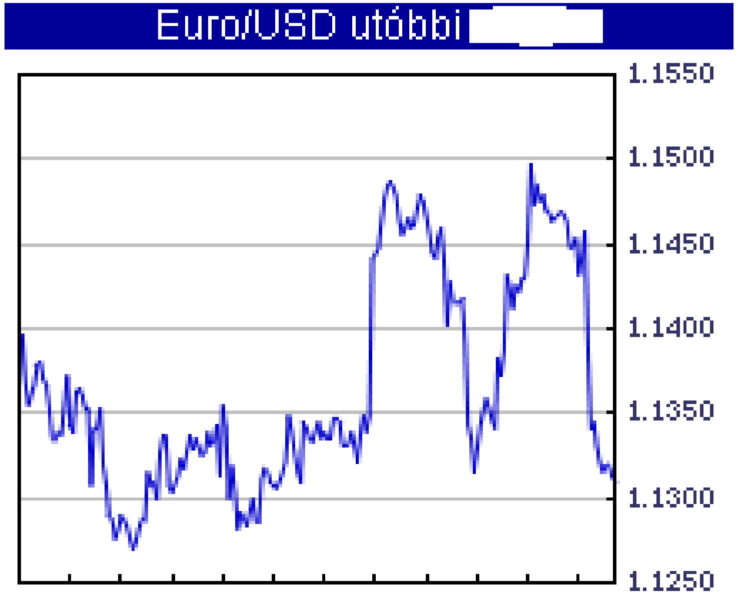


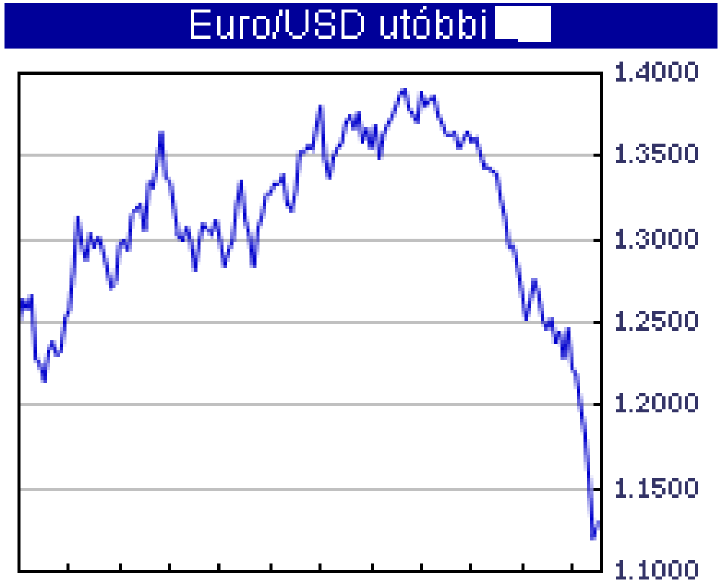
Fontos-e egy manager-nek fizikát tanulnia???

?

?

Miért fontos egy manager-nek fizikát tanulnia???

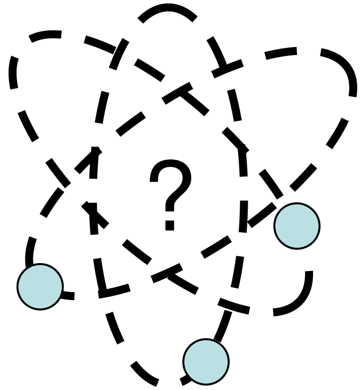




Az euro/usd keresztárfolyam görbéje.
”A legnagyobb tőzsdei guruk sem tudják megállapítani, melyik az ötperces, melyik az egyórás, melyik az egynapos … skálájú görbe.”
(Mérő László: A csodák logikája)

Jelenségek háttere → modellalkotás

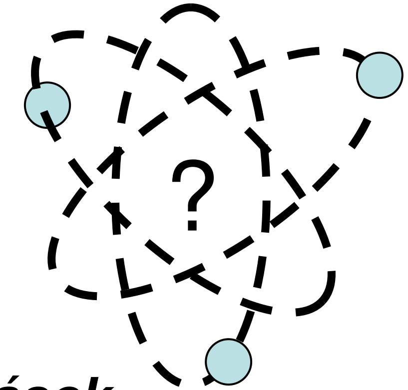
Miért éppen fizika???



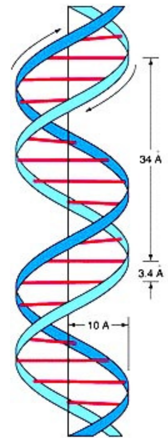
Fizikai kutatások		***Alkalmazások***
Számítógépes hálózat	→	Internet (www.)
Tranzisztor	→	Félvezető elektronika
Nemlin. Egyenletek (áramlástan)	→	Számítógép
GPS (atomóra, rel. elm.)	→	Helymeghatározás

40%

Miért éppen fizika



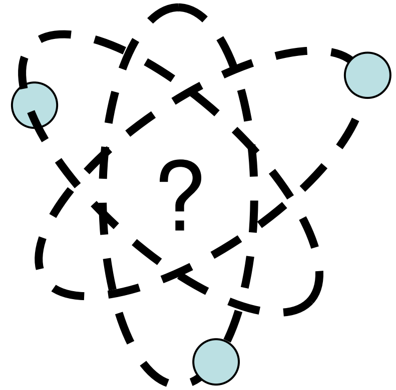
Fizikai kutatások		***Alkalmazások***
CT (NMR)	→	Gyógyászat, rákdiagnosztika
Holográfia	→	3D képalkotás, 3D TV bankkártya, stb.
Anyagtudomány	→	Új anyagok, DNS



Miért éppen fizika

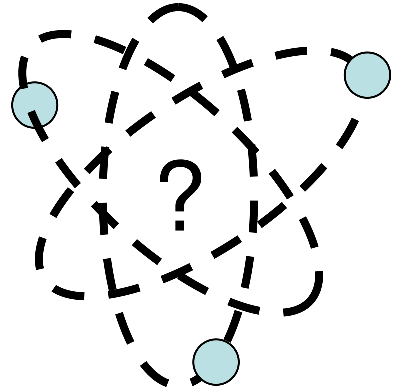
Káosz elmélet $\longrightarrow$ Modell

Miért éppen fizika



Mert érdekes !!!

Miért éppen fizika



Mert izgalmas a jövő

Kvantumszámítógép → Nagy számolási sebesség
RSA kód feltörése, stb.

Nanofizika → Láthatatlan repülőgép
Öntisztuló ruha
"Öngyógyuló" számítógép

Nyelvek???

Kínai mandarin, arab,hindi,angol, spanyol
bengáli, portugál, orosz, japán, német…

$100*10^6 < N < 2*10^9$

Fizika (kémia, biológia, pszichológia, …)

??? < N

$$\nabla \vec{E} = \rho \qquad \nabla \times \vec{B} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

és

$$\nabla \vec{B} = 0 \qquad \nabla \times \vec{E} = -\frac{\partial \vec{B}}{\partial t}$$

Matematika (fizika, MI)

??? < N

Min.: vektorok, differenciál és integrálszámítás

”és lőn fény…”

A kinematika alapjai

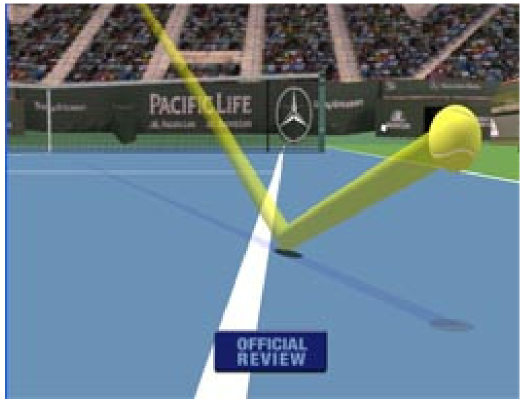
A tömegpont helyének megadása az idő függvényében

Tömegpont helyzete : $\vec{r}(t)$

Elmozdulás: $\Delta\vec{r} = \vec{r}(t_2) - \vec{r}(t_1)$

Megtett út: $s = \sum_i |\Delta\vec{r}_i| \quad \text{vagy} \; s = \int_{t_1}^{t_2} ds = \int_{t_1}^{t_2} |\Delta\vec{r}|$

Kinematika → tömegpont helyzete → pl. tenisz: "challange"



Apophis kisbolygó

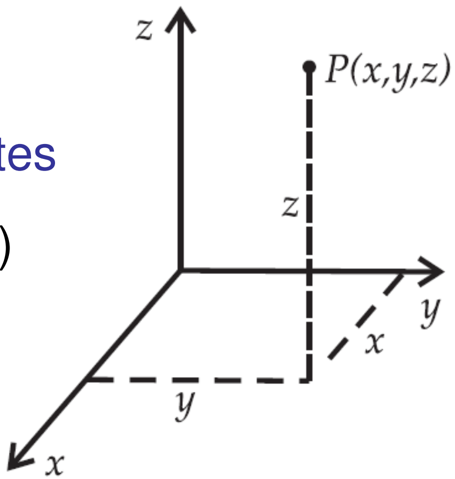
?

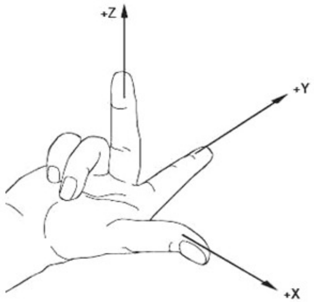
→

Vonatkoztatási rendszerek (koordináta rdsz.)

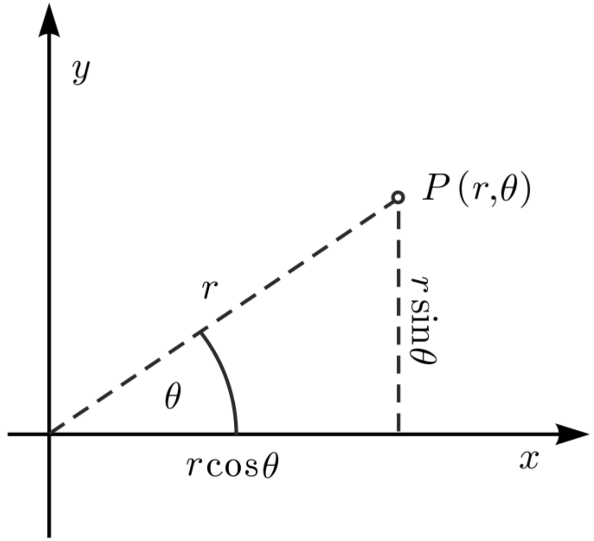
Descartes

(x, y, z)



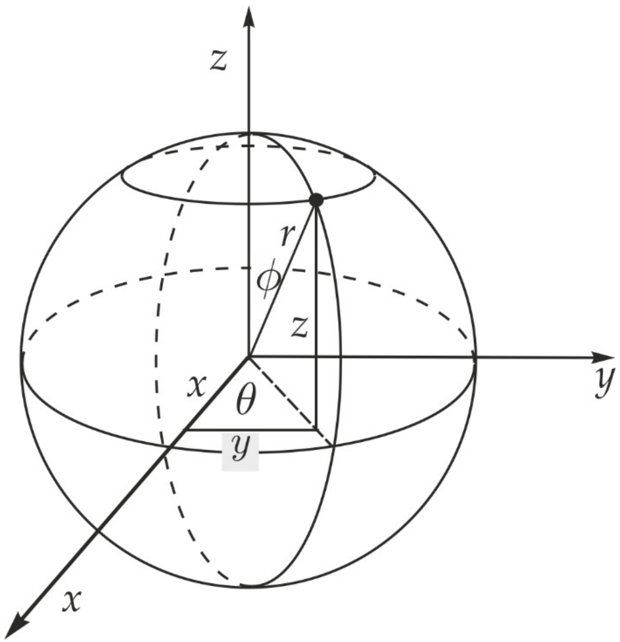


Irányok!!!



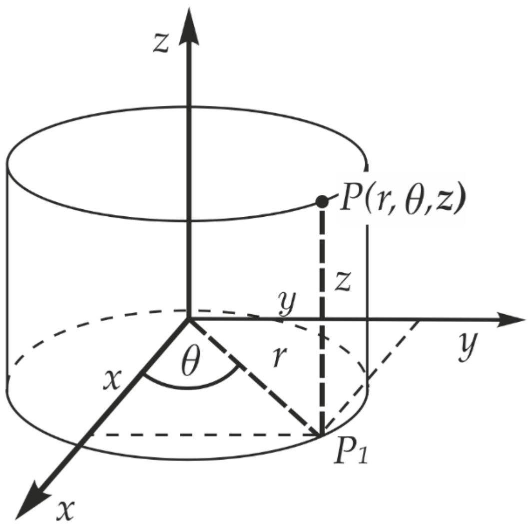
Gömbi

(r, Θ, ϕ)

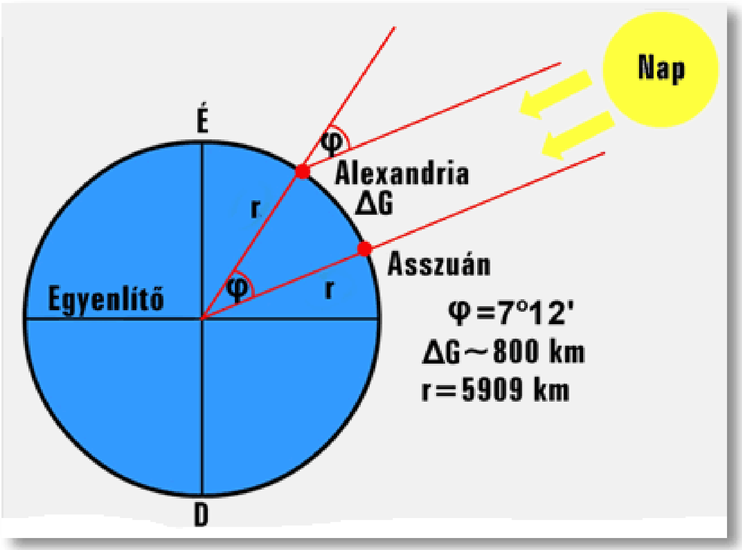


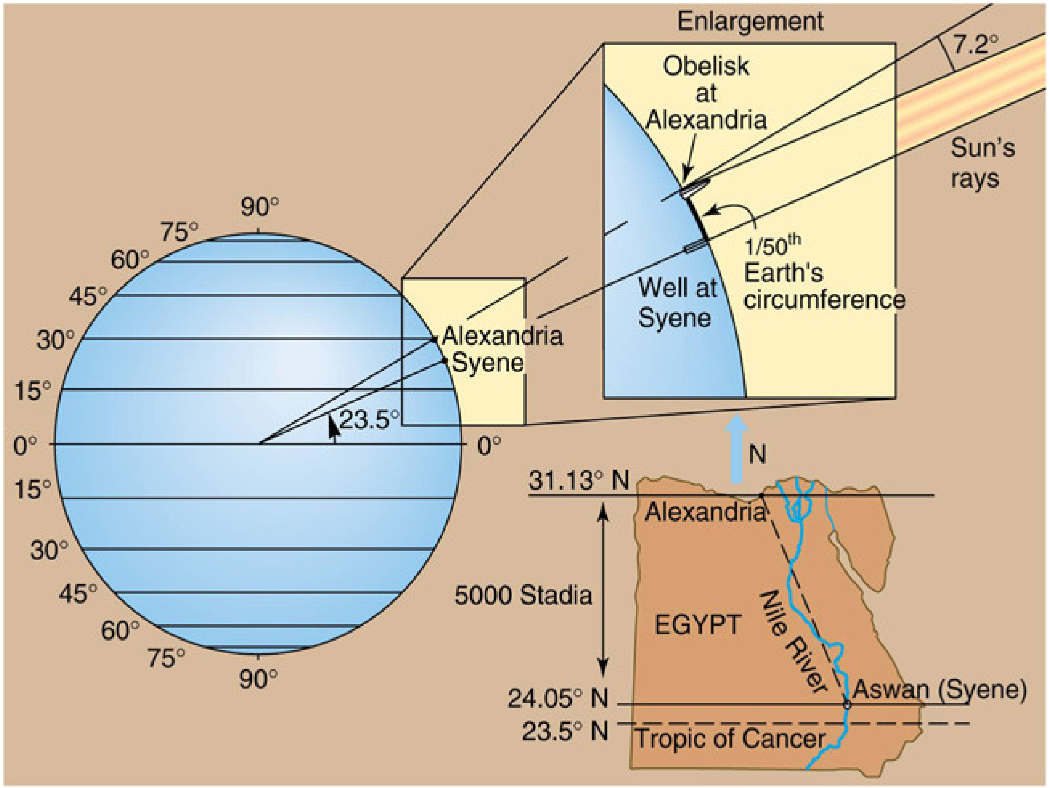
Henger

(r, Θ, **z**)

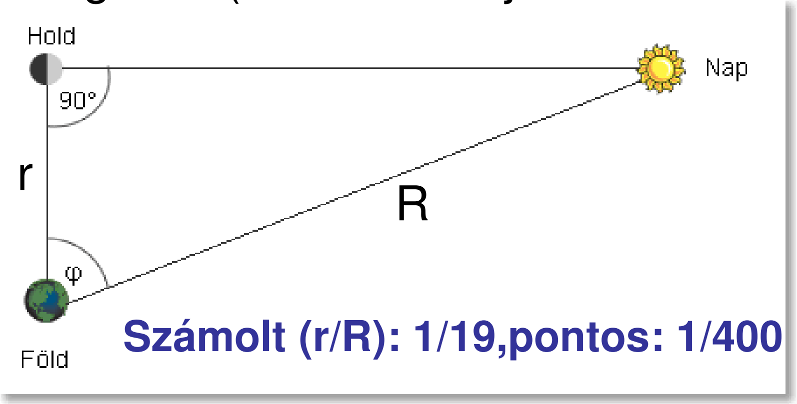


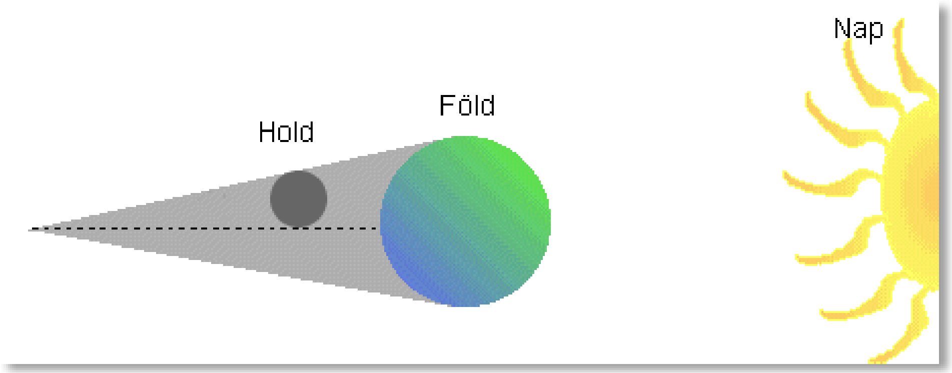
Görögök





Magellán (Föld körülhajózása: 1519 - 1522.)



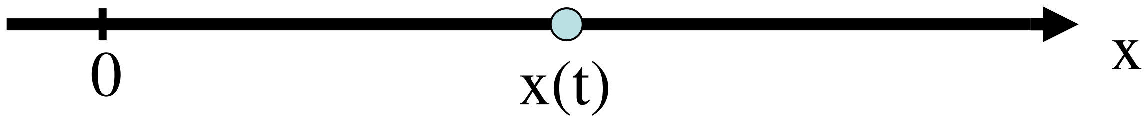


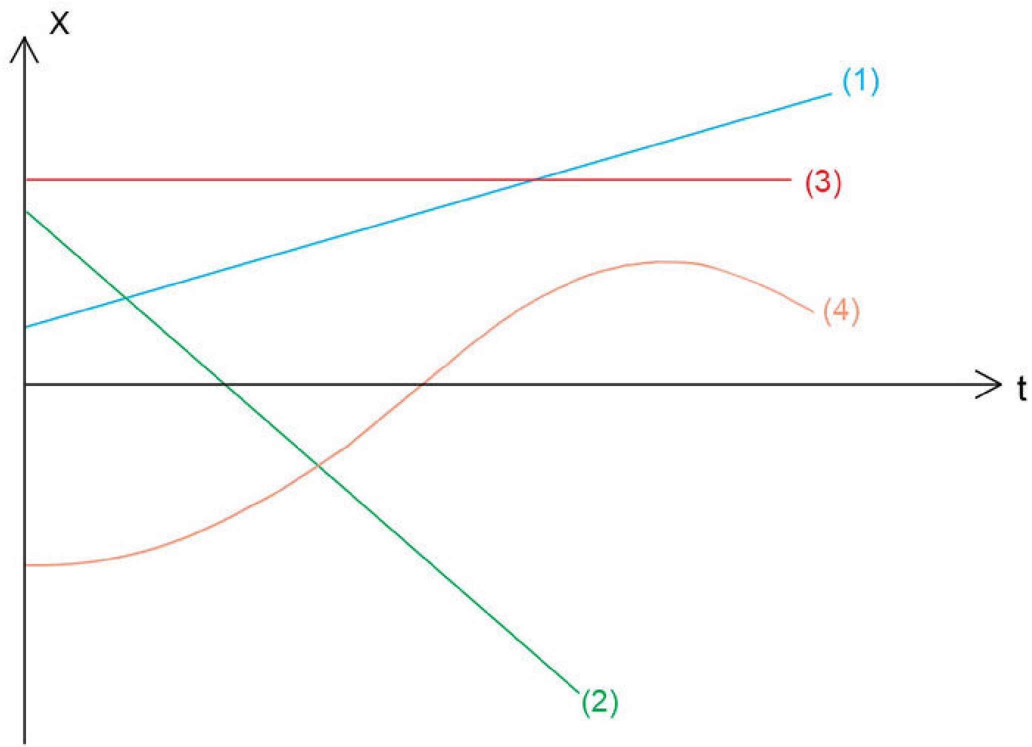
A számoszi **Arisztarkhosz** (i.e. 310-230)

Számított (r_H/R_F): 1/3, pontos: 1/4

(Mindentudás egyeteme)

Legegyszerűbb modell: 1 D - mozgás





Definíciók:

x,s,d: [m] pontosabban: később
t: [s]

Átlagsebesség: $v_{átl.} = \frac{s_{össz.}}{t_{össz.}}$ Mértékegység: m/s

Pillanatnyi sebesség: $v(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \frac{dx}{dt}$

Elmozdulás: $x(t_2) - x(t_1) = \int_{t_1}^{t_2} v(t)dt$

Pozíció: $x(t) = x_0 + \int_0^t v(t)dt$

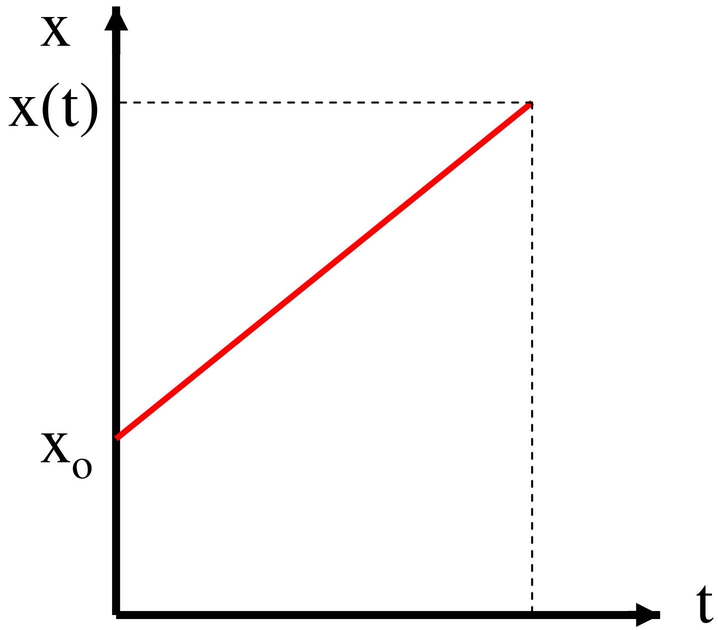
v = 72 km/h = 20 m/s

Legegyszerűbb mozgás: egyenesvonalú egyenletes mozgás

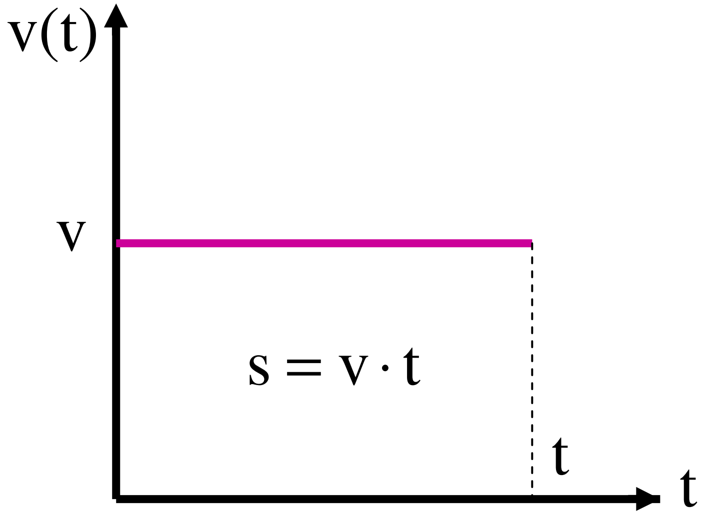
v = const.

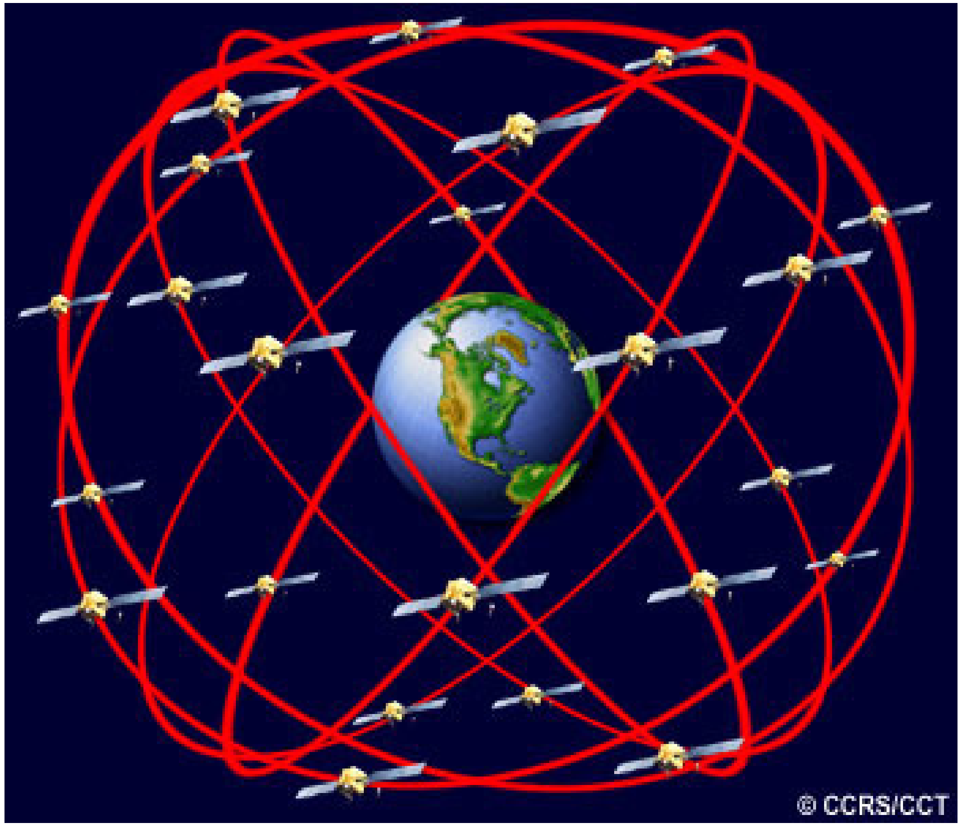
$$v = \frac{x(t) - x_o}{t}$$

$$x(t) = x_o + v \cdot t$$

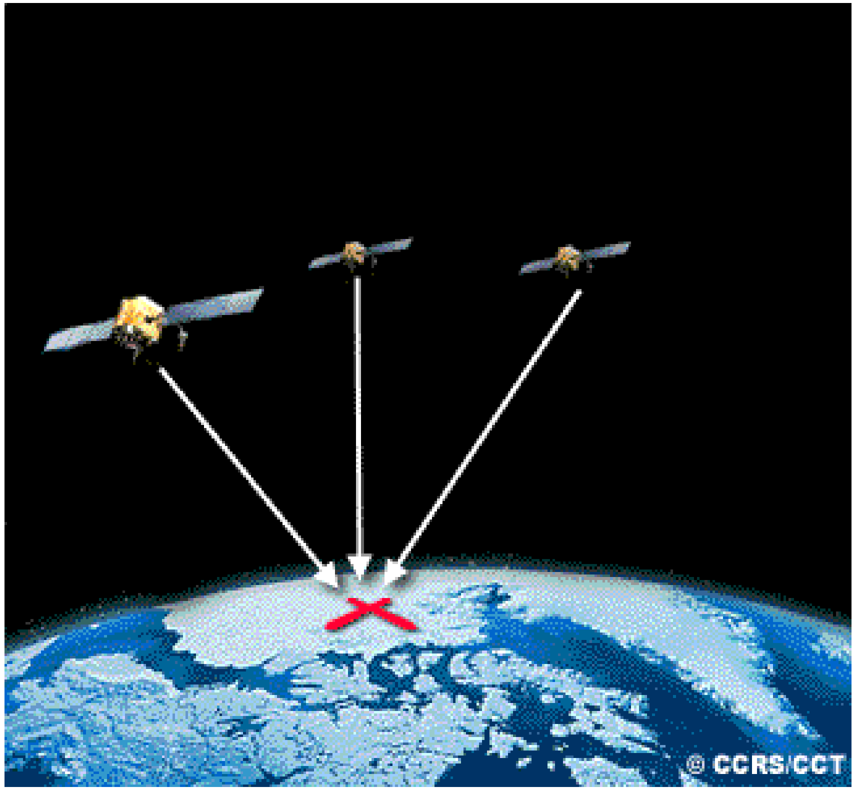


$$v = \frac{s}{t} \quad \Rightarrow \quad s = v \cdot t$$



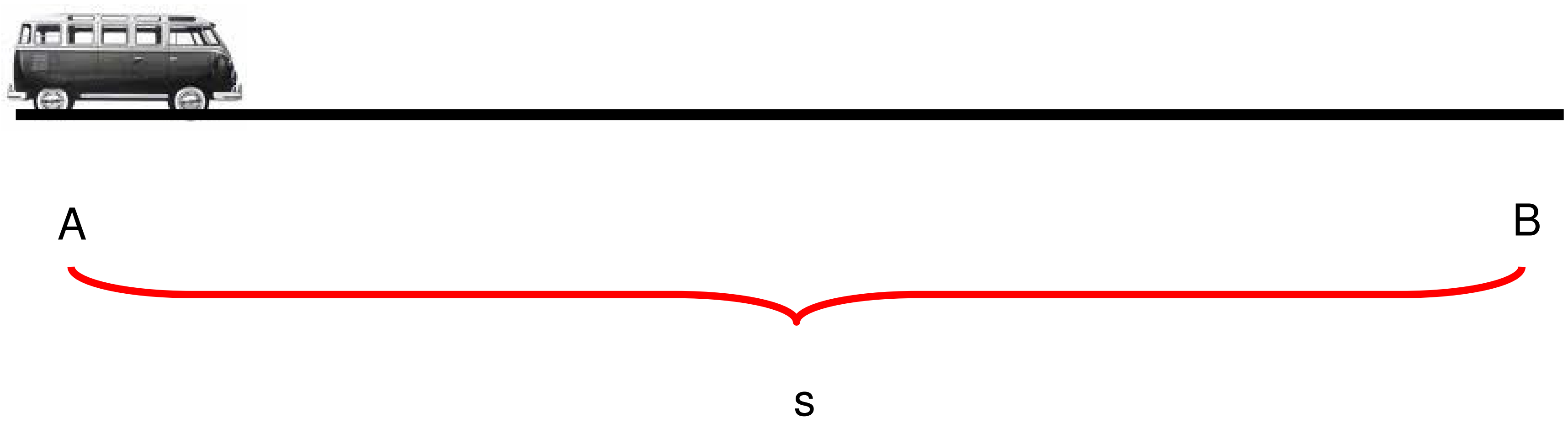


GPS



Egy egyszerű feladat:

Átlagsebesség (láttuk): $v_{átl.} = \dfrac{s_{össz.}}{t_{össz.}}$



Average velocity:

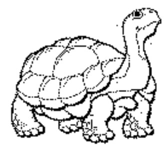
$$\frac{elmozdulás}{idő} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1}$$

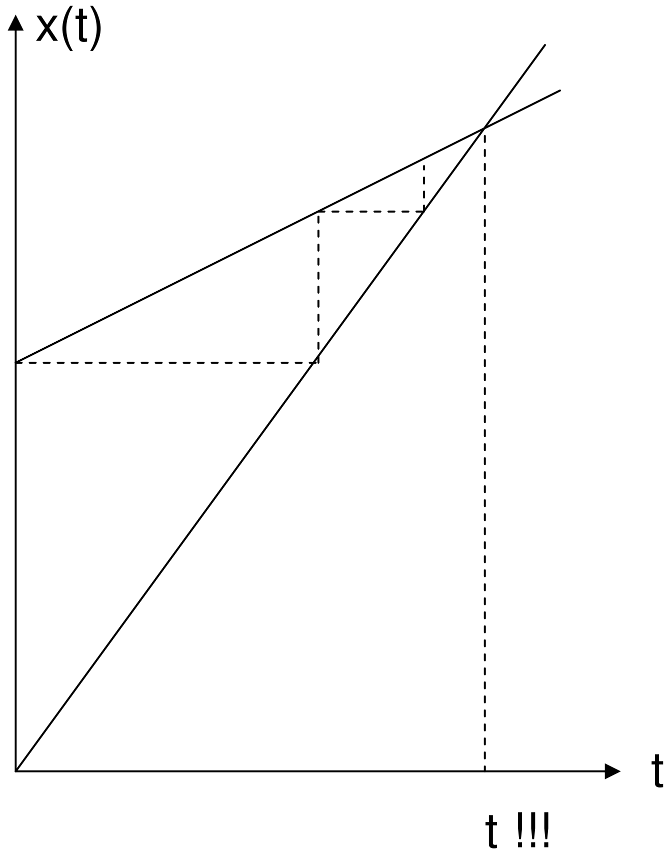
Average speed:

$$v_{átl.} = \frac{s_{össz.}}{t_{össz.}}$$

Egy paradoxon: Achilleus és a teknősbéka

Achilleus nem éri utol a teknősbékát, mert mire odaér, ahol a teknősbéka volt eredetileg, addig a teknős előbbre jutott, és így tovább ….



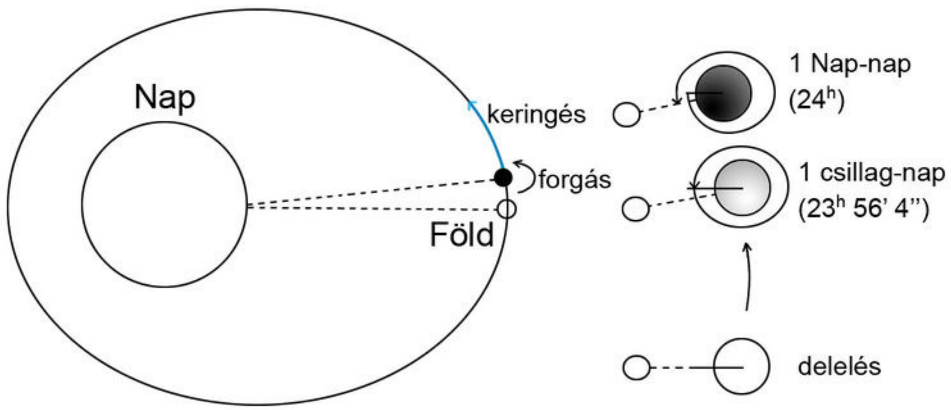


Megoldás: Achilleus nem éri utol a teknősbékát, amíg nem éri utol a teknősbékát !!!

Hol a hiba???

Hosszúság és időegység

A másodperc: A másodpercet eredetileg az átlagos Nap-nap segítségével lehetett meghatározni, annak 1/86400-ad része.



Atomóra: nagy pontosság
1ms / év vagy jobb

A másodperc az alapállapotú cézium-133 atom két hiperfinom energiaszintje közötti átmenetnek megfelelő sugárzás 9192631770 periódusának időtartama.

A méter: 1 méter a Föld kerületének (a Párizson átmenő délkörnek) 1/40000000-od része → ősméter

1 méter: Kr^{86} narancssárga spektrumvonalának 1650763.73 - szorosa

Az idő mérésének pontossága

Napóra, periódus: 1 day
(BC 3500), pontosság: ≈ 10 perc

Ingaóra, periódus: 1 s
(1650)
Pontosság: ≈ 1 perc/nap

Kvarcóra,
32000 oszc./s
(1918)
Pontosság: 10^{-3} s/nap

Atomóra,
10^{9} oszc./s
(1949)

Pontosság: 1 s/300 millió év

Frekvencia-fésű:
10^{14} oszc./s

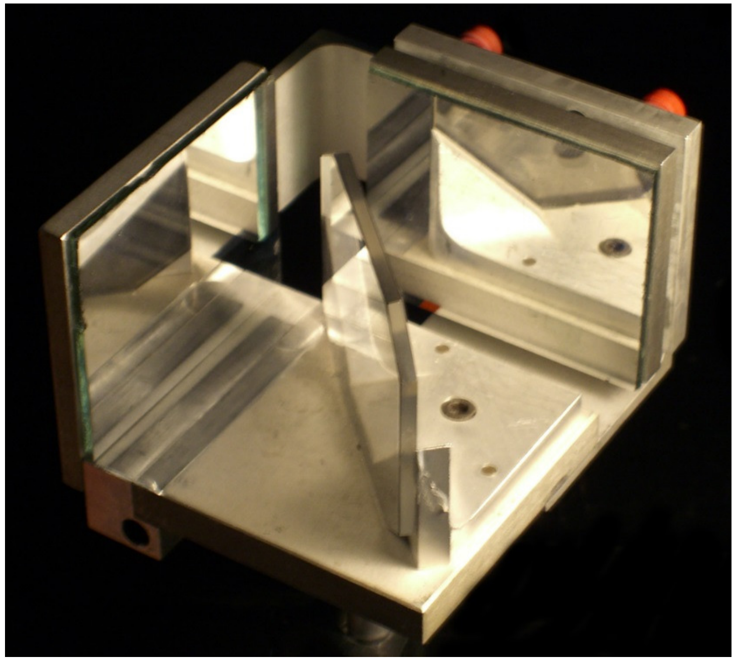
$$\frac{\Delta f}{f} = 10^{-14}$$

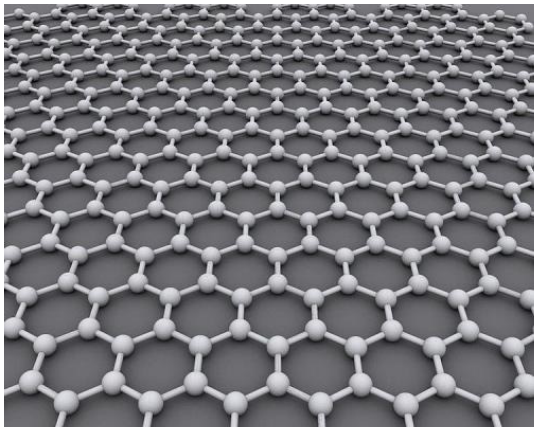
Távolság- vagy hossz-mérés

Középkor: arasz, láb, hüvelyk, kőhajítás, napi járás, stb. Pontosság: mm - cm

1791. Méter
ősméter etelon 1889-1960
pontosság: ≈ 10^{-6} m

1960- Interferometria
pontosság: ≈ $5*10^{-8}$ m





Napjainkban:
nanofizika
pontosság: ≈ 10^{-10} m

Gyorsulás

$$\mathbf{v \neq const. \Rightarrow v = v(t)}$$

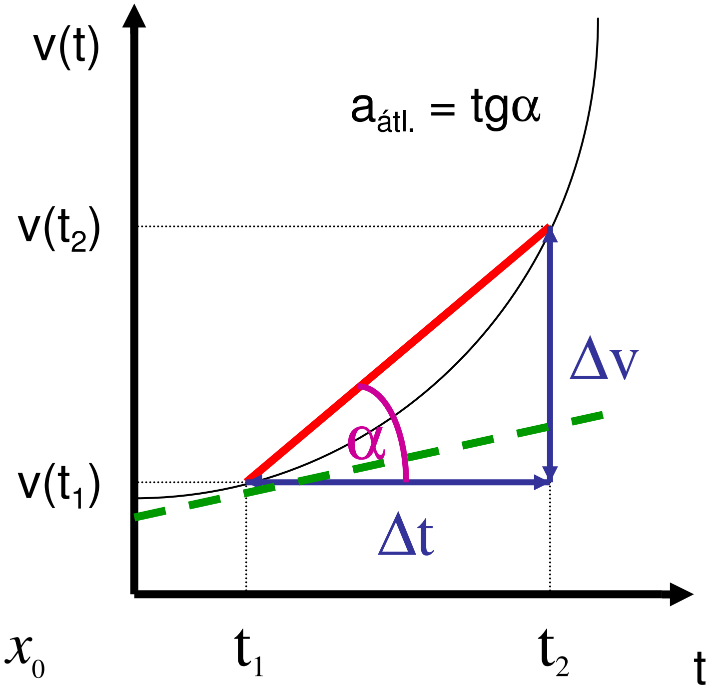
Def. átlagos gyorsulás: $a_{átl.} = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v(t_2)-v(t_1)}{t_2-t_1}$ $\left[\frac{m}{s^2}\right]$

Def. pillanatnyi gyorsulás:

$$a(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{v(t+\Delta t) - v(t)}{\Delta t} = \frac{dv}{dt}$$

$$v(t) = \int_0^t a(\tau) d\tau + v_0$$

$$x(t) = \int_0^t v(\tau) d\tau + x_0 = \int_0^t \left(\int_0^{\tau'} a(\tau) d\tau \right) d\tau' + v_0 t + x_0$$

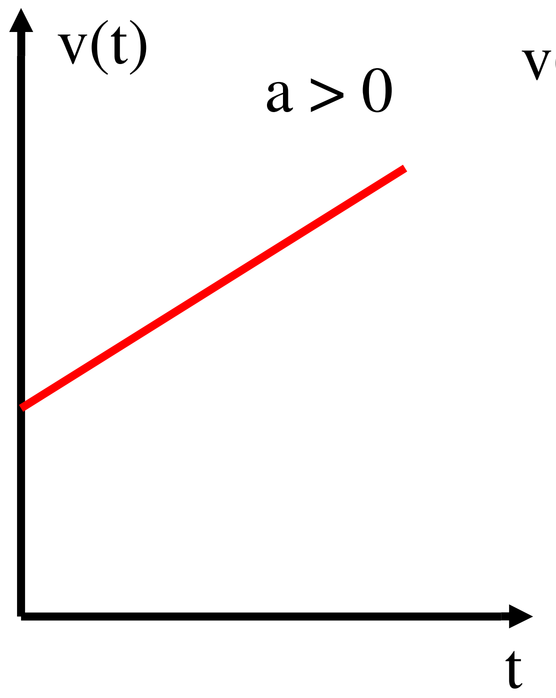


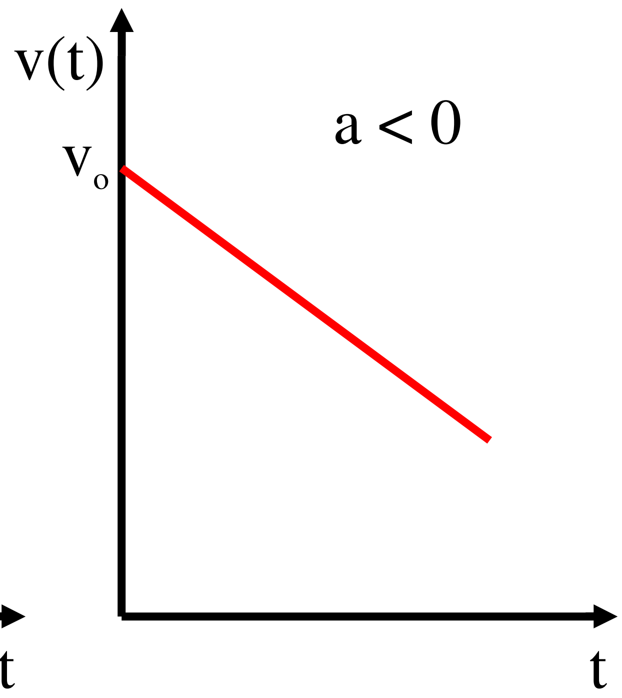
Mozgás állandó gyorsulással

a = const.

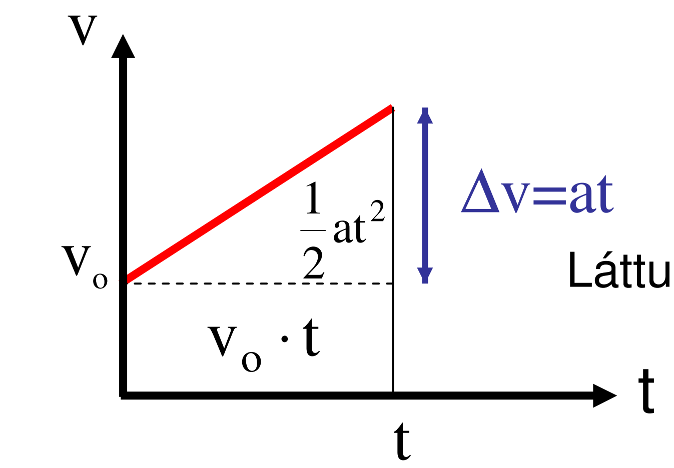
$$a = \frac{v(t)\text{-}v_o}{t}$$

$$v(t) = v_o + a \cdot t$$





Elmozdulás és pozíció

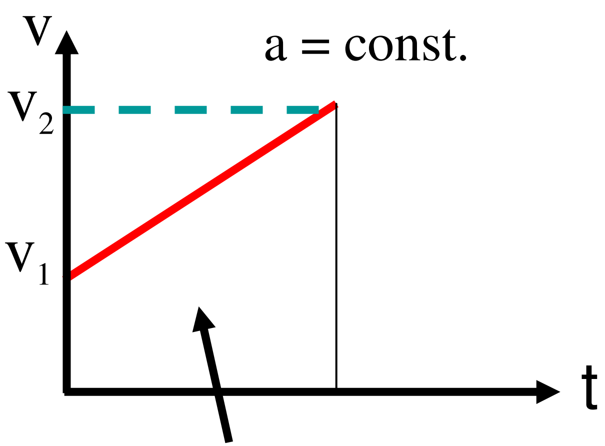


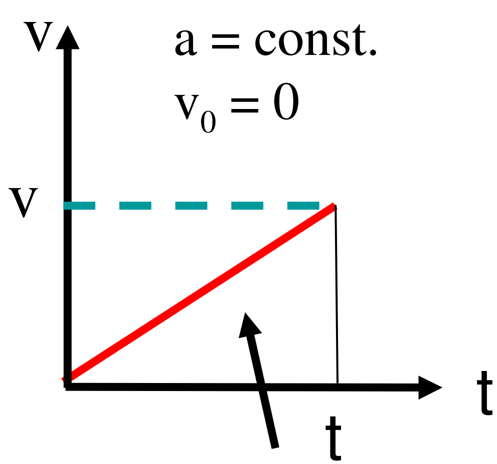
Elmozdulás: $$s = v_o \cdot t + \frac{1}{2}at^2$$

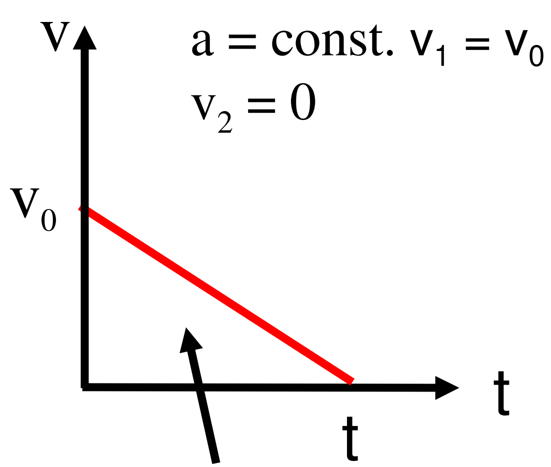
Láttuk: $$x(t) = \int_0^t v(\tau)d\tau + x_0 = \int_0^t \left(\int_0^{\tau'} a(\tau)d\tau \right) d\tau' + v_0 t + x_0$$

Pozíció: $$x(t) = x_o + v_o \cdot t + \frac{1}{2}at^2$$

Feladatmegoldáshoz hasznos formulák







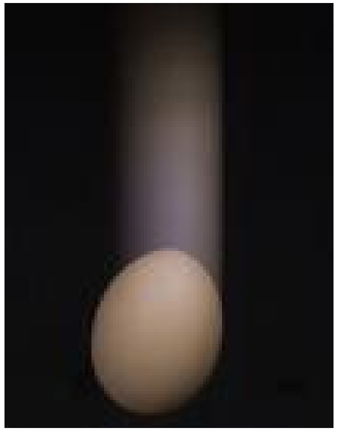
$$s = \frac{v_1 + v_2}{2}t = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2a}$$

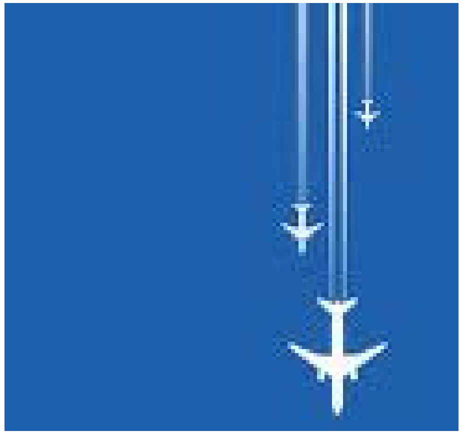
$$s = \frac{1}{2}at^2 = \frac{vt}{2} = \frac{v^2}{2a}$$

$$s = \frac{1}{2}|a|t^2 = \frac{v_0 t}{2} = \frac{v_0^2}{2|a|}$$

Szabadesés

$g = 9.81\ m/s^2 \approx 10\ m/s^2$





NY Mets 2009 Season: Free Falling

2D és 3D mozgás

Átlagsebesség (vektor): $\vec{v}_{átl.} = \frac{\Delta \vec{r}}{\Delta t}$

$$\vec{v}_{átl.} = \frac{elmozdulás}{idő}$$

Átlagsebesség: $v_{átl.} = \frac{s_{össz.}}{t_{össz.}}$

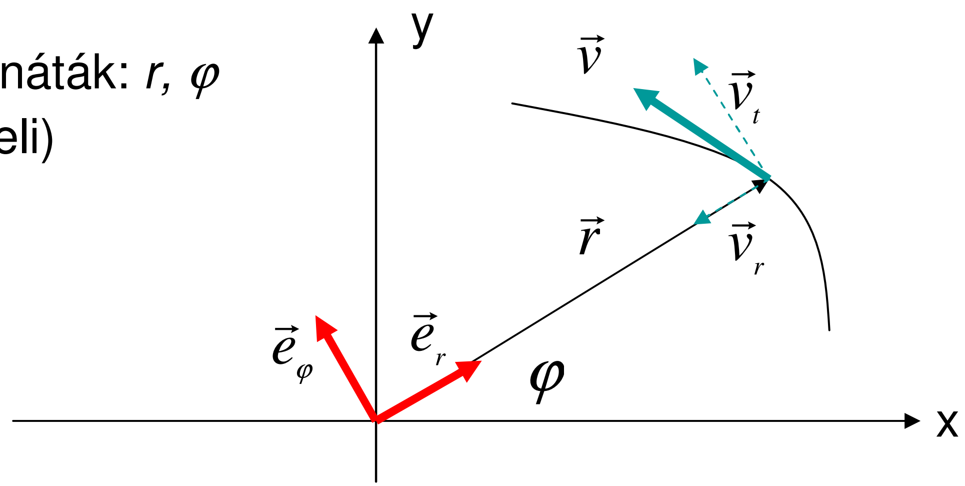
Pillanatnyi sebesség: $\vec{v}(t) = \frac{d\vec{r}}{dt}$

Mivel: $d\vec{r} = dr\vec{u}_t$

$\vec{u}_t$: érintő irányú egységvektor

$$\vec{v}(t) = \underbrace{\frac{dr}{dt}\vec{u}_t}_{\vec{v}_t} + \underbrace{r\frac{d\vec{u}_t}{dt}}_{?}$$

Polárkoordináták: *r*, *φ*
(síkbeli)



$$\vec{r} = r\vec{e}_r$$

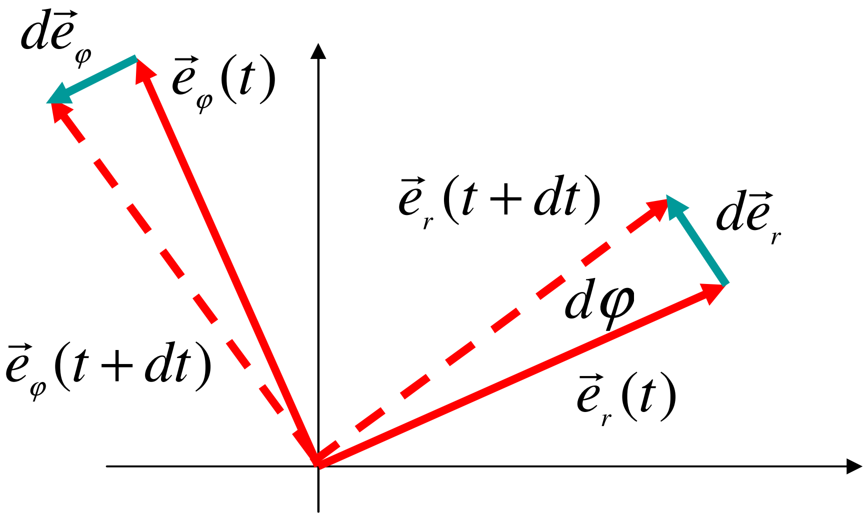
$$\dot{\vec{r}} = \dot{r}\vec{e}_r + r\dot{\vec{e}}_r$$

$$\vec{v} = \dot{\vec{r}} = \underbrace{\dot{r}\vec{e}_r}_{\vec{v}_r} + \underbrace{r\dot{\varphi}\vec{e}_\varphi}_{\vec{v}_t}$$

$$\vec{a} = \dot{\vec{v}} = \ddot{r}\vec{e}_r + \dot{r}\dot{\vec{e}}_r + \dot{r}\dot{\varphi}\vec{e}_\varphi + r\ddot{\varphi}\vec{e}_\varphi + r\dot{\varphi}\dot{\vec{e}}_\varphi$$

$$\downarrow$$

$$\vec{a} = \left(\ddot{r} - r\dot{\varphi}^2\right)\vec{e}_r + \left(2\dot{r}\dot{\varphi} + r\ddot{\varphi}\right)\vec{e}_\varphi$$



$$\dot{\vec{e}}_r = \dot{\varphi}\vec{e}_\varphi \qquad \dot{\vec{e}}_\varphi = -\dot{\varphi}\vec{e}_r$$

A tömegpont helyzete: $\vec r(t) = \int_0^t \vec v(\tau)d\tau + \vec r_0$

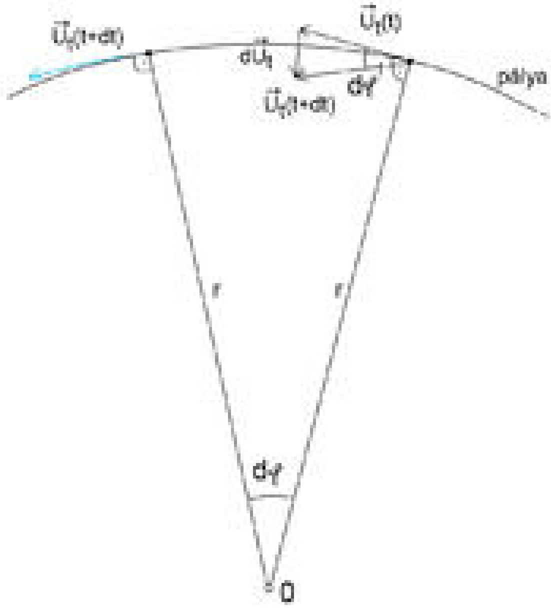
A tömegpont által megtett út: $s = \int_0^t v(\tau)d\tau$

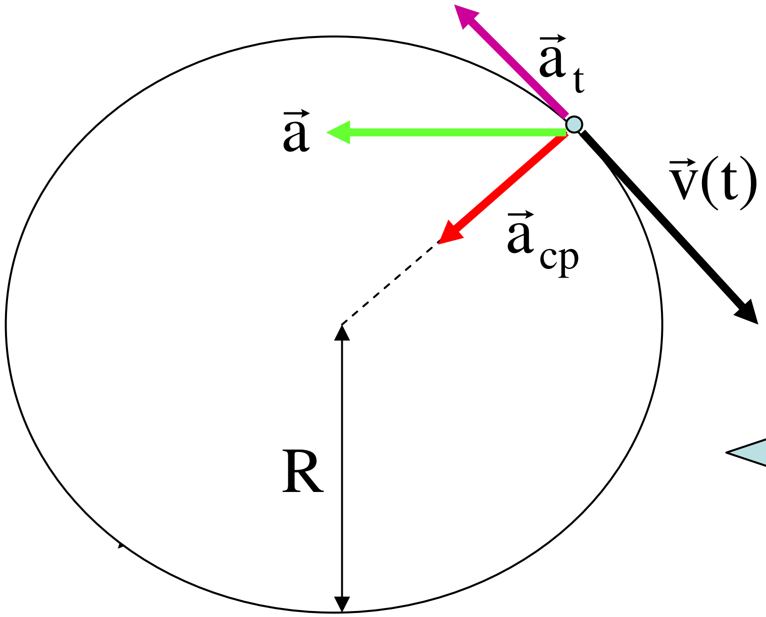
A tömegpont gyorsulása:
(egyszerűen)

$$\vec a = \frac{d\vec v}{dt} = \frac{d}{dt}\left(v\vec u_t\right) = \dot v\vec u_t + v\dot{\vec u}_t$$

$$\frac{du_t}{|\vec u_t|} = \frac{vdt}{R} \Rightarrow \frac{du_t}{dt} = \frac{v}{R}$$

$$\vec a = \underbrace{\dot v\vec u_t}_{a_t} + \underbrace{\frac{v^2}{R}\vec n}_{a_{cp}}$$





$$\vec{a} = \vec{a}_{cp} + \vec{a}_t \quad \text{ahol} \quad a_t = \frac{dv}{dt}$$

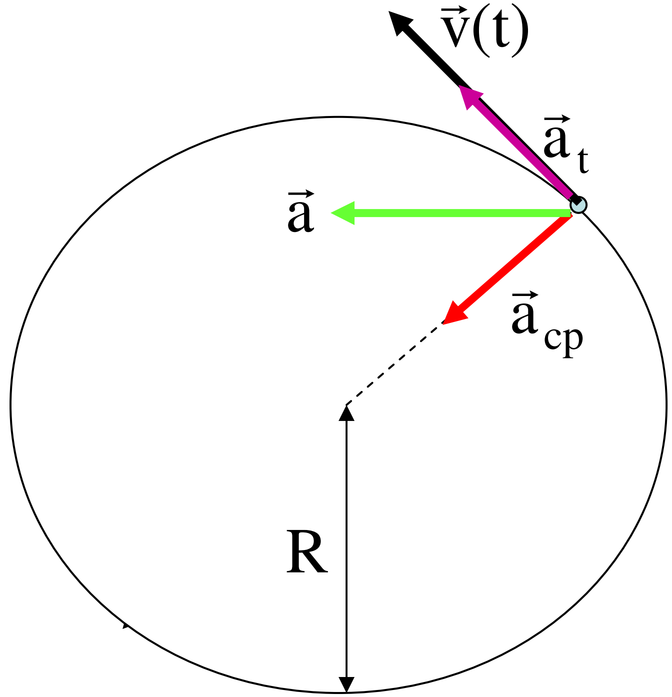
$$\vec{a}_{cp} \perp \vec{a}_t$$

v csökken: $\dfrac{dv}{dt} \langle 0$

$v \neq \text{const}$

$$\Downarrow$$

$$a = \sqrt{a_{cp}^2 + a_t^2}$$



v növekszik: $\dfrac{dv}{dt} \rangle 0$

Egy speciális eset: $\vec{a} = const.$

$$\vec{r}(t) = \vec{r}_o + \vec{v}_o \cdot t + \frac{1}{2}\vec{a} \cdot t^2$$

$$\vec{v}(t) = \vec{v}_o + \vec{a} \cdot t$$

$$\Downarrow$$

$$x(t) = x_o + v_{ox} \cdot t + \frac{1}{2} a_x t^2$$

Vízszintes mozgás

$$v_x(t) = v_{ox} + a_x \cdot t$$

$$y(t) = y_o + v_{oy} \cdot t + \frac{1}{2} a_y t^2$$

Függőleges mozgás

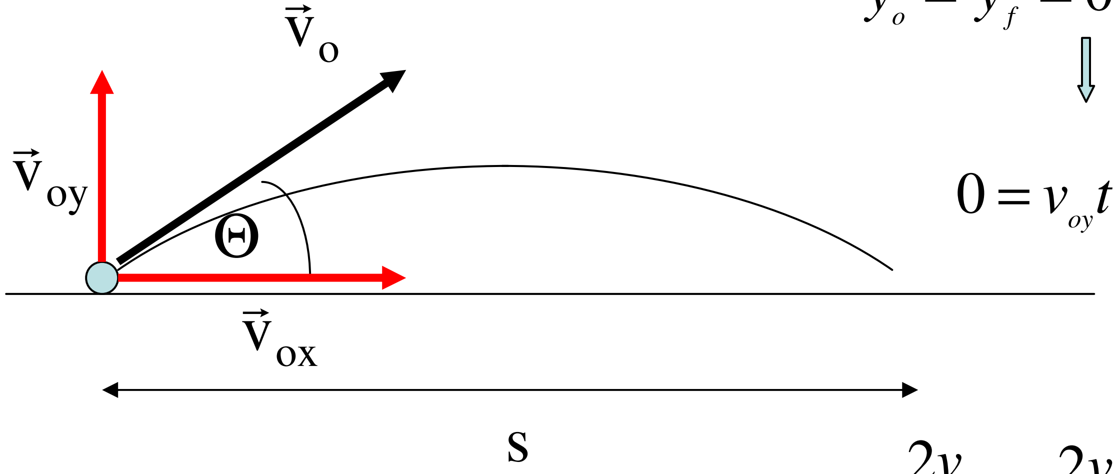
$$v_y(t) = v_{oy} + a_y \cdot t$$

Hajítás

$$v_{ox} = v_o \cos\Theta$$

$$v_{oy} = v_o \sin\Theta$$

$$t = 2\frac{v_{oy}}{g}$$



függőleges mozgás

$$y(t) = y_o + v_{oy}t + \frac{1}{2}a_y t^2$$

$$y_o = y_f = 0$$

$$0 = v_{oy}t + \frac{1}{2}a_y t^2$$

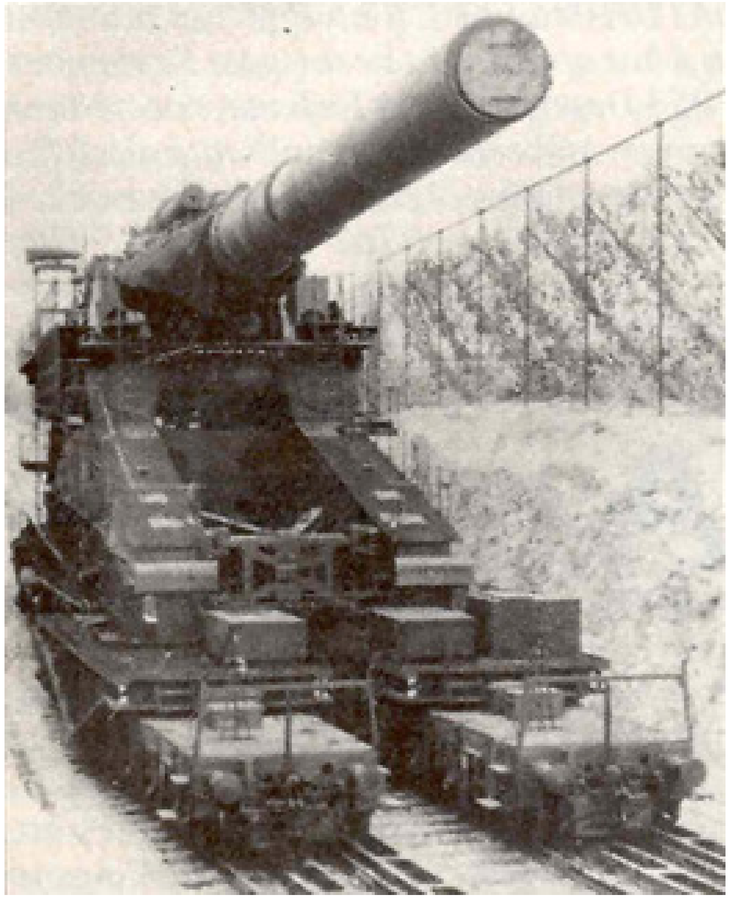
$$t = -\frac{2v_{oy}}{a_y} = \frac{2v_o \sin\Theta}{g}$$

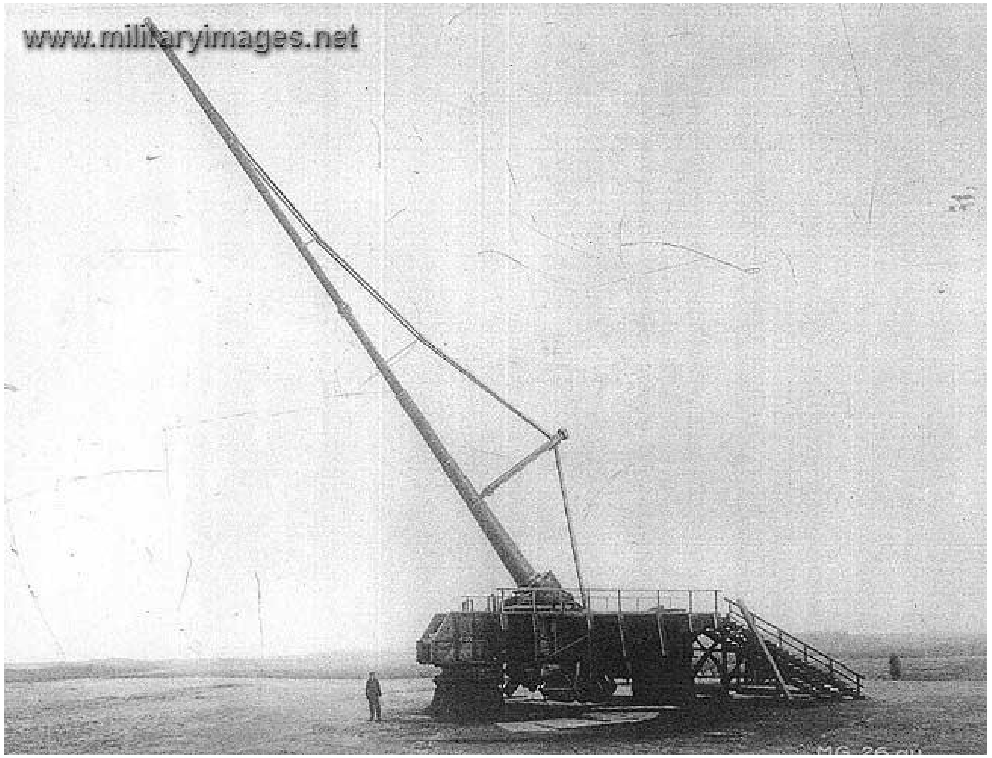
$$s = \frac{v_o^2}{g}\sin(2\Theta) \longleftarrow \text{vízszintes elmozdulás}$$

$$x(t) = v_{ox}t = v_o \cos\Theta t$$

$$\text{s} = v_{ox}t = v_o \cos\Theta t = v_o \cos\Theta \cdot \frac{2v_o \sin\Theta}{g}$$

A nagy Bertha





v_o = 1700 m/s

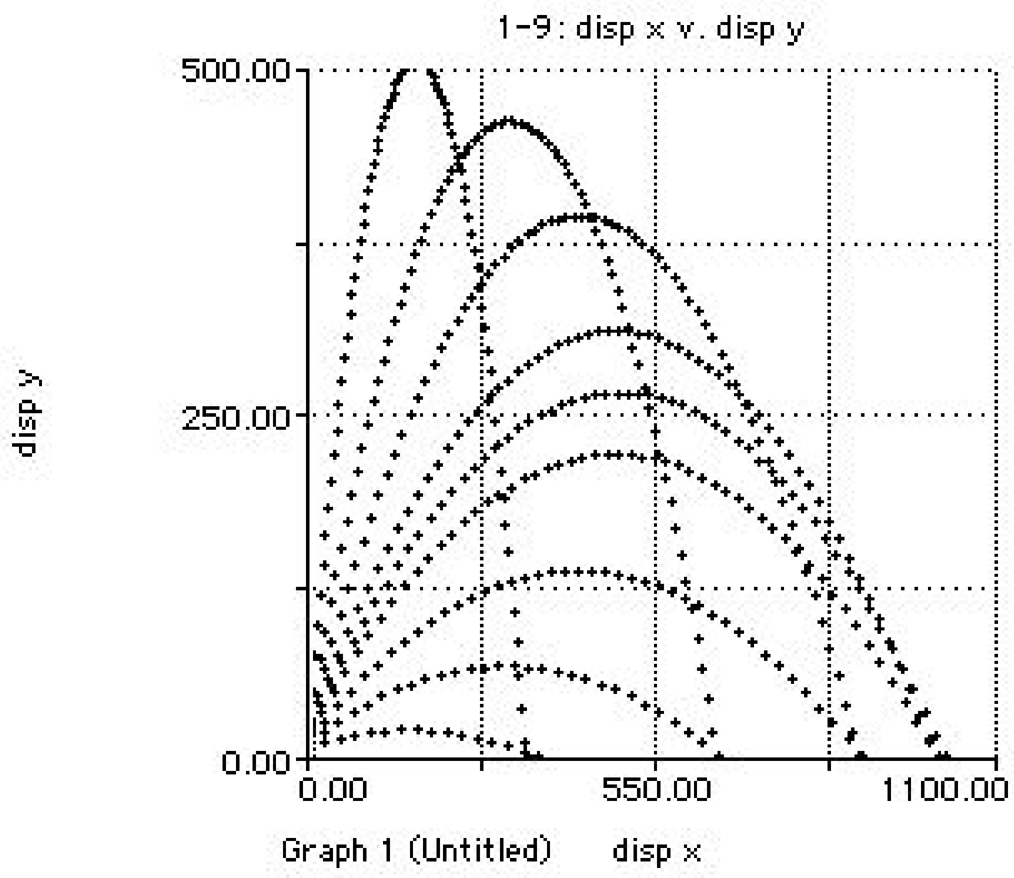
θ = 55°

s = ?

h = ?

Egy jó stratégia a hógolyócsatához

/ avagy hogyan lehet a lányokat (fiúkat) hógolyóval eltalálni /



Tudjuk (alg.):

$$\sin\alpha = \sin(\pi - \alpha)$$

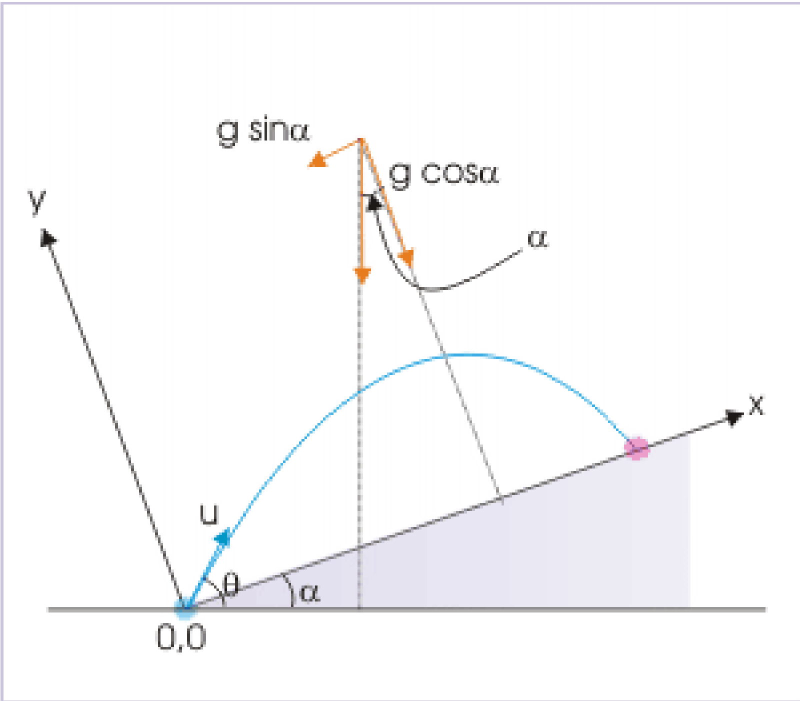
$$s = \frac{v_o^2}{g}\sin(\,2\Theta)$$

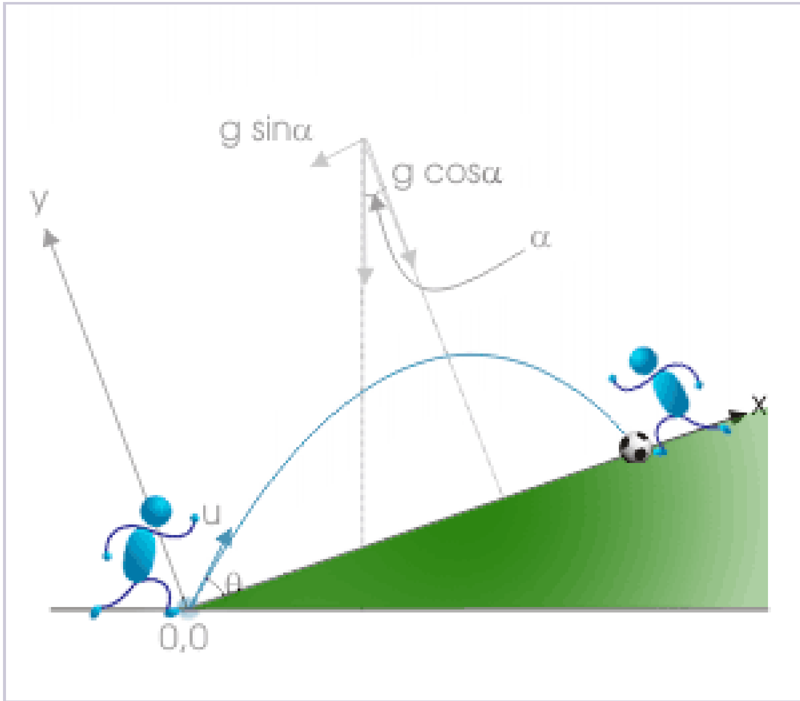
$$\sin(2\Theta) = \sin(\pi - 2\Theta) = \sin(2\beta)$$

$$\beta = \frac{\pi}{2} - \Theta$$

Egy újabb példa

/ avagy miért építették a várakat hegytetőre /





1. megoldás: a_x, a_y
2. megoldás: $y(x)$

-
-
-

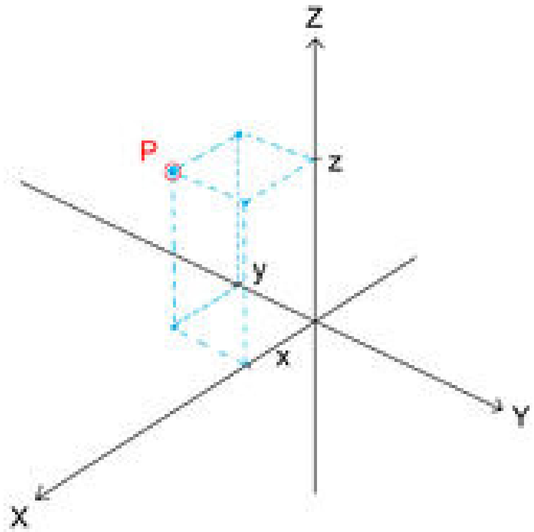
Koordináta rendszerek

Descartes-féle koordináta rendszer

$$\vec{r} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k} = (x, y, z)$$

$$\dot{\vec{r}} = \vec{v} = \dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j} + \dot{z}\vec{k}$$

$$\ddot{\vec{r}} = \dot{\vec{v}} = \vec{a} = \ddot{x}\vec{i} + \ddot{y}\vec{j} + \ddot{z}\vec{k}$$



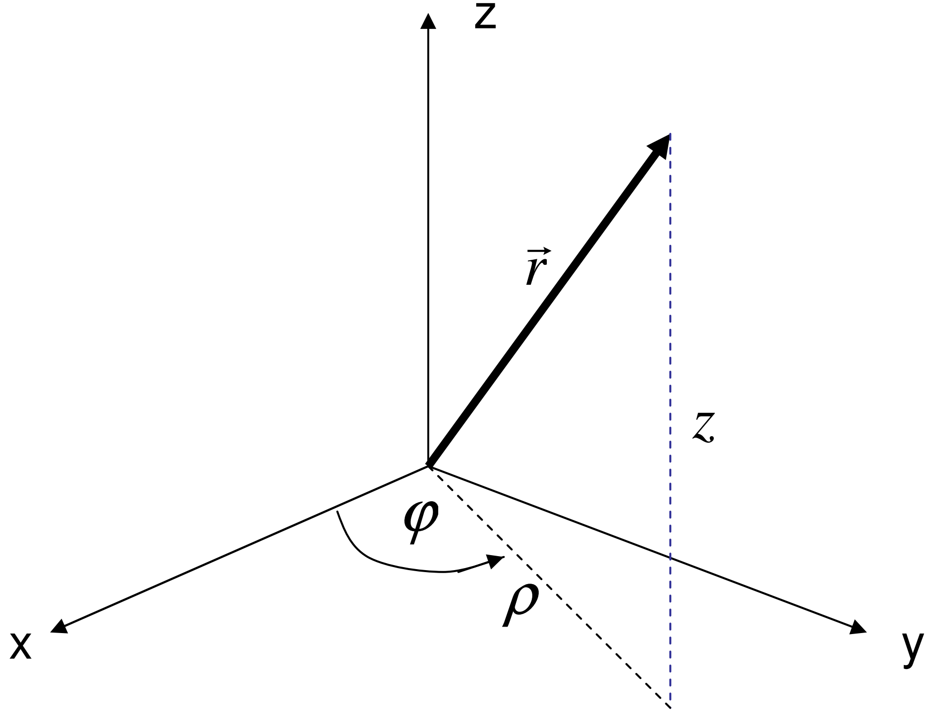
Henger koordináta rendszer

$$\vec{r} = (r, \varphi, z)$$

$$\vec{r} = \rho\vec{e}_\rho + z\vec{k}$$

$$\dot{\vec{r}} = \vec{v} = \dot{\rho}\vec{e}_\rho + \rho\dot{\varphi}\vec{e}_\varphi + \dot{z}\vec{k}$$

$$\ddot{\vec{r}} = \dot{\vec{v}} = \vec{a} = \underbrace{(\ldots)\vec{e}_\rho + (\ldots)\vec{e}_\varphi}_{\text{Síkbeli polár}} + \ddot{z}\vec{k}$$



Gömbi koordinátarendszer

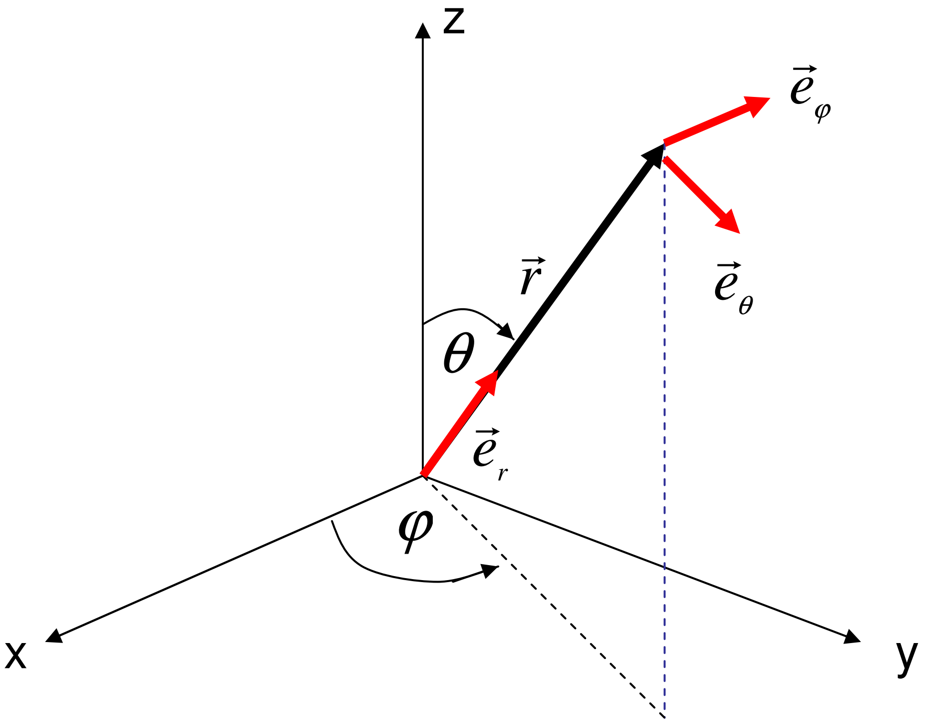
$$\vec{r} = (r, \varphi, \theta)$$

$$\vec{r} = r\vec{e}_r$$

$$\dot{\vec{r}} = \vec{v} = \dot{r}\vec{e}_r + r\sin\theta\dot{\varphi}\vec{e}_\varphi + r\dot{\theta}\vec{e}_\theta$$

$$\ddot{\vec{r}} = \dot{\vec{v}} = \vec{a} = H.F.$$

?



Segítség:

$$\vec{e}_r = \sin\Theta\cos\varphi\vec{i} + \sin\Theta\sin\varphi\vec{j} + \cos(\Theta)\vec{k}$$

$$\vec{e}_\varphi = -\sin\varphi\vec{i} + \cos\varphi\vec{j}$$

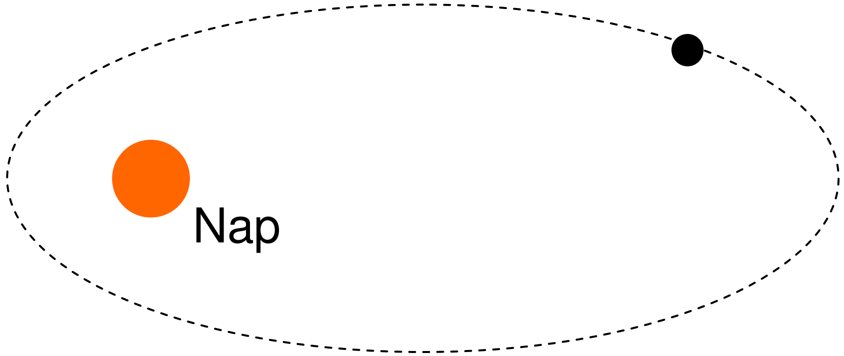
$$\vec{e}_\Theta = \cos\Theta\cos\varphi\vec{i} + \cos\Theta\sin\varphi\vec{j} - \sin\Theta\vec{k}$$

Kepler törvények

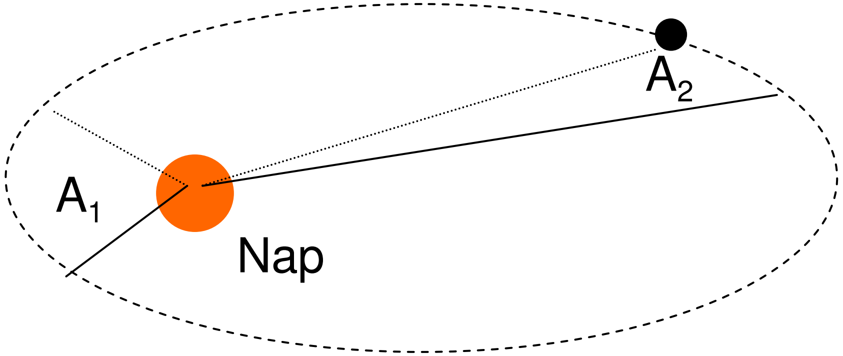
(Tycho de Brahe, 1546 - 1601)

(Jahannes Kepler, 1571 - 1630)

1.

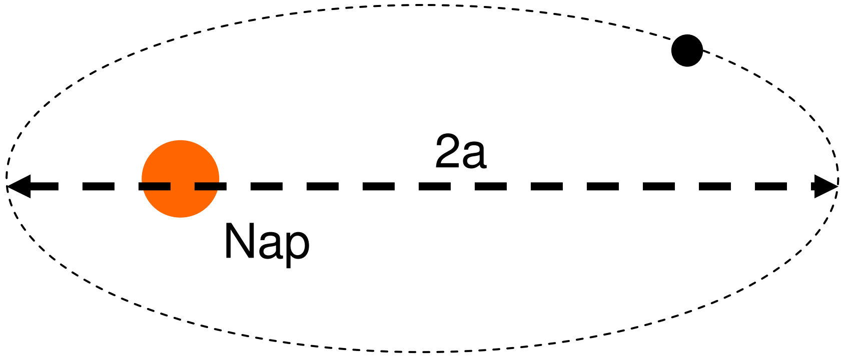


2.



$A_1 = A_2$

3.

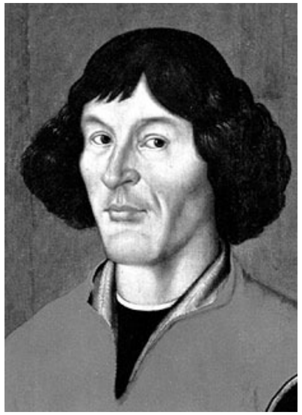


$$\frac{T^2}{a^3} = const.$$

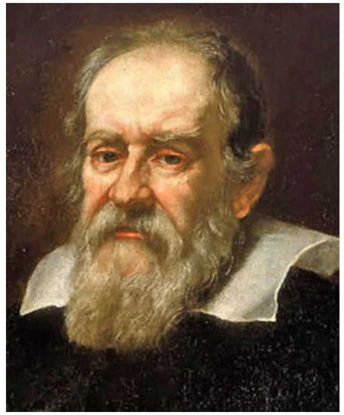
Kinematika → dinamika?

Történeti sorrend

Tycho de Brahe
1546 - 1601



Kopernikusz
1473 - 1543



Galileo Galilei
1564 - 1642

Jahannes Kepler, 1571 - 1630

Isaac Newton
1642 - 1727