

Fizika alapismeretek

2022

Kornis János
Fizika Tanszék

Általános tudnivalók

1 óra előadás + 1 óra számolási gyakorlat

névsor minden órán

előadáson: 50 % jelenlét követelmény

gyakorlaton: 70 % jelenlét követelmény

Félévközi jegy: két nagy zh. 40% + jelenléti követelmények

számonkérések

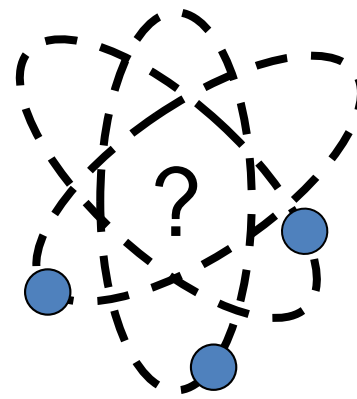
2 nagy zh. (100 pont)

pót zh, pót-pót zh

Kedvezmények:

- Felmérő az első héten
- 70%-os eredmény > teljesített tárgy

Miért éppen fizika



Fizikai kutatások

Számítógépes hálózat



Tranzisztor



Kvantumszámítógép



GPS

(atomóra, rel. elm.)



CT (NMR)



Holográfia



Nanofizika



Alkalmazások

Internet (www.)

Félvezető elektronika

Nagy számolási sebesség
RSA kód feltörése, stb.

Helymeghatározás

Gyógyászat

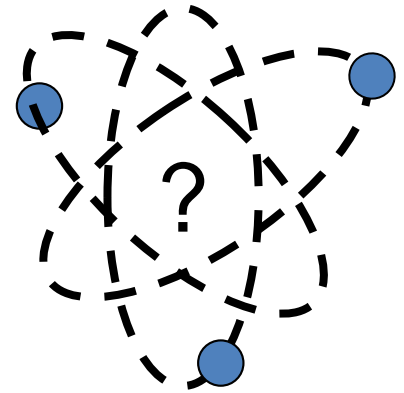
3D képalkotás, 3D TV
bankkártya, stb.

Láthatatlan repülőgép

Öntisztuló ruha

"Öngyógyuló" számítógép

Miért éppen fizika



Mert érdekes !!!

Mire jó a fizika?

- Módszert és analógiákat mutat problémák megoldásához
- Megmutatja az összefüggéseket

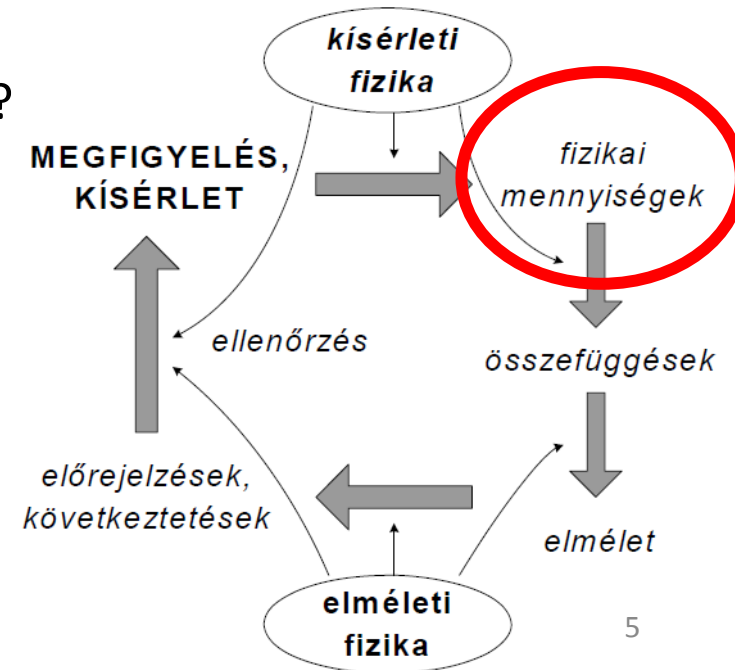
A fizika természeti jelenségekkel foglalkozik, a természettudomány egyik ága.

Cél:

a természeti jelenségek tanulmányozása, objektív törvények megismerése, ezek érvényességi határainak vizsgálata, és a törvények gyakorlati alkalmazása

- A megismerés módszere

- 1. lépés: adatgyűjtés/megfigyelés - hogyan?
- 2. lépés: analízis/modellalkotás – mi a közös?
- 3. lépés: elmélet/axiómák - miért?
- 4. lépés: kísérletek – igaz?



A fizika a jelenségek megértése és leírása érdekében *modellekkel* dolgozik.

(Nem a vizsgált objektumot vagy jelenséget próbálja a maga teljességében leírni, hanem egyszerűsítéseket használ, elhanyagolja a jelenség lényegének megértéséhez nem okvetlenül szükséges részleteket, és az így kapott modell-objektumot, vagy modell-jelenséget vizsgálja.)

A modell akkor jó, ha a belőle kapott eredményeket a tapasztalat igazolja (*ellenőrzés*).

Fontos segédeszköz a *matematika*, amelynek segítségével a mennyiségek között számszerű összefüggések írhatók fel: a *törvények kvantitatívvá tehetők*.

Használt mennyiségek típusai:

- *skaláris*- (csak nagyság: pl. tömeg, hőmérséklet, töltés)
- *vektoriális* (irány is: pl. elmozdulás, sebesség, erő).

Számunkra szükséges matematikai alapok: a skalár- és vektormennyiségekkel végzett műveletek, vagyis a *vektorszámítás*-, továbbá a *differenciál- és integrálszámítás alapjai*.

Fizikai mennyiség = {mérőszám} {mértékegység}

Sebesség = 5 m/s

- dimenzió: [L/T]

A fizikai mennyiség *dimenziója* (jellege):

hosszúság – L

tömeg – M

idő – T



“Egy egyenletben szerepő minden tag dimenziójának azonosnak kell lennie.”
Milyen a jó mértékegység?

Elvileg a fizikai mennyiségekhez tetszőleges mértékegységet hozzárendelhetünk.

- Azonban a mértékegységeket célszerű úgy megválasztani, hogy segítségükkel a mindennapi élet tapasztalatai egyszerűen kifejezhetők legyenek.
- Továbbá az egységet időtálló módon rögzíteni a mértékegységeket lehetőleg természeti állandókra vagy jól reprodukálható jelenségekre kell alapítani, és a lehető legnagyobb körben egyezményesen elfogadtatni.

Mértérendszer

- 1799. június 22. az első tízes alapú mértérendszer (Decimal Metric System); az első platina méter és kilogram etalonok elhelyezése a párizsi Archives de la République-ban.
- 1832. Gauss megalkotja az **első koherens mértérendszer**t, melyben a kg-hoz és a m-hez hozzáveszi a csillagászatból vett másodpercet. Gauss meghatározza a Föld mágneses terének erősségét a milliméter, gramm and másodperc egységek segítségével.
- 1860-as évek Maxwell és Thomson javasolja, hogy a koherens mértérendszer álljon **alap és származtatott mértékegységekből**.
- 1874 bevezetik a **CGS rendszert**, mely három mechanikai egységen a centiméteren, a gramon és a másodpercen alapul és a prefixumok közül bevezetik a mikrotól a megáig terjedőket.
- 1875 május 20. **Méter Konvenció**, feladata az új méter és kilogram etalonok kidolgozása.
- 1889 életbe lép az **MKS rendszer** az új méter és kilogram standardokkal és a bevezetésre kerülő csillagászati másodperccel.
- 1901 Giorgi bebizonyítja, hogy a mechanikai mértékegységekhez az amper, vagy ohmot hozzáváve koherens 4 elemű mértérendszer alkotható.
- 1921 a Méter Konvenció felülvizsgálata.
- 1939 az **MKSA rendszer** bevezetése: a negyedik mértékegység az amper lesz.
- 1954 bevezetésre kerül a **kelvin és a candela** , mint a termodinamikai hőmérséklet és a fényerősség egységei.
- 1960 A hat elemű mértérendszer a **Systeme International d'Unités (SI)** nevet kapja.
- 1971 az anyagmennyiség mértékegységének, a **mol**nak a bevezetésével teljessé válik a jelenleg is érvényes 7 tagú SI mértérendszer.

Mars Polar Lander



Spacecraft Dimensions

1.06 meters tall by 3.6 meters wide.

Spacecraft Weight

Total: 576 kg

Propellant: 64 kg

Mission Timeline

1993: Project started

January 3, 1999: Launch

December 3, 1999: **LOST** during landing

Project Cost

\$110 million for spacecraft development, \$10 million mission operations; total \$120 million (not including launch vehicle or Deep Space 2 microprobes).

Root Cause: Failure to use metric units in the coding of a ground software file, “Small Forces,” used in trajectory models

Az SI felépítése

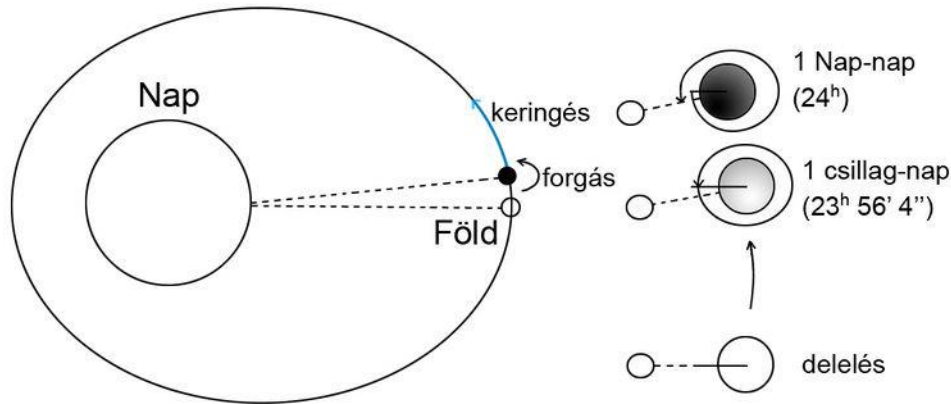
(MSz 4900/1...12)

- Alapegységek - 7 db
- Kiegészítő egységek - 2 db
- Leszármaztatott mennyiségek
- Megtűrt egységek [hold, négyszögöl, Å, fényév, pc, ...]

A nem (hivatalos) SI egységeket is ismerni kell

Hosszúság és időegység

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

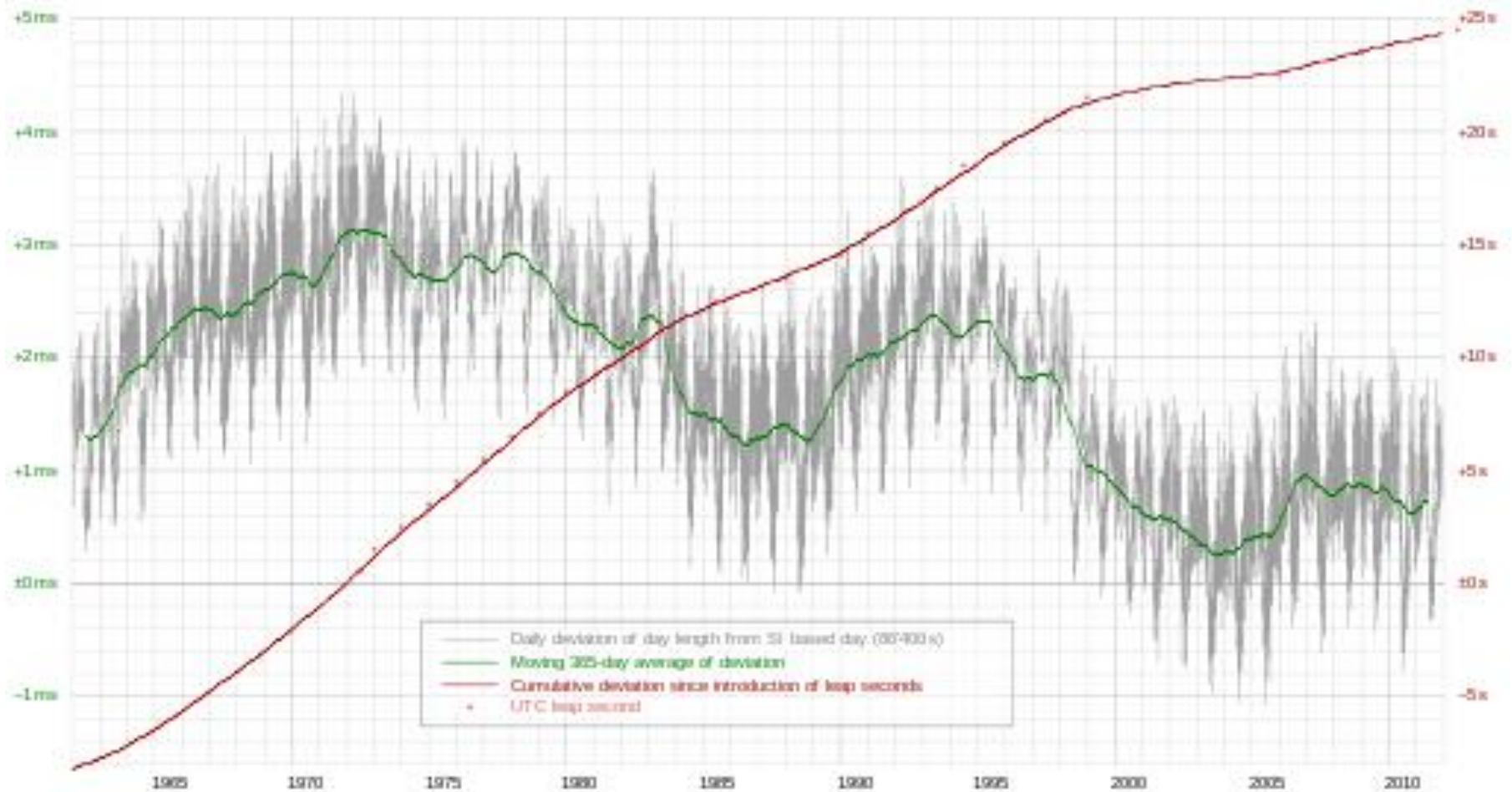


Atomóra: nagy pontosság
1ms / év vagy jobb

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

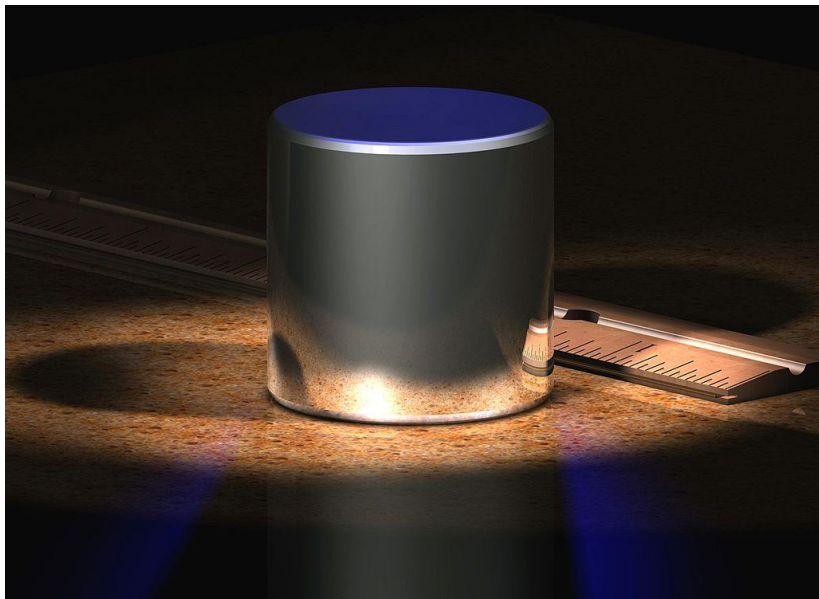
1 méter: Kr^{86} narancssárga spektrumvonalának 1650763.73 - szorosa



Szökőmásodpercek az utóbbi években

A kilogramm

Az első meghatározás (1795) szerint legyen egy kilogramm annyi víznek a tömege, amely egytized méter élhosszúságú kockába fér a víz fagyáspontján



A kilogramm etalonja, eredetije a Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatalban (BIPM), Sèvres-ben őrzött, 1 kg tömegűnek definiált platina-irídium henger.

A kilogrammot a Planck-állandóhoz kötötték.

A végleges döntés a 26. konferencián, 2018 novemberében született meg, amely során ezt a módszert választották az új definícióként. A méréséhez szükséges kísérleti eszközt a Watt-mérleget, ma már Kibble-mérleg néven említik Bryan Kibble tiszteletére, aki továbbfejlesztette az eszközt.

Az SI felépítése

(MSz 4900/1...12)

- Alapegységek - 7 db
- Kiegészítő egységek - 2 db
- Leszármaztatott mennyiségek
- Megtűrt egységek [hold, négyszögöl, Å, fényév, pc, ...]

A nem (hivatalos) SI egységeket is ismerni kell

SI alapegységek			
Név	Jel	Mennyiség	Mennyiség jele
méter	m	Hossz	l
kilogramm	kg	Tömeg	m
másodperc	s	Idő	t
amper	A	Elektromos áramerősség	I
kelvin	K	Abszolút hőmérséklet	T
mól	mol	Anyagmennyiség	n
kandela	cd	Fényerősség	-

Kiegészítő egységek: radián és szteradián

SI-prefixumok			
Előtag	Jele	Szorzó	
		hatvánnyal	számnévvél
yotta-	Y	10^{24}	kvadrillió
zetta-	Z	10^{21}	trilliárd
exa-	E	10^{18}	trillió
peta-	P	10^{15}	billiárd
tera-	T	10^{12}	billió
giga-	G	10^9	milliárd
mega-	M	10^6	millió
kilo-	k	10^3	ezer
–	–	10^0	egy
milli-	m	10^{-3}	ezred
mikro-	μ	10^{-6}	milliomod
nano-	n	10^{-9}	milliárdod
piko-	p	10^{-12}	billiomod
femto-	f	10^{-15}	billiárdod
atto-	a	10^{-18}	trilliomod
zepto-	z	10^{-21}	trilliárdod
yokto-	y	10^{-24}	qadrilliomod

Idő

Planck-idő: az idő kvantuma.

Ennél rövidebb időtartam alatt nincs értelme összehasonlítani az Univerzum előző és következő állapotát.

($5,391 \cdot 10^{-44}$ másodperc)

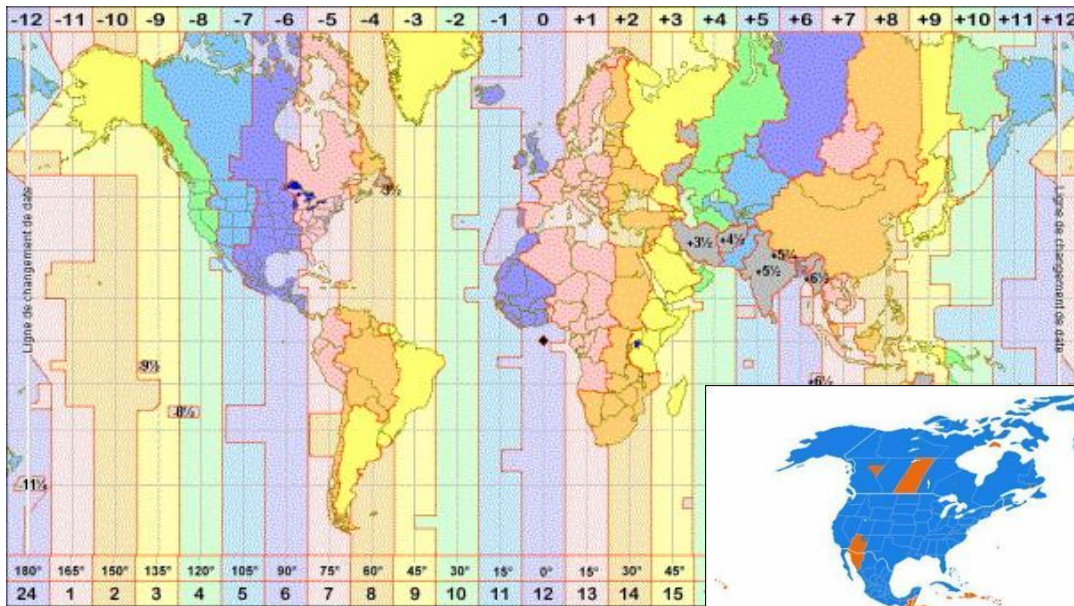
[Platón](#) Kr. e. 378-ban vízórás ébresztőórát készített, melyben egy tartályból szivárgó víz átbillentett egy rekeszt, melyből ólomgolyók estek egy rézlapra, s a zaj felébresztette tanítványait.

Óra, naptár
Gergely-naptár

Törölni kell egy napot 4782-ben!



”A puha órák nem mások, mint az idő és a tér paranoia-kritikai érett, különc és magányos camembert-ei.”



Időzónák

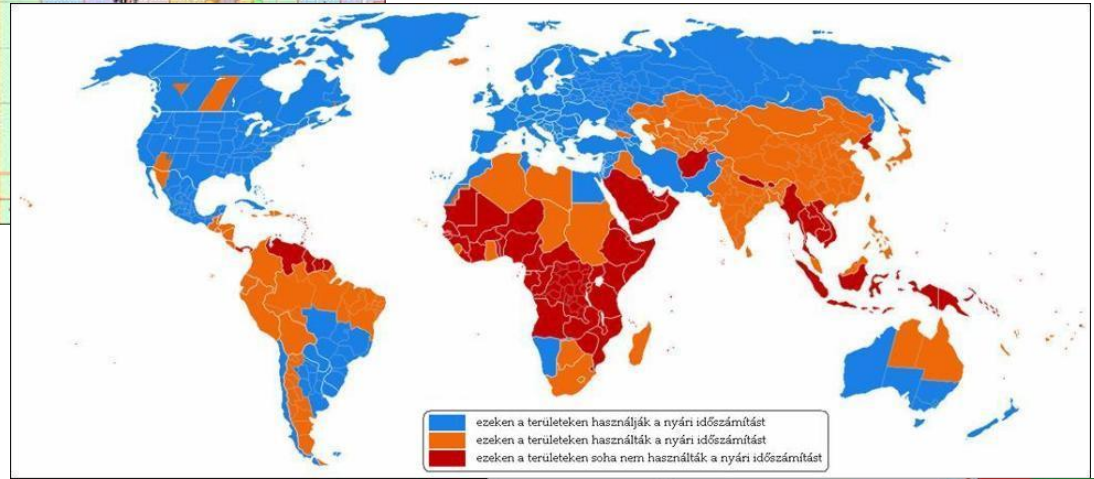
UTC: koordinált világidő

A zónaidők a UTC-től általában egész órában térnek el, ritkábban az egészhez képest fél óra, két esetben pedig negyed óra eltérés van.

Elméletileg 24 időzónának kellene lennie, a valóságban azonban 40 van.

A másodperc számértéke mindenütt azonos.

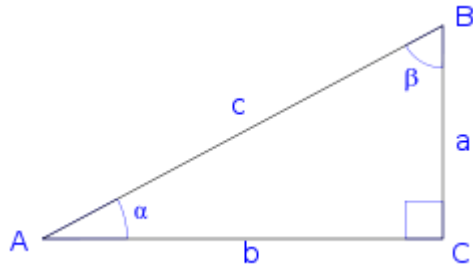
Kínában egyetlen zónaidőt használnak.



Használatos időegységek

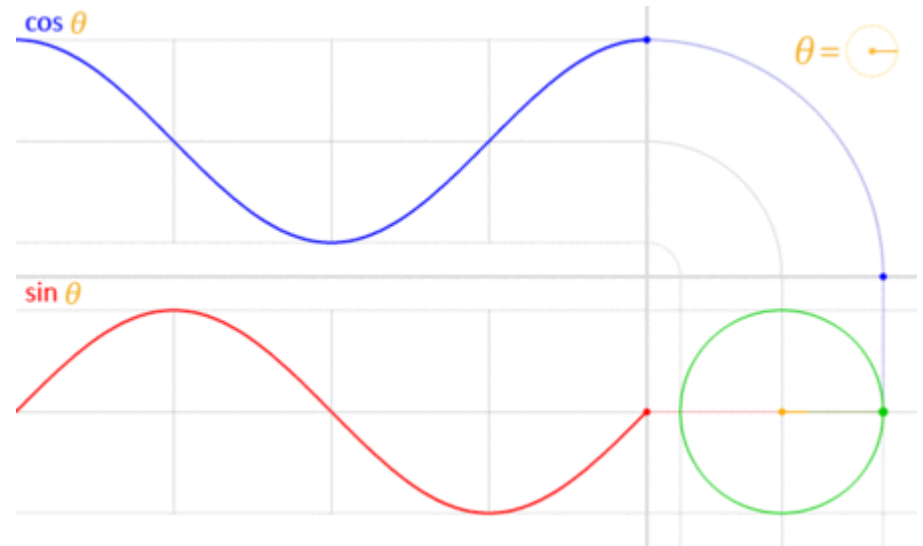
Név	Érték	Megjegyzés
Planck-idő	$\sim 5,4 \times 10^{-44}$ másodperc	Elméletileg legkisebb időtartam
atto-másodperc	10^{-18} másodperc	a 2006-ban közvetlenül mért legkisebb időtartam
pico-másodperc	0,000 000 000 001 másodperc	
nano-másodperc	0,000 000 001 másodperc	
micro-másodperc	0,000 001 másodperc	
milli-másodperc	0,001 másodperc	
másodperc	SI alapegység	
perc	60 másodperc	
óra	60 perc	
nap	24 óra	
hét	7 nap	
fortnight	14 nap	angol 2 hét
hónap	28-31 nap	
negyedév	3 hónap	
év	12 hónap	
év	365 nap	52 hét + 1 nap
szökőév	366 nap	52 hét + 2 nap
tropikus év	365,24219 nap	átlag
Gergely év	365,2425 nap	átlag
Olympiád	4 év ciklus	
évtized	10 év	
score	20 év	angol
generáció	25 év	közelítően
évszázad	100 év	
millennium	1000 év	

Trigonometria 1.

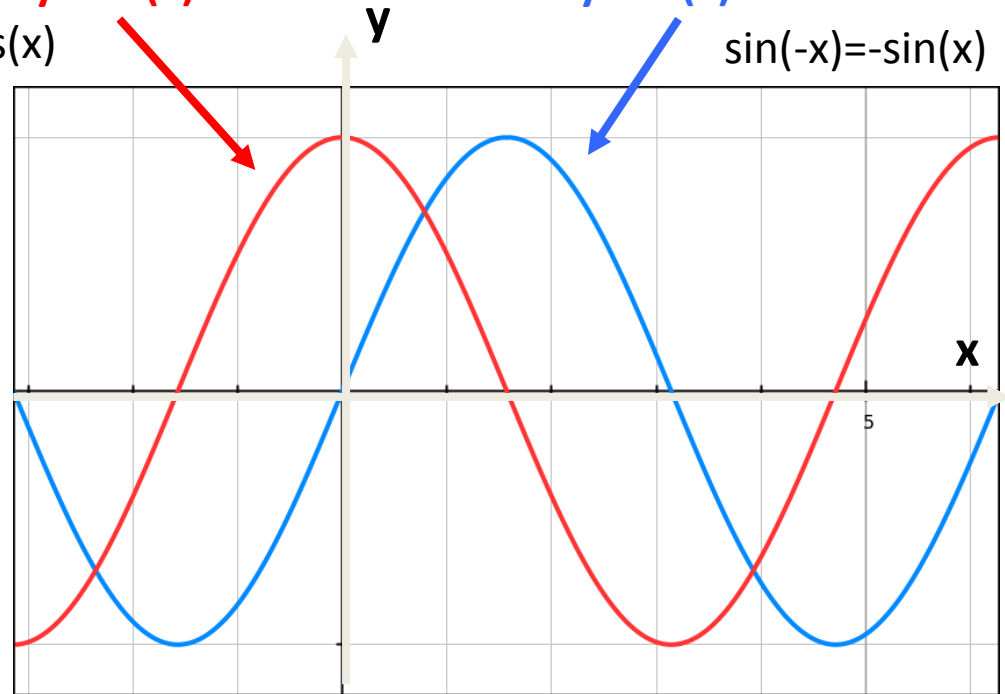
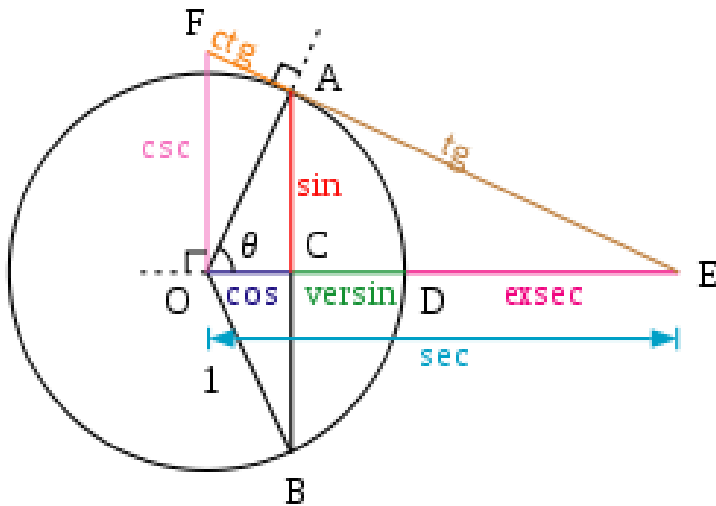


geometria

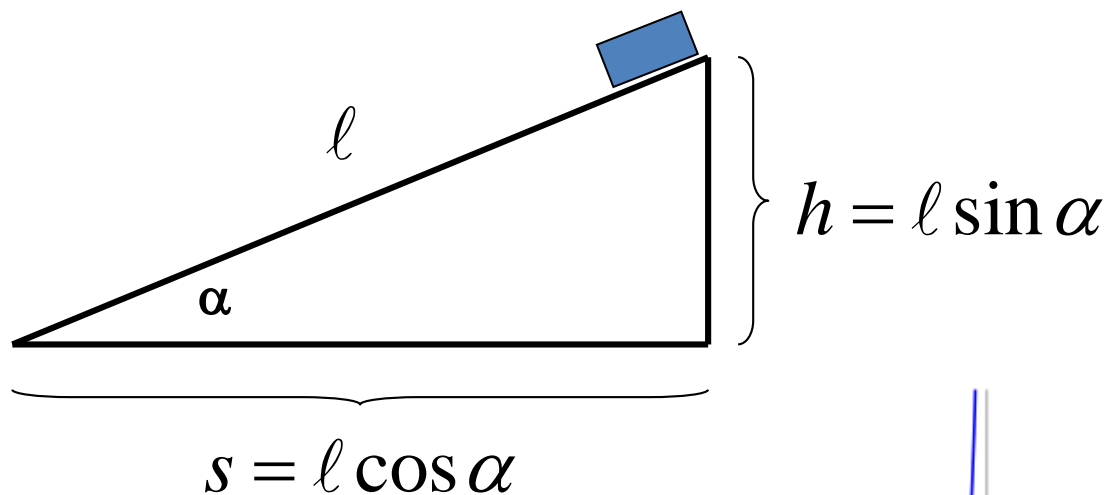
$$\cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha = 1$$



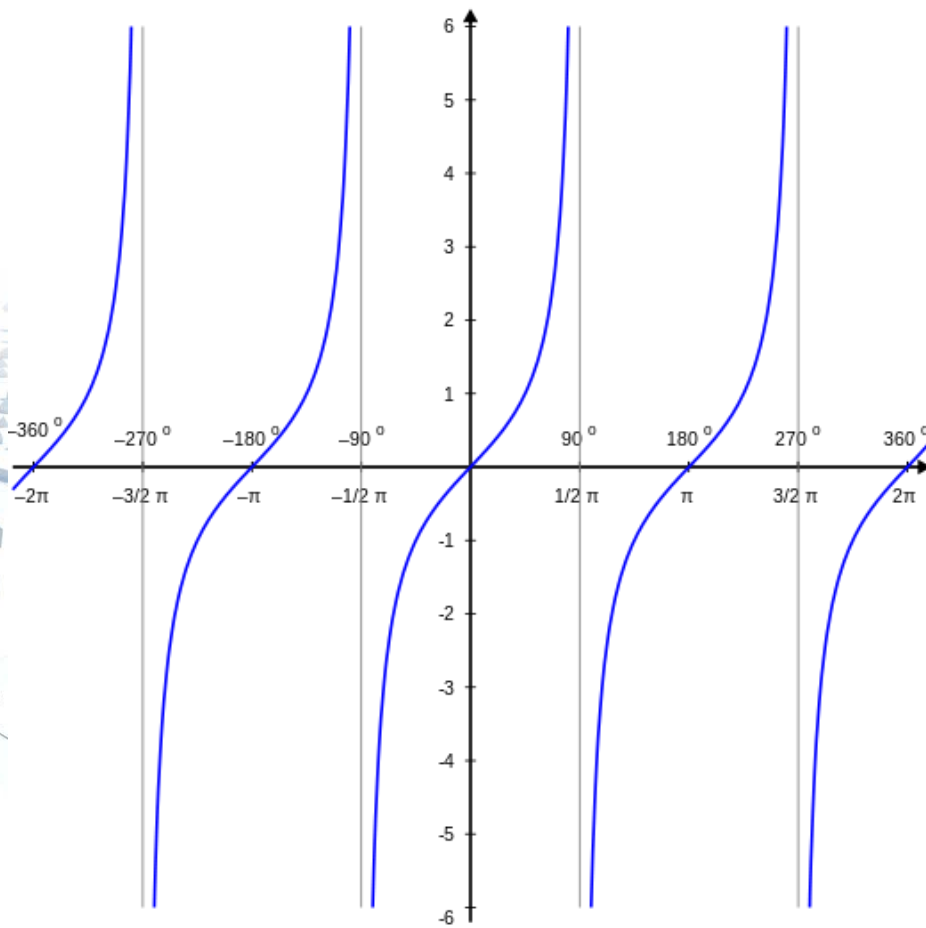
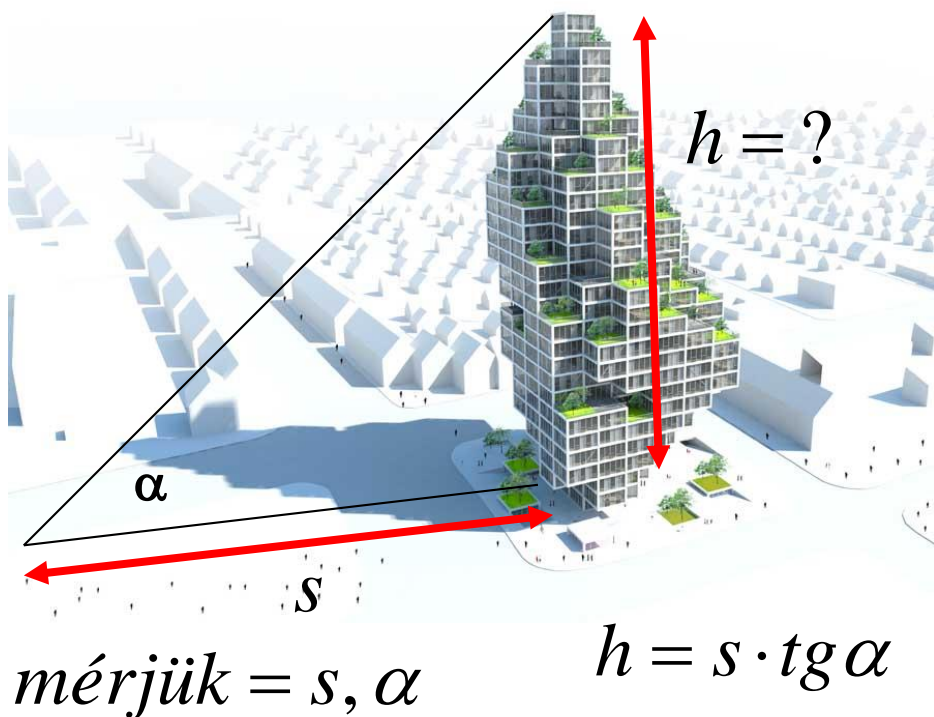
$y = \cos(x)$ $y = \sin(x)$
 $\cos(-x) = \cos(x)$ $\sin(-x) = -\sin(x)$



Trigonometria 2.

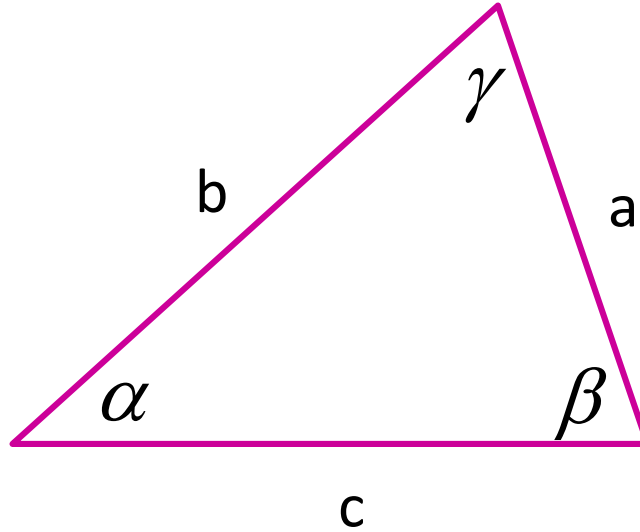


$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$



Trigonometria 6.

Színusz-tétel



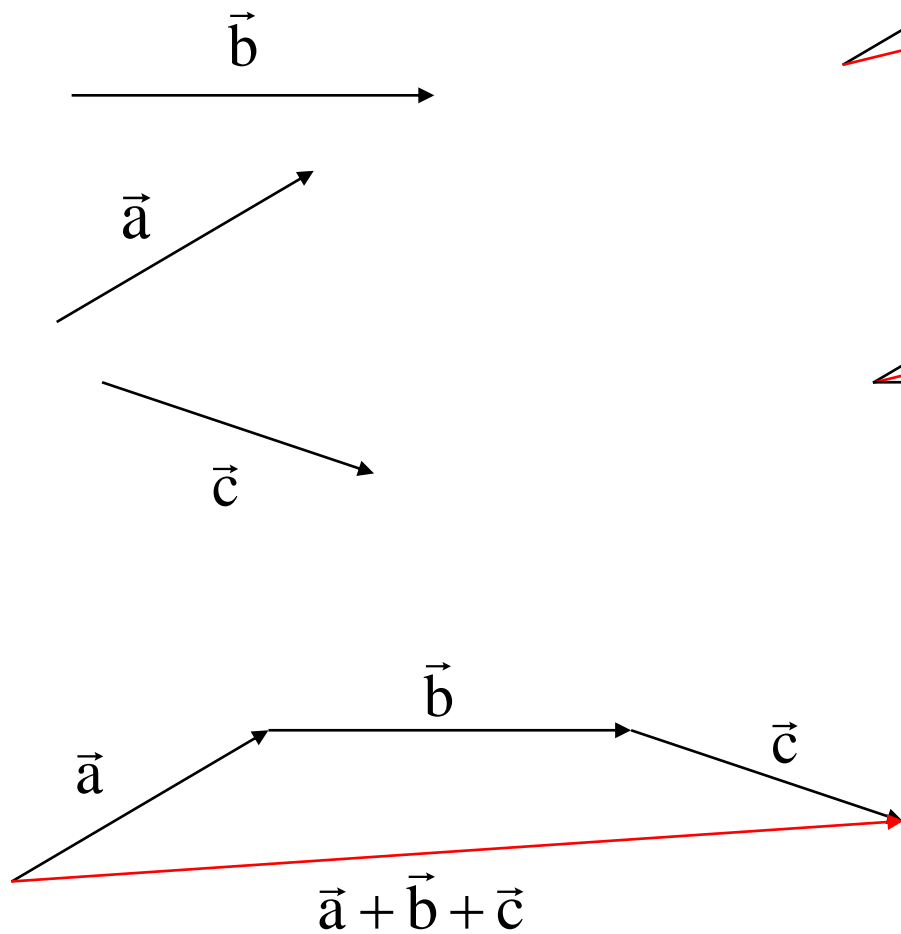
Koszinusz-tétel

$$\frac{\sin \alpha}{a} = \frac{\sin \beta}{b} = \frac{\sin \gamma}{c}$$

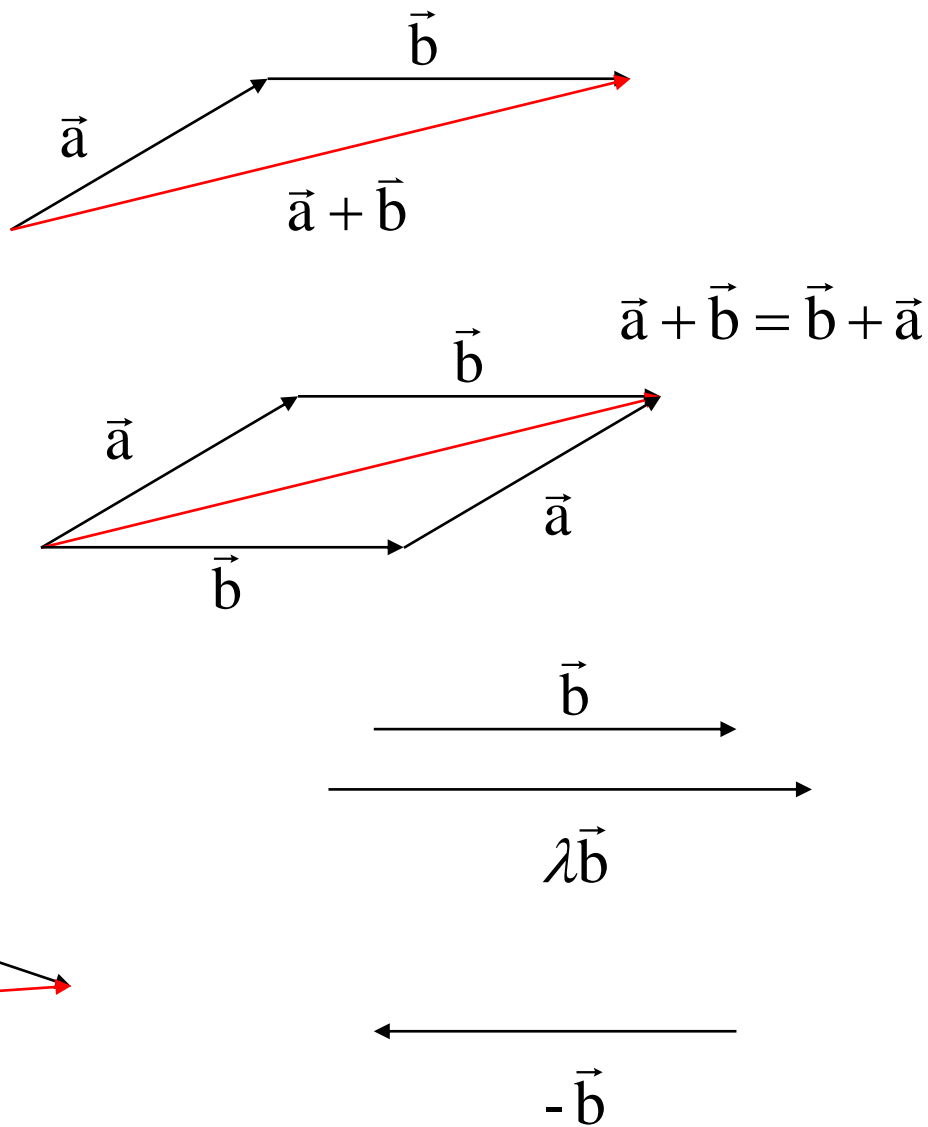
$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma$$

Vektorok 1

Vektor: nagyság + irány



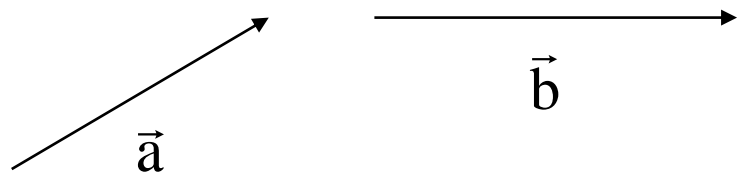
Vektorok összeadása:



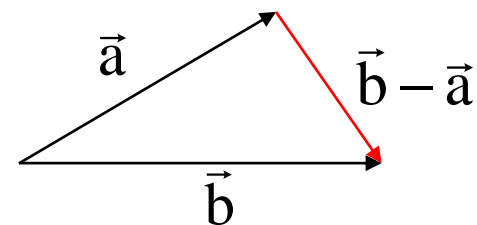
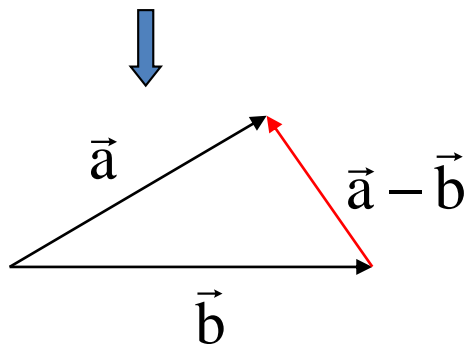
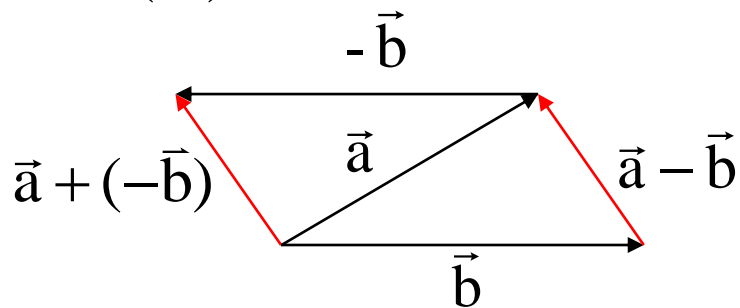
Vektorok 2

Vektor kivonása

$$\vec{a} - \vec{b} = ?$$

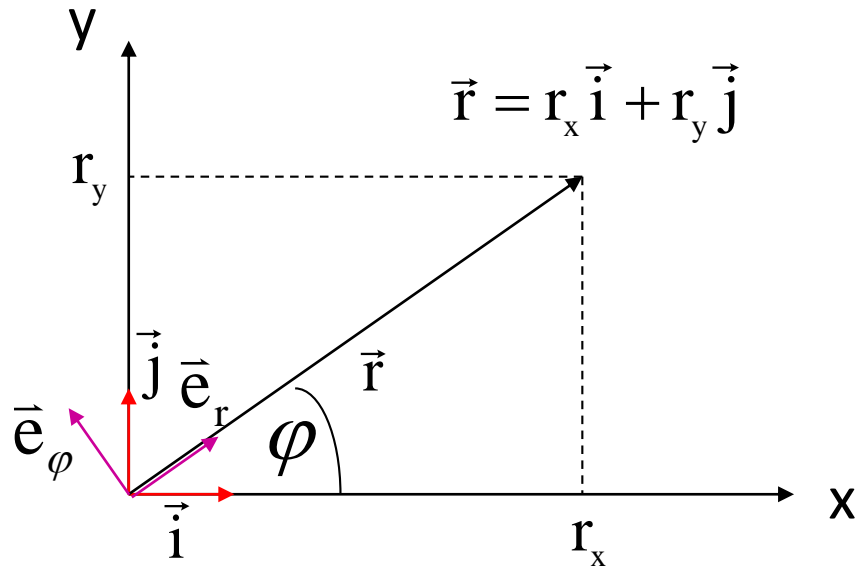


$$\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$$



Vektorok 3

Vektor Descartes és síkbeli-polár komponensei



$$|\vec{r}| = r = \sqrt{r_x^2 + r_y^2}$$

$$\tan\Theta = \frac{r_y}{r_x}$$

Descartes koordináták: r_x & r_y

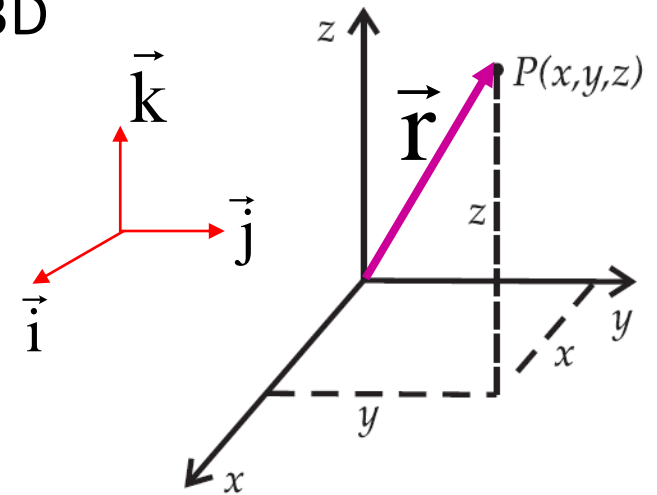
Síkbeli-polár komponensek: r & ϕ

$$r_x = r \cdot \cos \phi$$

$$r_y = r \cdot \sin \phi$$

$$\vec{r} = r \cdot \vec{e}_r \quad \text{ahol} \quad r = |\vec{r}|$$

3D

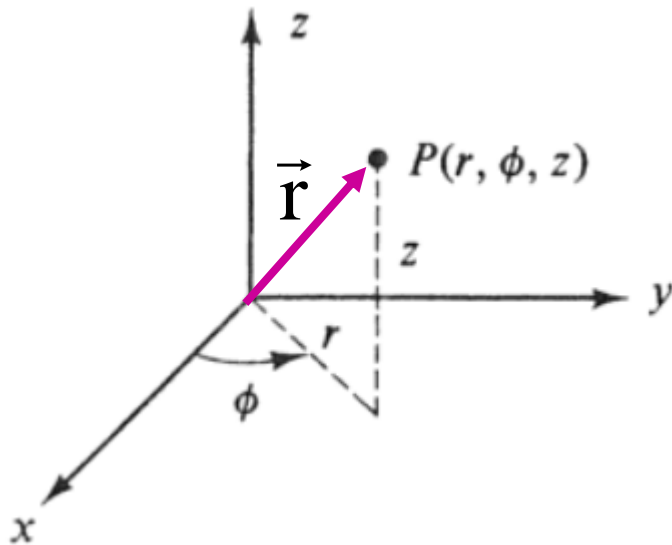


$$r = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + r_z^2} = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Vektorok 4

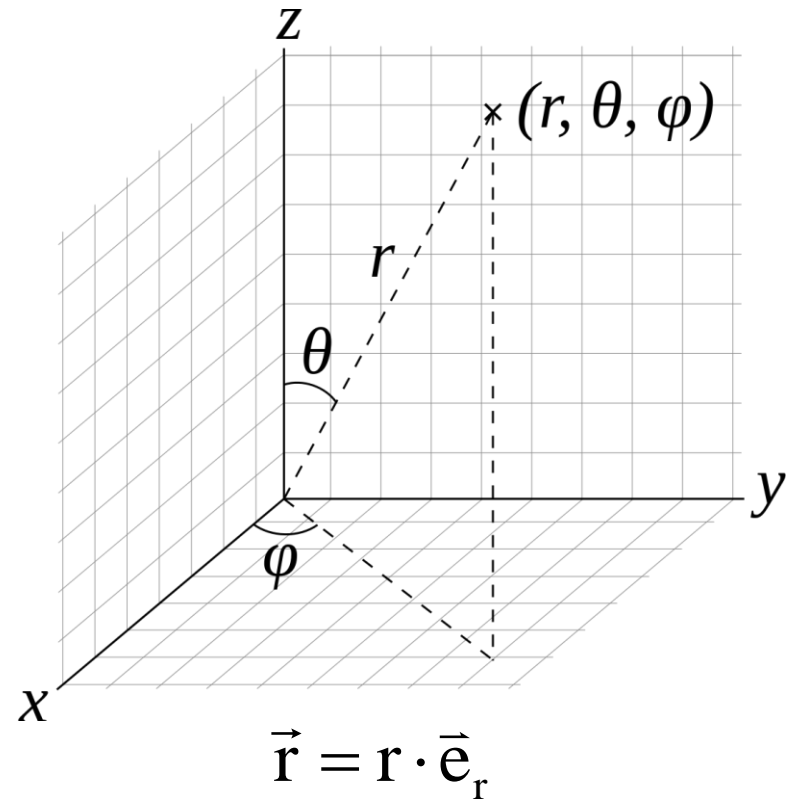
Henger és gömbi koordináták

Henger koordinata-rendszer

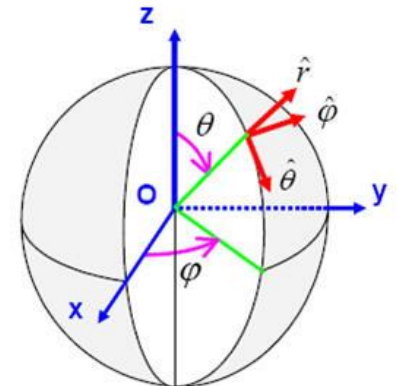


$$\vec{r} = r \cdot \vec{e}_r$$

Gömbi koordinata-rendszer



Egységvektorok:



Vektorok 5

Vektorok összeadása és kivonása, komponensek

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} \quad \vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} \quad \vec{a} + \vec{b} = ?$$

$$\vec{a} + \vec{b} = \underline{(a_x + b_x)} \vec{i} + \underline{(a_y + b_y)} \vec{j} = \vec{d}$$

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ d_x \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ d_y \end{array}$$

$$\vec{a} - \vec{b} = \underline{(a_x - b_x)} \vec{i} + \underline{(a_y - b_y)} \vec{j} = \vec{c}$$

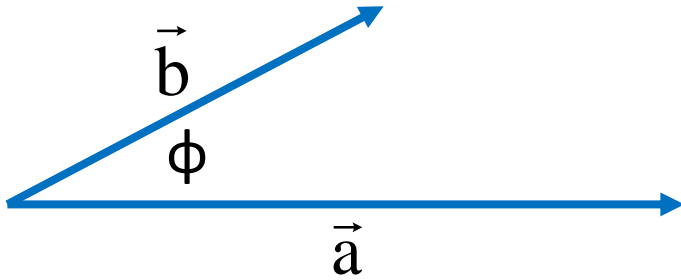
$$\begin{array}{c} \uparrow \\ c_x \end{array}$$

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ c_y \end{array}$$

$$\vec{a} + \vec{b} + \vec{c} + \dots = (a_x + b_x + c_x + \dots) \vec{i} + (a_y + b_y + c_y + \dots) \vec{j}$$

Vektorok 6

Vektorok skalárszorzata



$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$$

$$\vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}$$

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

Def.:

$$\vec{a} \cdot \vec{b} = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \cos \varphi$$



$$\vec{i} \cdot \vec{i} = \vec{j} \cdot \vec{j} = \vec{k} \cdot \vec{k} = 1$$

$$\vec{i} \cdot \vec{j} = \vec{j} \cdot \vec{k} = \vec{i} \cdot \vec{k} = 0$$

$$\cos \varphi = \frac{\vec{a} \cdot \vec{b}}{|\vec{a}| \cdot |\vec{b}|}$$

Vektorok 7

Def.: irány \Rightarrow jobbkéz-szabály

$$|\vec{a} \times \vec{b}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \sin \varphi$$

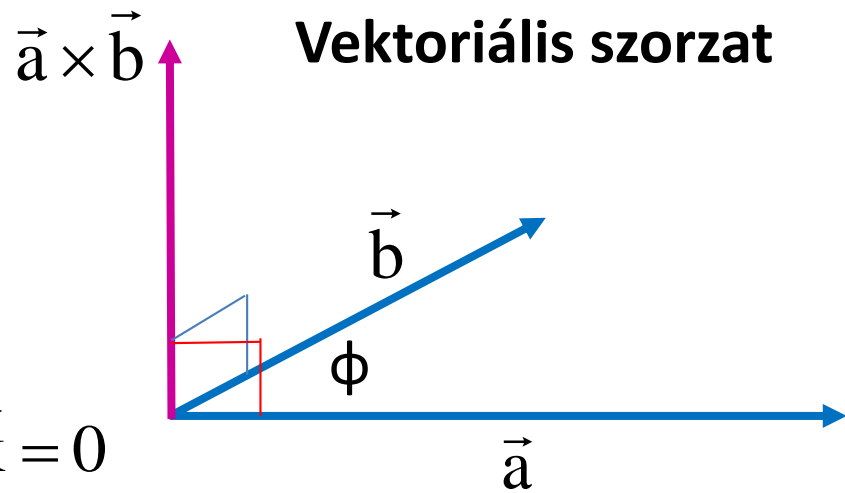
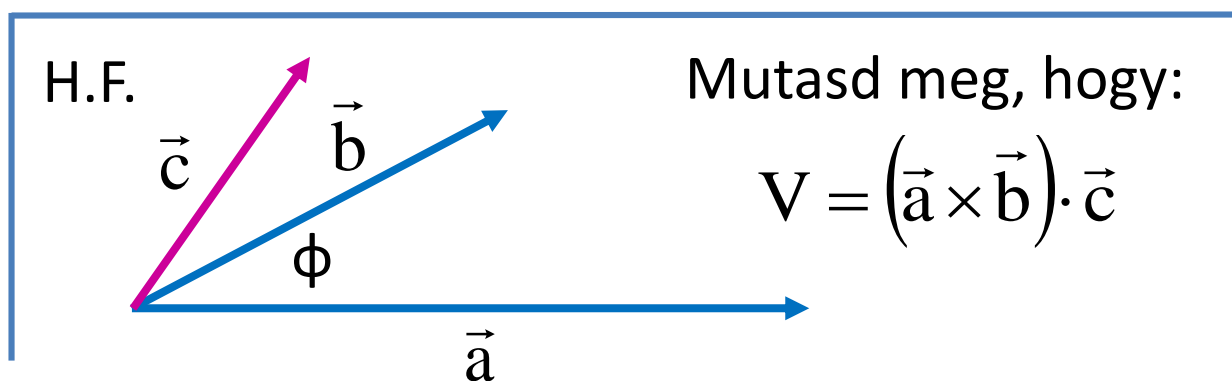
Egységvektorok: $\vec{i} \times \vec{i} = \vec{j} \times \vec{j} = \vec{k} \times \vec{k} = 0$

$\vec{i} \times \vec{j} = \vec{k}$, $\vec{j} \times \vec{k} = \vec{i}$, $\vec{k} \times \vec{i} = \vec{j}$ de: $\vec{j} \times \vec{i} = -\vec{k}$, $\vec{k} \times \vec{j} = -\vec{i}$, $\vec{i} \times \vec{k} = -\vec{j}$

$$\vec{a} \times \vec{b} = [a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}] \times [b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}] = \dots$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = (a_y b_z - a_z b_y) \vec{i} + (a_z b_x - a_x b_z) \vec{j} + (a_x b_y - a_y b_x) \vec{k}$$

$$\vec{a} \times \vec{b} = \begin{vmatrix} \vec{i} & \vec{j} & \vec{k} \\ a_x & a_y & a_z \\ b_x & b_y & b_z \end{vmatrix}$$



Határérték, meredekség 1.

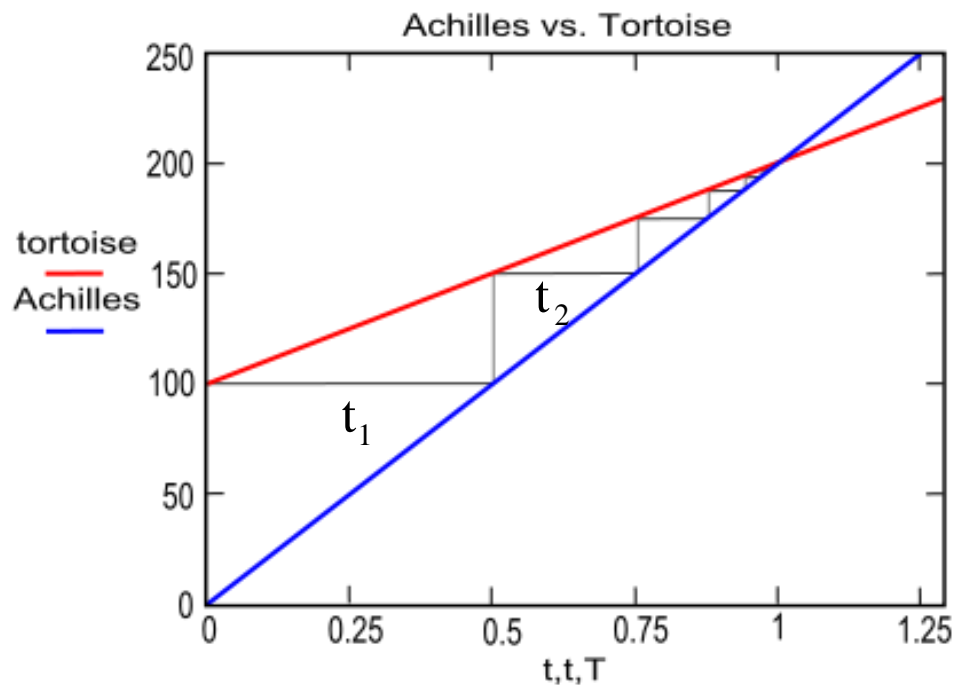
$$a_1, a_2, a_3, a_4 \dots a_n \rightarrow K \longrightarrow \lim_{n \rightarrow \infty} a_n = K$$

$$\forall \varepsilon (> 0) \exists N : n > N \Rightarrow |K - a_n| < \varepsilon$$

$$\text{Pl.: } \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{2}{1 + \frac{1}{n}} = 2$$

vagy

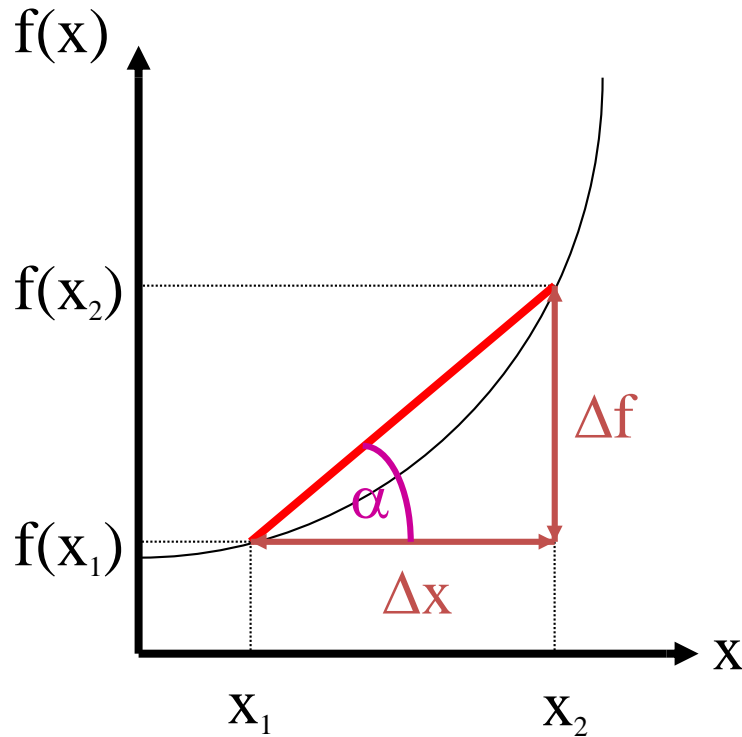
$$\text{Pl.: } \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{n}\right)^n = e$$



$$a_n = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} a_n = t$$

Határérték, meredekség 2.



Differencia hányados:

$$\frac{\Delta f}{\Delta x} = \frac{f(x_2) - f(x_1)}{x_2 - x_1} = \operatorname{tg}(\alpha)$$

Általánosítás

$$x_1 \rightarrow x$$

$$x_2 \rightarrow x + \Delta x$$

$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x) - f(x)}{\Delta x} = \frac{df}{dx}$$

Pl.: $f(x) = ax^2$

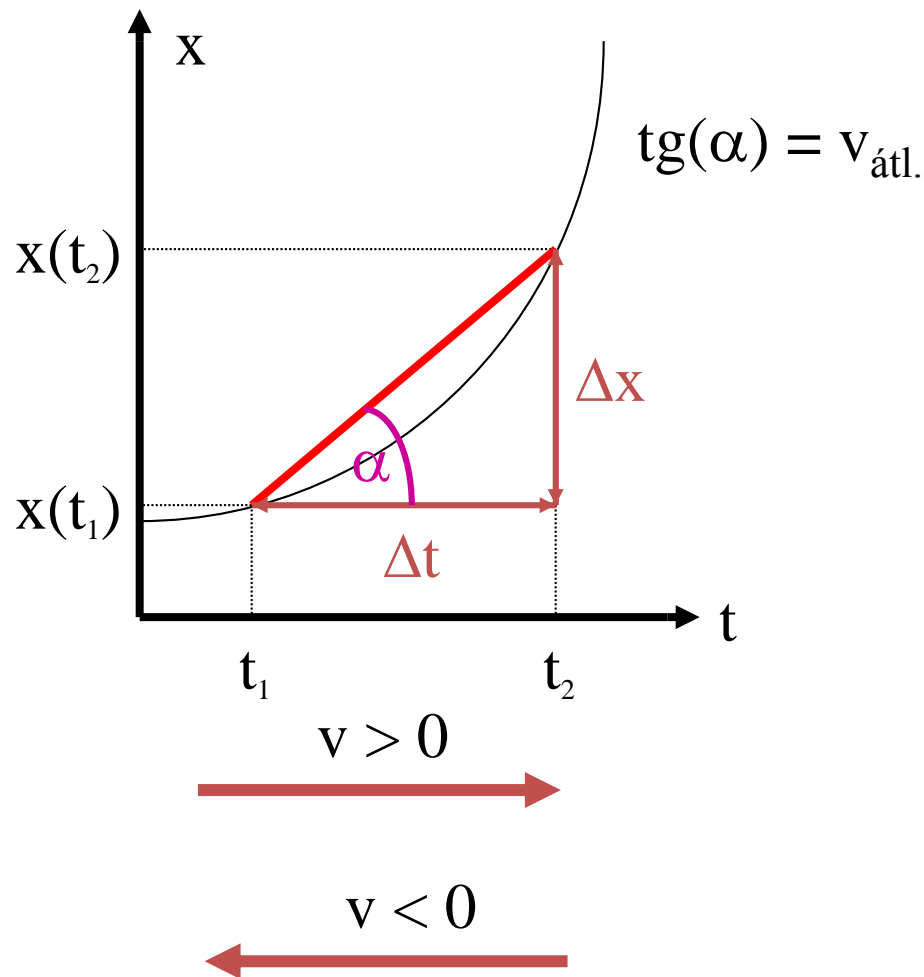
$$\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{a(x + \Delta x)^2 - ax^2}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} a \frac{(x + \Delta x)^2 - x^2}{\Delta x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} a \frac{x^2 + 2ax\Delta x + \cancel{(\Delta x)^2} - x^2}{\Delta x} = 2ax$$

Határérték, meredekség 3.

1D-s mozgás

$x(t)$: pozíció [m] t : idő [s]

Def. : átlagsebesség $v_{\text{átl.}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(t_2) - x(t_1)}{t_2 - t_1}$



Pl.: $x(t) = 4t^2$

$$v_{\text{átl.}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4t_2^2 - 4t_1^2}{t_2 - t_1}$$

Legyen : $t_1 = 2\text{s}$ és $t_2 = 3\text{s}$

$$v_{\text{átl.}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4 \cdot 3^2 - 4 \cdot 2^2}{3 - 2} = 20 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Legyen : $t_1 = 2\text{s}$ és $t_2 = 2.1\text{s}$

$$v_{\text{átl.}} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{4 \cdot 2.1^2 - 4 \cdot 2^2}{3 - 2} = 16.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

A pillanatnyi sebesség:

$$v(t = 2\text{s}) = 16 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Határérték, meredekség 4.

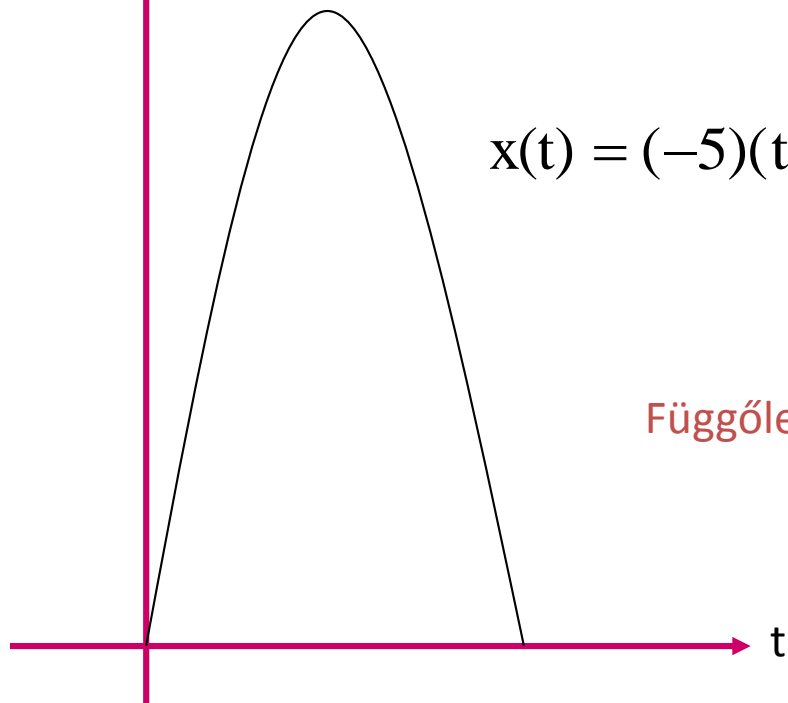
Miért fontos a *meredekség* ?

Szélsőérték $\rightarrow m = 0$
(maximum vagy minimum)

Példa:

$x(t)$

$$x(t) = 20t - 5t^2$$



Függőleges hajítás

$$x(t) = (-5)(t^2 - 4t) = (-5)\left[(t-2)^2 - 4\right] = -5(t-2)^2 + 20$$

Max. $\rightarrow t=2s$

$$x_{\max} = x(t = 2s) = 20m$$

