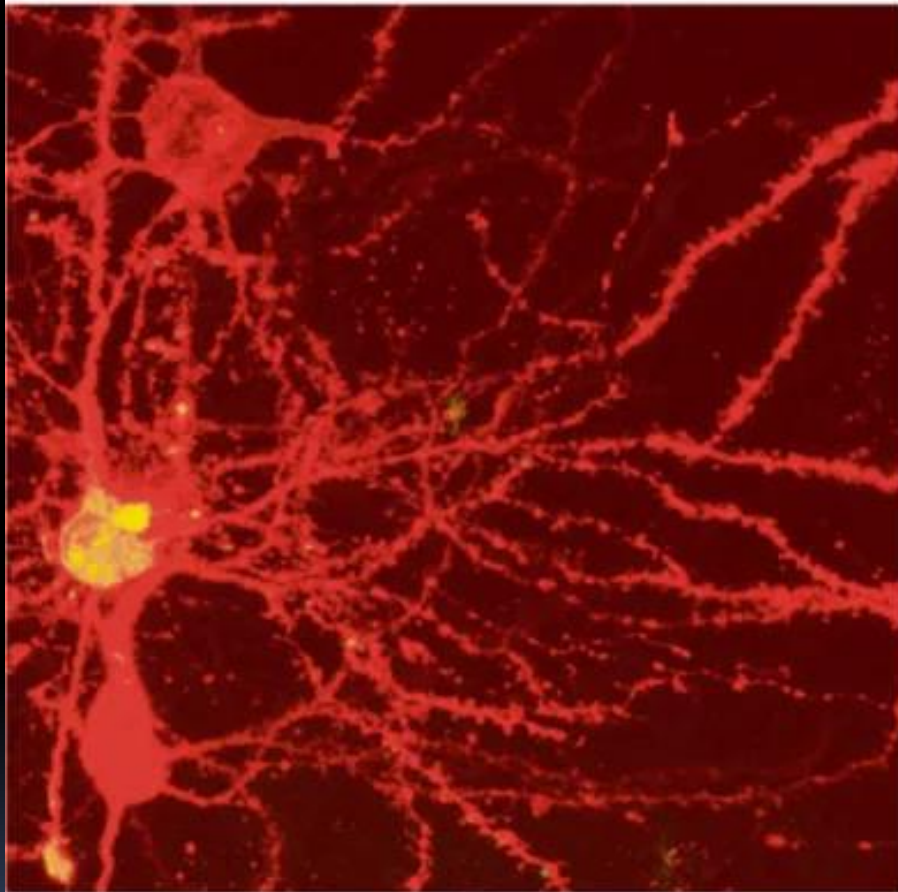


Csabai István

ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék

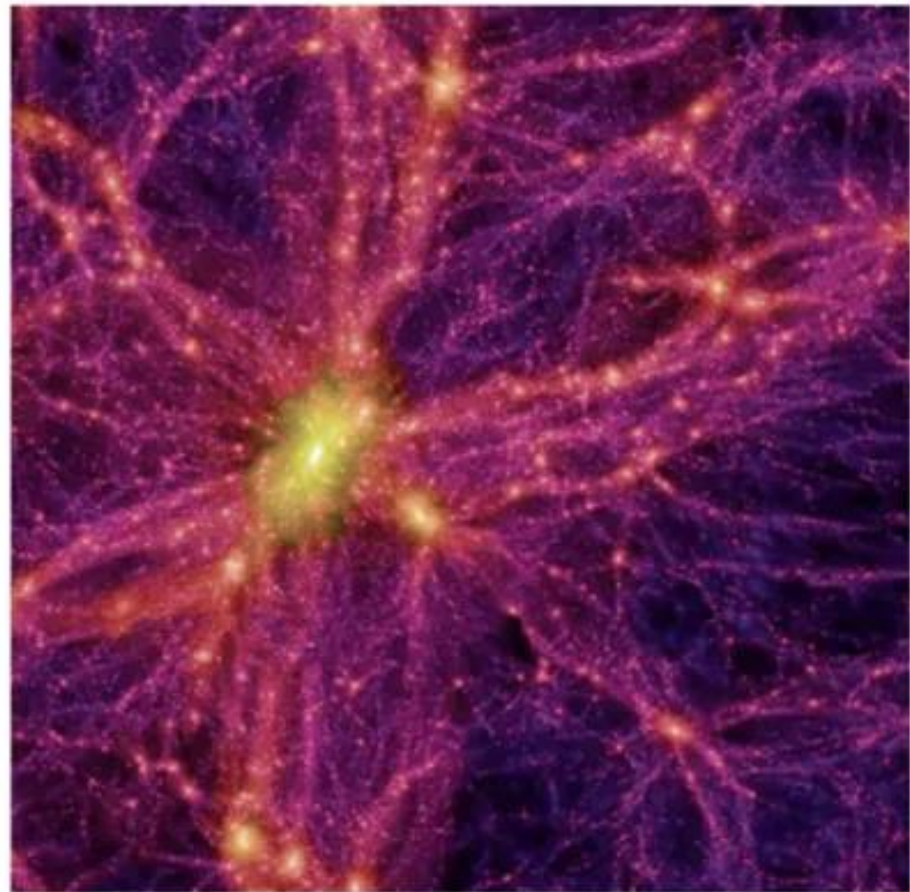
AZ UNIVERZUM 3D TÉRKÉPE

One is only micrometers wide. The other is billions of light-years across. One shows neurons in a mouse brain. The other is a simulated image of the universe. Together they suggest the surprisingly similar patterns found in vastly different natural phenomena. *DAVID CONSTANTINE*



Mark Miller

Mark Miller, a doctoral student at Brandeis University, is researching how particular types of neurons in the brain are connected to one another. By staining thin slices of a mouse's brain, he can identify the connections visually. The image above shows three neuron cells on the left (two red and one yellow) and their connections.



Virgo Consortium

An international group of astrophysicists used a computer simulation last year to recreate how the universe grew and evolved. The simulation image above is a snapshot of the present universe that features a large cluster of galaxies (bright yellow) surrounded by thousands of stars, galaxies and dark matter (web).

UNIVERSALE DESCRIZIONE DI TUTTA LA TERRA CONOSCIUTA FIN QUI



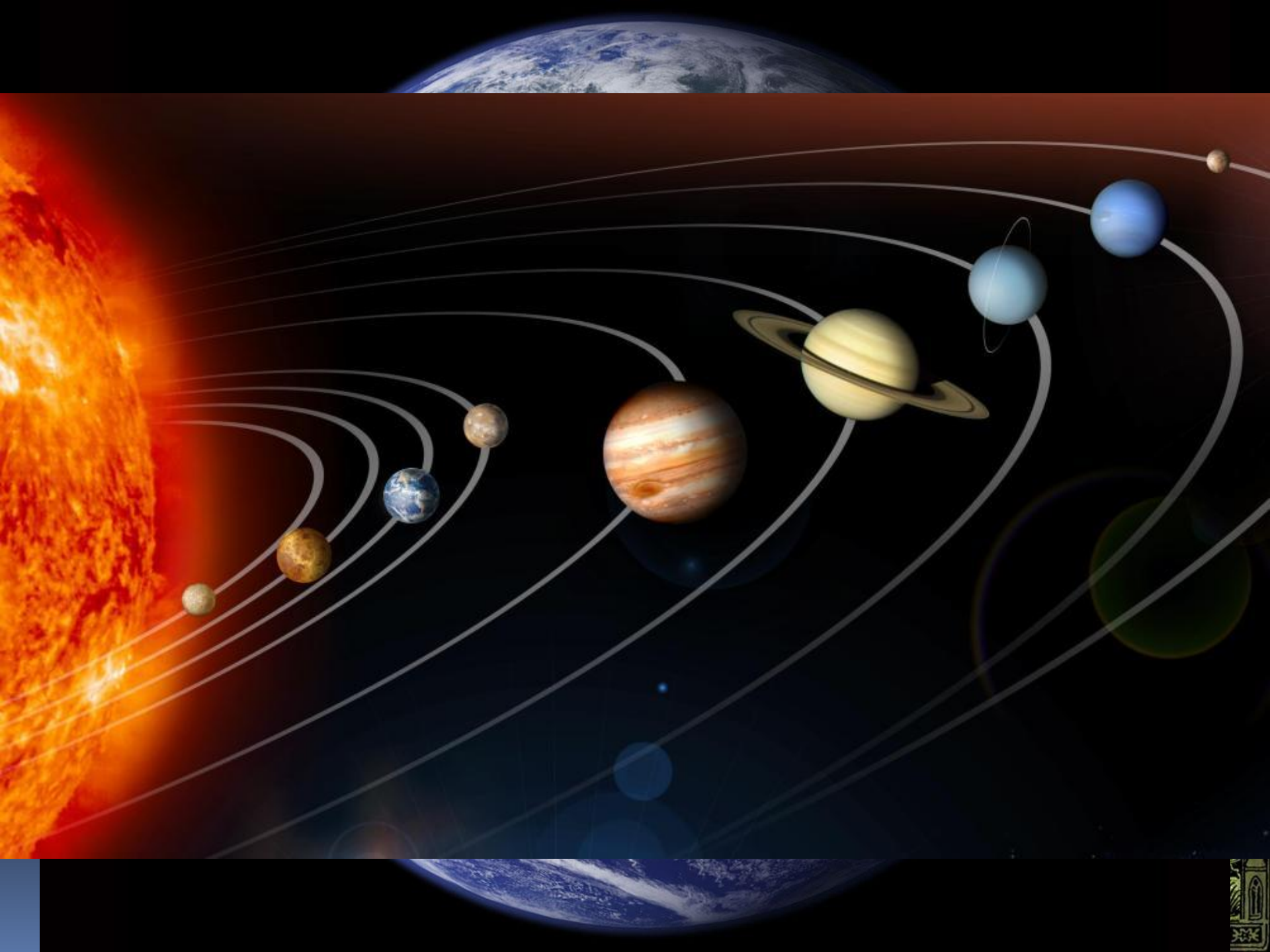
Csabai István

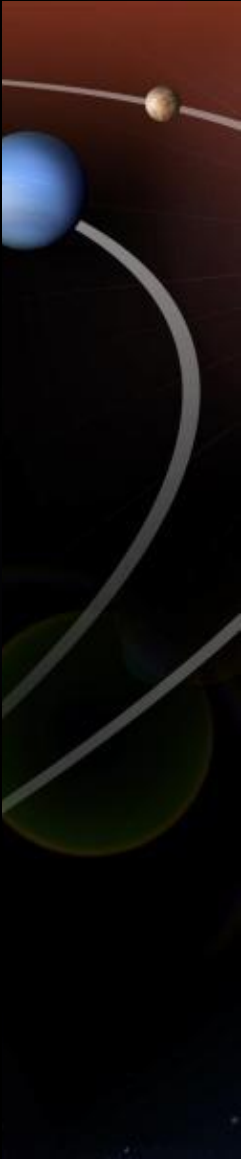
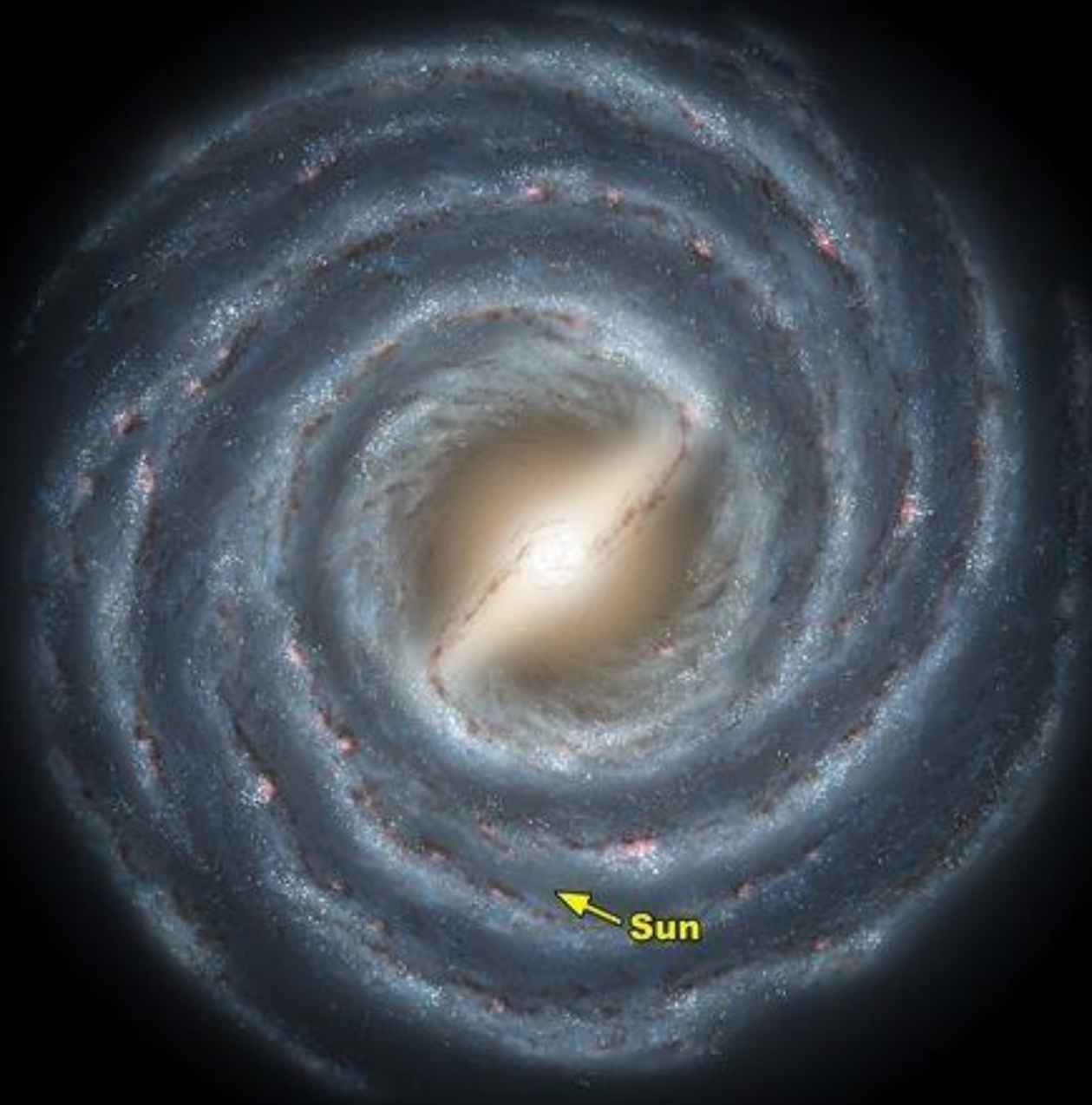
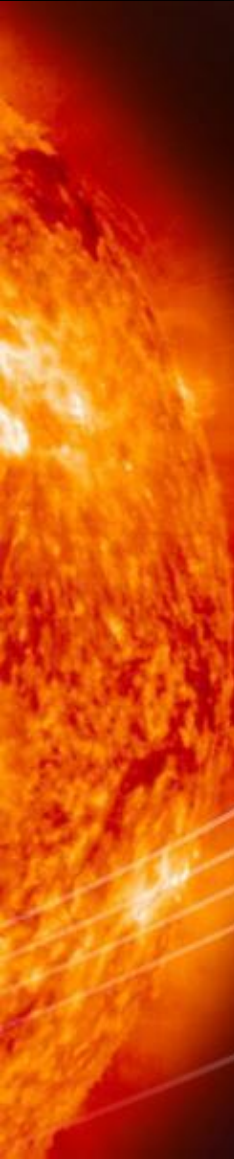
ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék

AZ UNIVERZUM 3D TÉRKÉPE











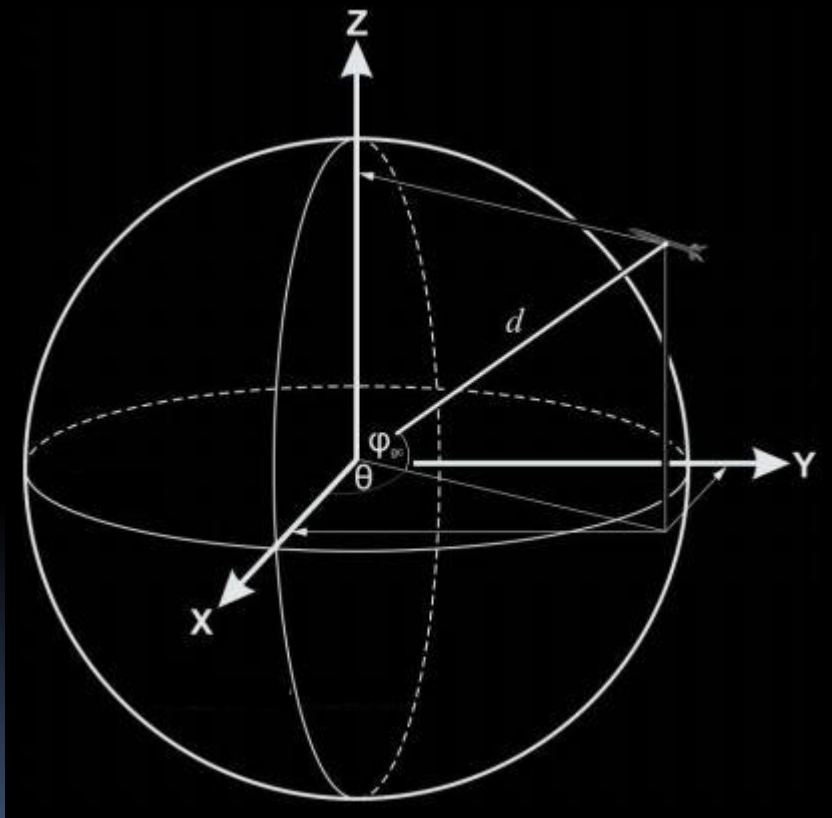
Csabai István

ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék

AZ UNIVERZUM 3D TÉRKÉPE

3 dimenzió

- X, Y, Z : hosszúság, szélesség, magasság
- Két szög (földrajzi/égi szélesség, hosszúság) + **távolság**



Házi feladat:

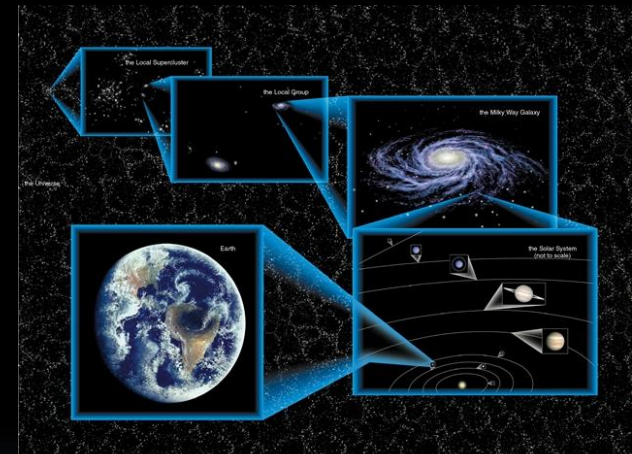
Hogyan lehet átváltani derékszögű (Descartes-) koordináta rendszerből gömbi (polár-) koordinátákba.

koordinátákba.

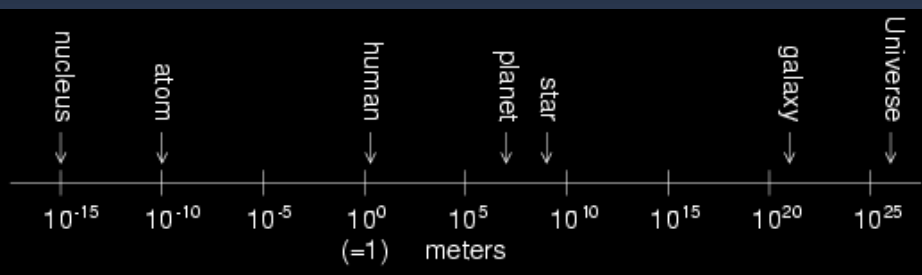
Mekkora az Univerzum?



- Föld átmérő: 12742 km = 0.04 fény-másodperc
- Nap-Föld távolság: 150 millió km = 8.3 fény-perc
- Naprendszer (Pluto): 5.47 fény-óra
- Legközelebbi csillag: 4.2 fényév (!)
- Galaxis mérete: 50 000 fényév (50 kly)
- Legközelebbi galaxis: 42 000 – 2 millió fényév
- Univerzum: 13.7 milliárd fényév (13.7Gly)

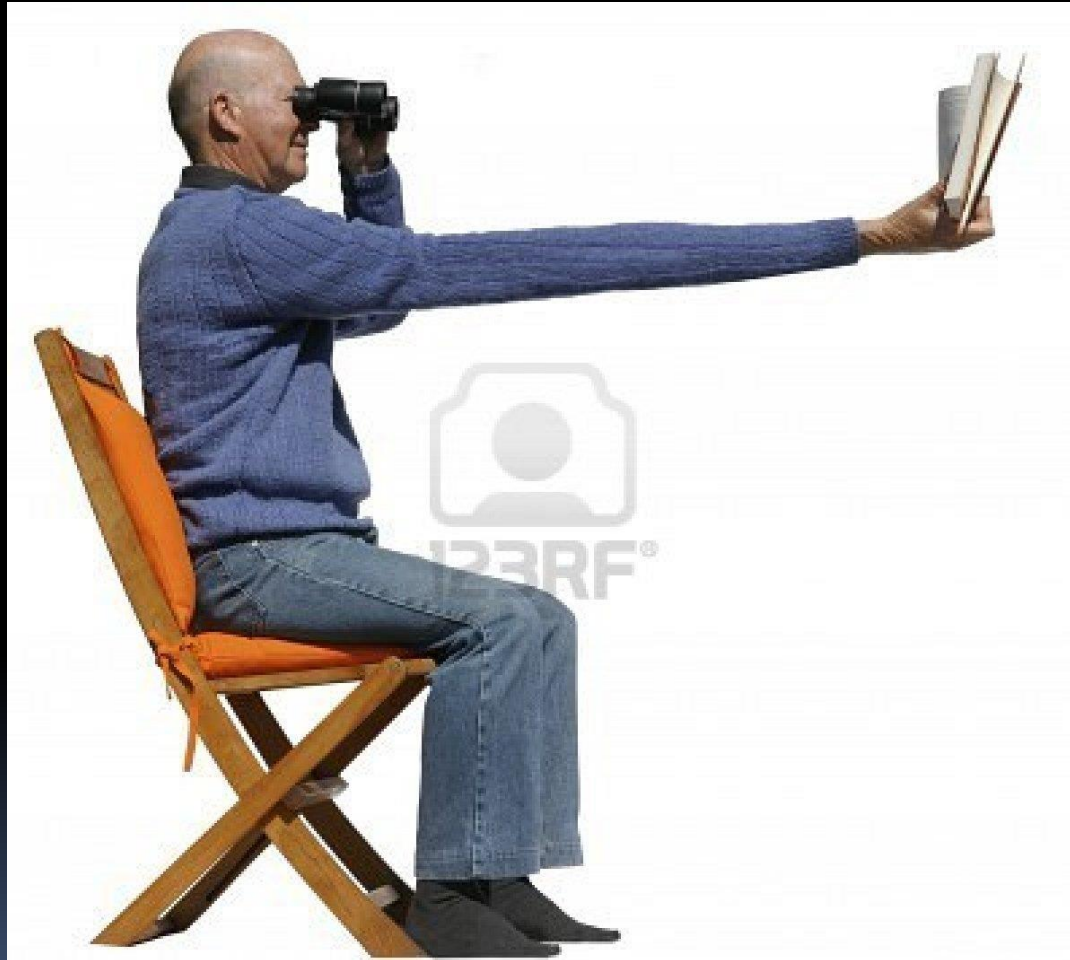


„Space is big.
 You just won't believe how vastly, hugely, mind- bogglingly big it is.
 I mean, you may think it's a long way down the road to the chemist's,
 but that's just peanuts to space.”
Douglas Adams, The Hitchhiker's Guide to the Galaxy



εαραχλ
 δεσάρμα γαυηυαύλ λυε λ ηρεσθυμυκελ α οοιρεε εο ευε

Hogyan mérünk távolságot?



Vonalzó, távmérő, fókusz

A megfejt bakkecskék

Mátyás király országjárásra indult három bárójával.

Ahogy ballagtak az úton, meglátta Mátyás király, hogy a közelben szánt egy öreg béres a négy ökrivel.

Megösmerte mindjárt, hogy az valamikor az ő katonája volt, de az öreg is megösmerte őt. Mikor odaértek, odaköszönt Mátyás király:

-Tisztességgel, öreg! Az öreg meg válaszolt:

-Köszönöm az asszonynak.

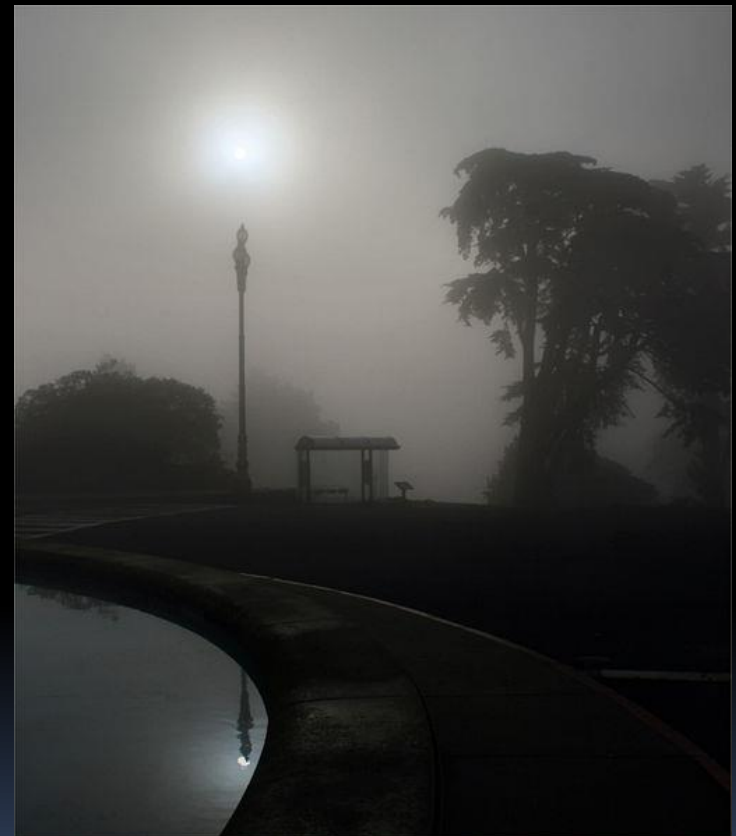
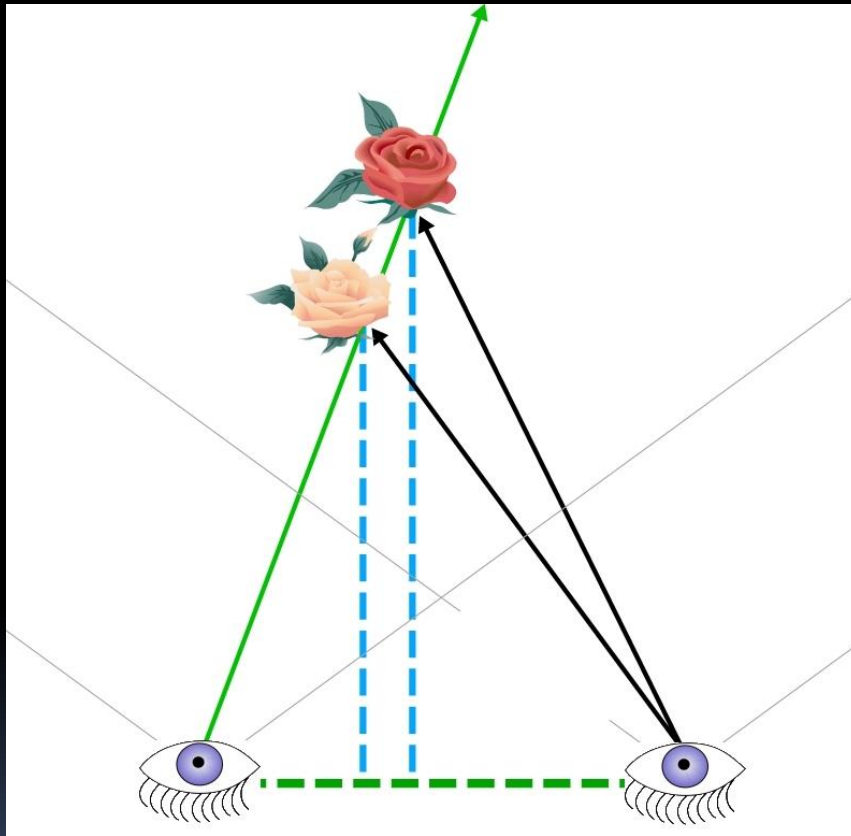
-Öreg, messzi van-e még a messzi?

- Felséges királyom, már csak az **ökröm szarváig**.

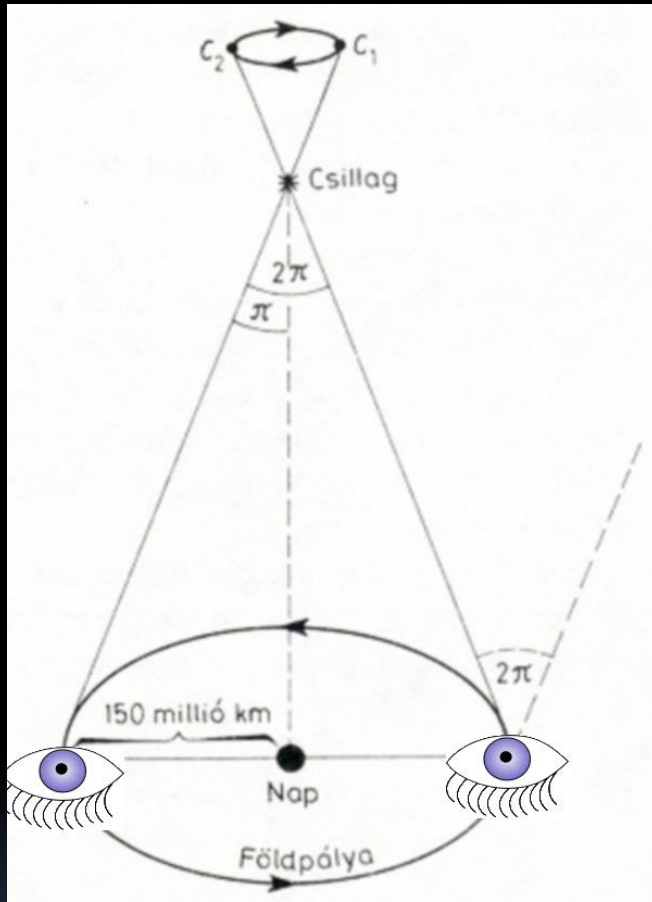
...



Háromszögelés - parallaxis



Háromszögelés - parallaxis

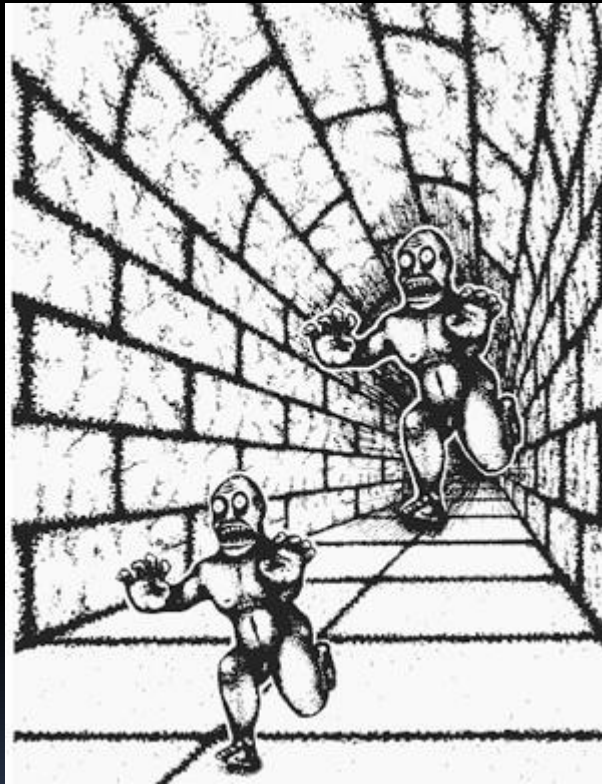


$$1'' = 1\text{pc}$$

$$d = 1 \text{ AU} \cdot 180 \cdot \frac{3600}{\pi} \approx 206,265 \text{ AU} \approx 3.2616 \text{ ly} \equiv 1 \text{ parsec.}$$

Hatótávolság: max 10kpc

Standard „vonalzó”/ „gyertyák”



Press Release (May 2011): 'Dark Energy is Real'

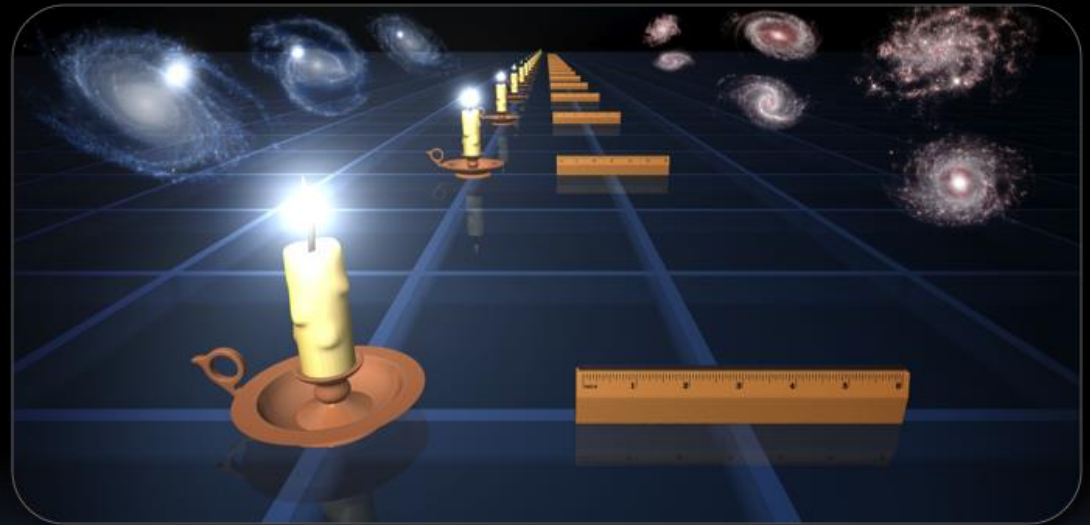
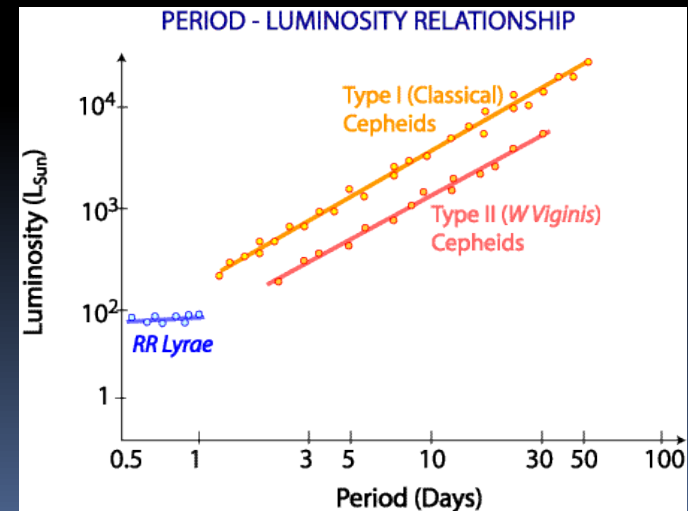
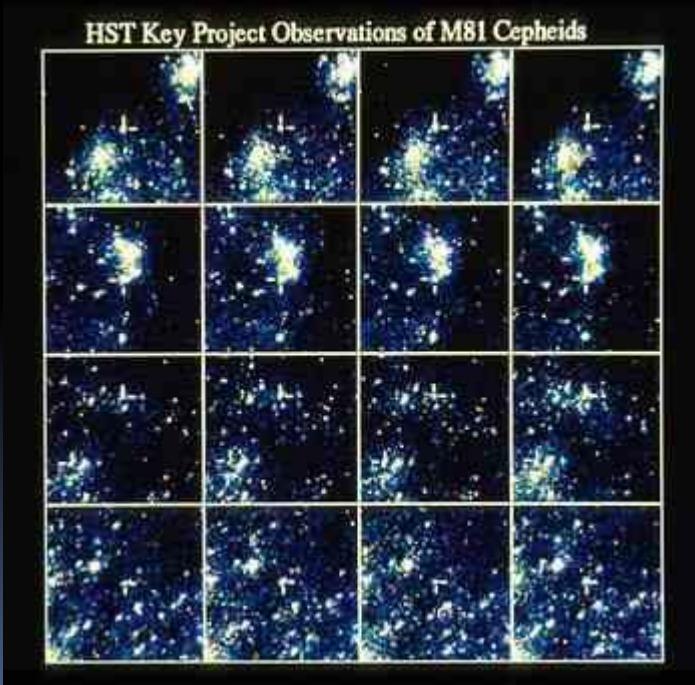
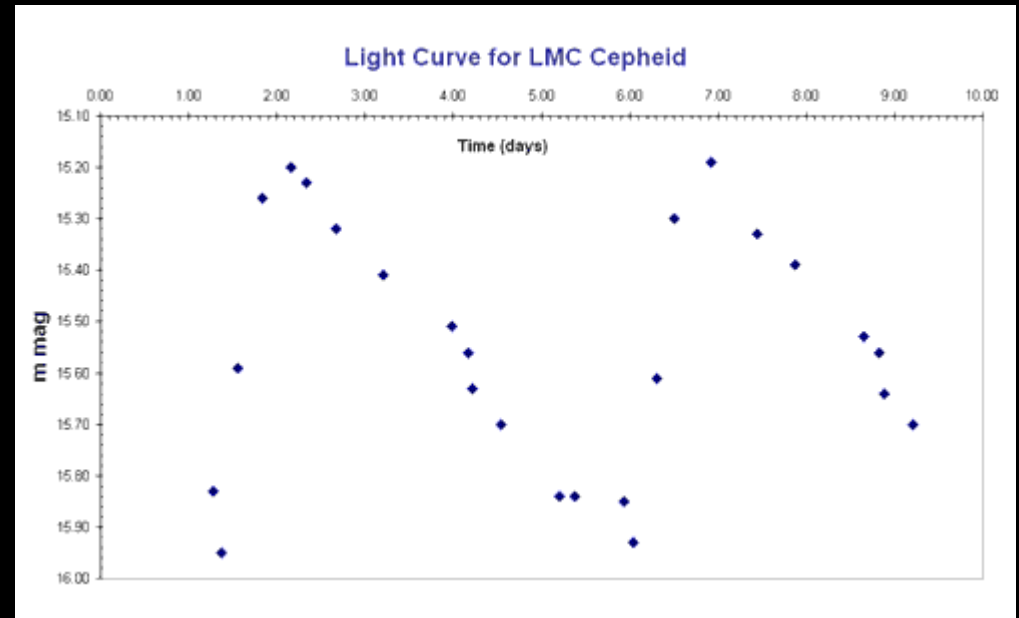


Image credit: NASA/JPL-Caltech

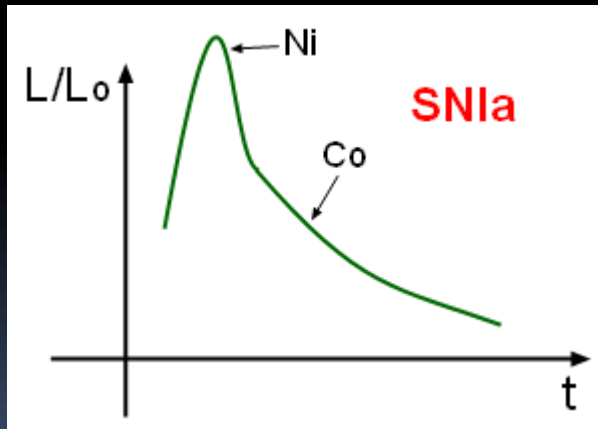
Standard gyertyák I.: cefeidák

- H. Leavitt, 1912
- Eddington-szelep:
sugárzás -> ionizáció -> kétszeresen ionizált hélium elnyel -> kitágulás -> lehűlés -> rekombináció -> újra átlátszó -> gravitáció hatására sűrűsödés -> felmelegedés -> sugárzás ...
- Maximum 10Mpc

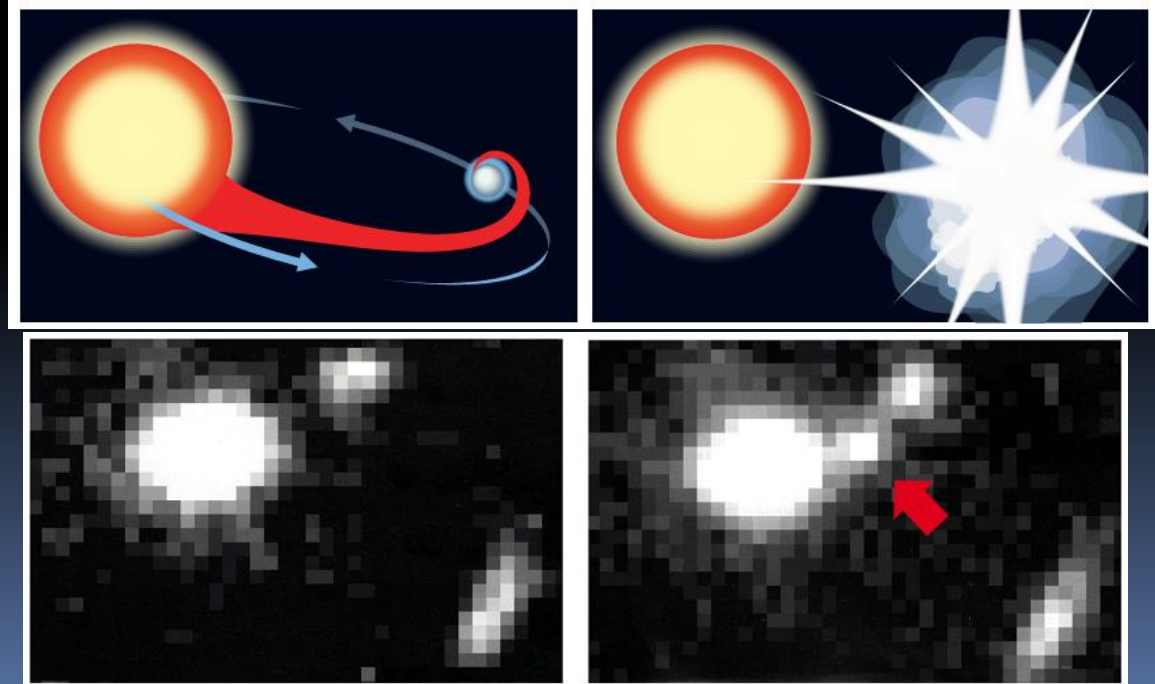


Standard gyertyák 2: Ia típusú szupernóvák

- Baade, Zwicky 1938, Fowler, Chandrashekar 1983 Nobel-díj
- Kettős rendszerben fehér törpecsillag anyagot szív el
- elérve a Chandrashekar limitet ($1.38 M_{\text{Nap}}$) az elektron degenerációs nyomásnál nagyobb a gravitáció
- A törpecsillag összeroppan neutroncsillaggá
- Ledobja héját
- Jellegzetes fénygörbe és spektrum
- Akár 6 Gpc távolságig ($z=1$)
- **Probléma:** 1 SN / 100 év / galaxis



SN 1572 (Tycho) maradvány,
Röntgen+infravörös
(NASA/CXC/JPL-Caltech/Calar Alto O.
Krause et al.)

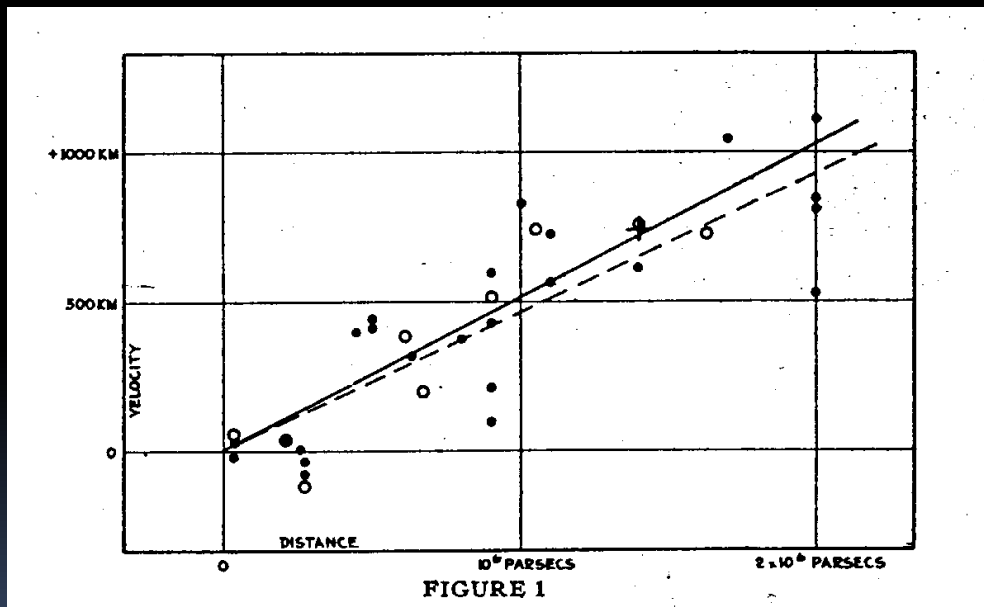


Táguló Univerzum - Hubble törvény

- **távolság ~ látszólagos sebesség**

$$v_r = H D$$

- Edwin Hubble, Mt. Wilson Observatory, cefeidák (1929)



- De hogyan mérjük **látszólagos sebességet**?

AZ ELMÉLET RÖVIDEN

Általános relativitás - kozmológia



“Az anyag megmondja a térnek, hogyan görbüljön és a tér megmondja az anyagnak, hogyan mozogjon.”

- A metrika (10 változó):

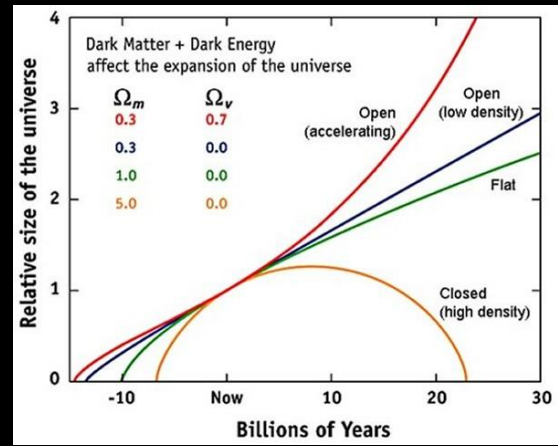
$$d\tau^2 = g_{\mu\nu}(x) dx^\mu dx^\nu$$

- Az Einstein-egyenletek, kapcsolat a tér görbülete és az energia között:

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi G T_{\mu\nu}$$

- A FLRW metrikával leegyszerűsödik 2 változóra
 a : skálafaktor, k : görbület (nyílt, sík, zárt)

$$d\tau^2 = dt^2 - a^2(t) \left\{ \frac{dr^2}{1 - kr^2} + r^2 d\theta^2 + r^2 \sin^2 \theta d\varphi^2 \right\},$$



- Vöröseltolódás (red shift), Hubble állandó

$$a(t) = \frac{1}{1 + z}$$

$$H \equiv \frac{\dot{a}(t)}{a(t)}$$

- Hubble törvény: távolság ~ látszólagos sebesség ~ vöröseltolódás

$$v_r = HD$$

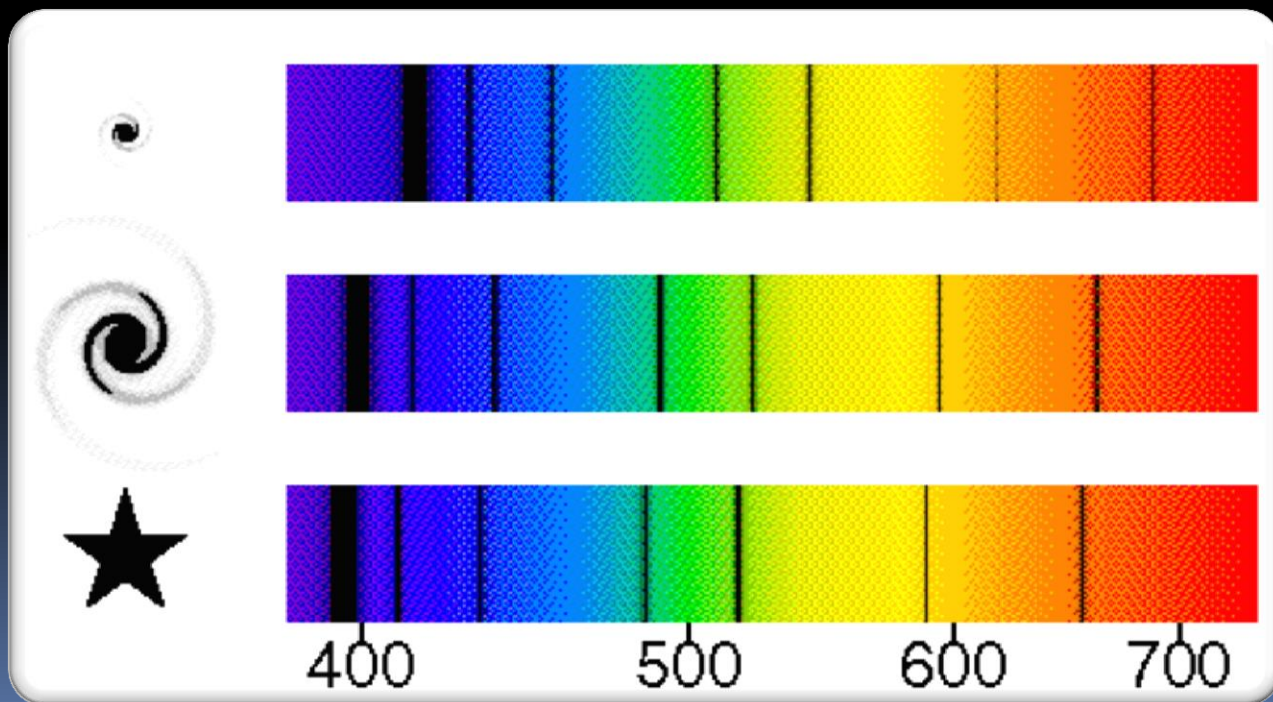
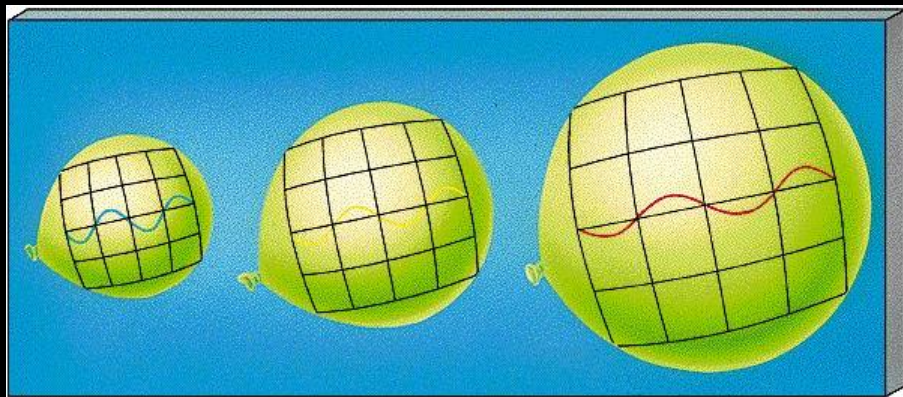
$$cz \approx DH(t_0) = v_r$$

Kozmológiai vöröseltolódás

$$cz \approx DH(t_0) = v_r$$

$$a(t) = \frac{1}{1+z}$$

$$z = \frac{\lambda_0 - \lambda_1}{\lambda_1} = \frac{a(t_0)}{a(t_1)} - 1$$



Távolságlétra

A megfejt bakkecskék

Mátyás király országjárásra indult három bárójával.

Ahogy ballagtak az úton, meglátta Mátyás király, hogy a közelben **nézegeti az eget egy öreg csillagász.**

Megösmerte mindjárt, hogy az valamikor az ő **csillagásza** volt, de az öreg is megösmerte őt. Mikor odaértek, odaköszönt Mátyás király:

-Tisztességgel, öreg! Az öreg meg válaszolt:

-Köszönöm az asszonynak.

-Öreg, messzi van-e még a messzi?

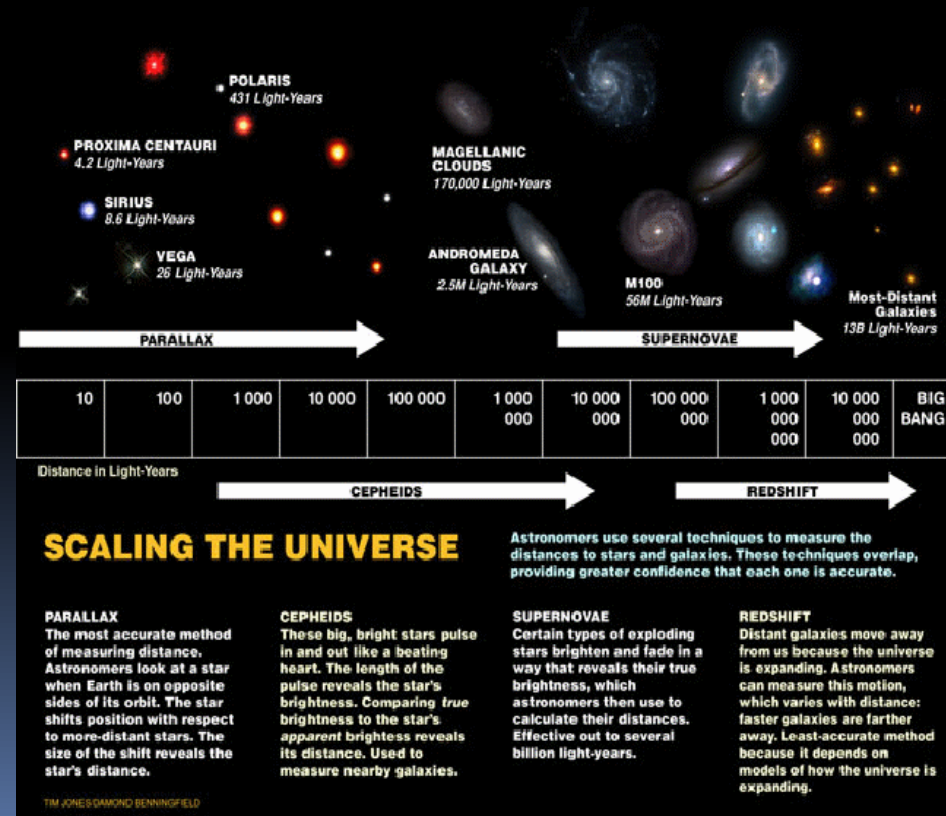
- Felséges királyom, **bizony már 13.7 milliárd évig.**

...

távolság ~ vöröseltolódás

Ahogy messzire nézünk, a múltba látunk a fény véges sebessége miatt.

Az Univerzum 3D téridőbeli térképe



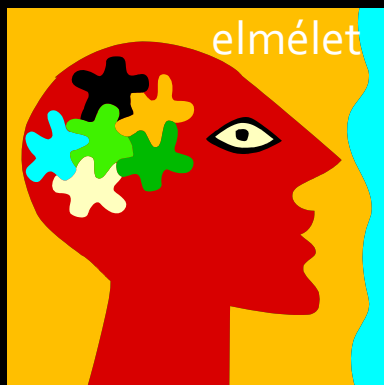
MÁR CSAK LE KELLENE MÉRNI ...

... az összes galaxis égi koordinátáit és vöröseltolódását, és megvan a 3D térkép!

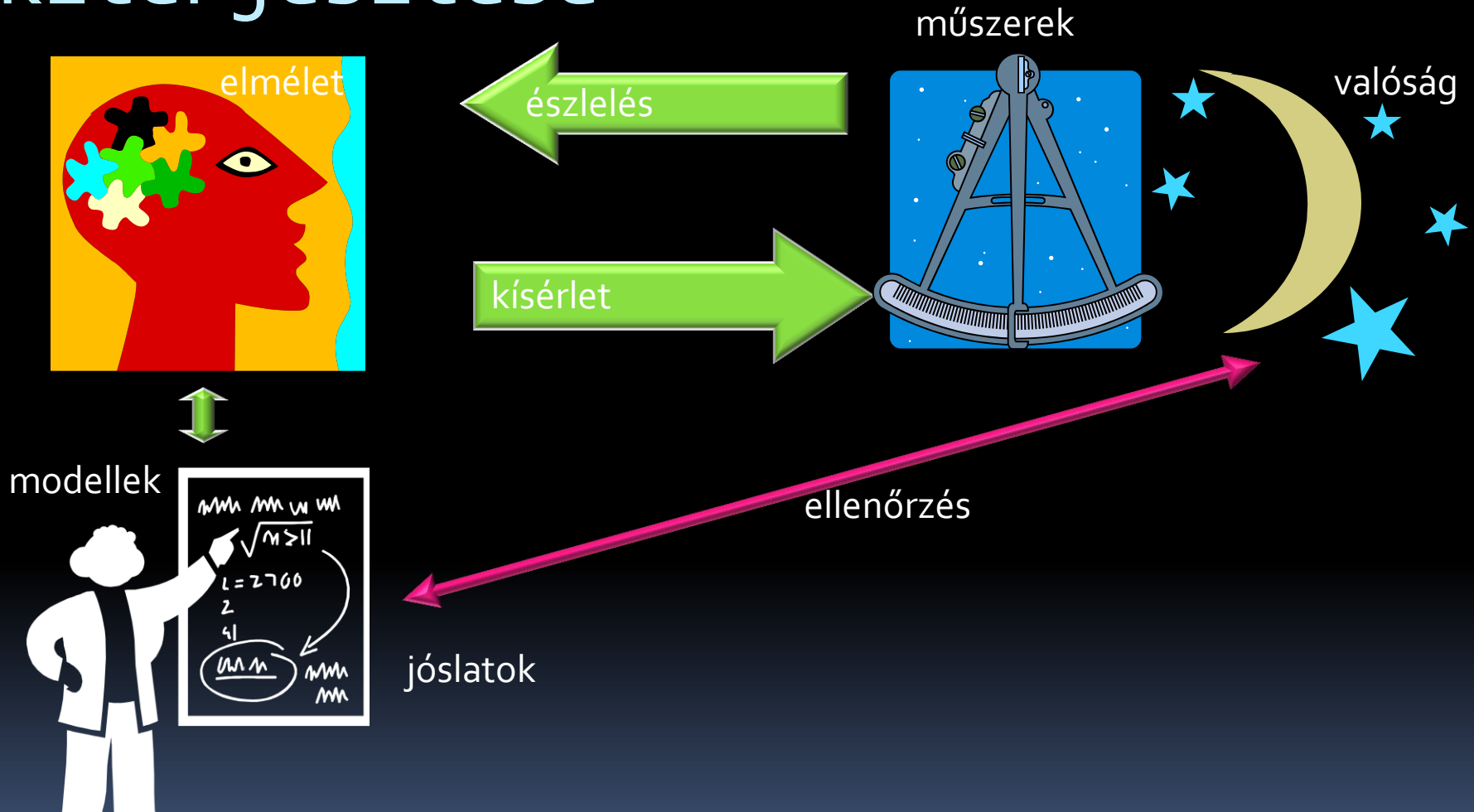
Intermezzo:

A TUDOMÁNY FEJLŐDÉSÉNEK RÖVID TÖRTÉNETE

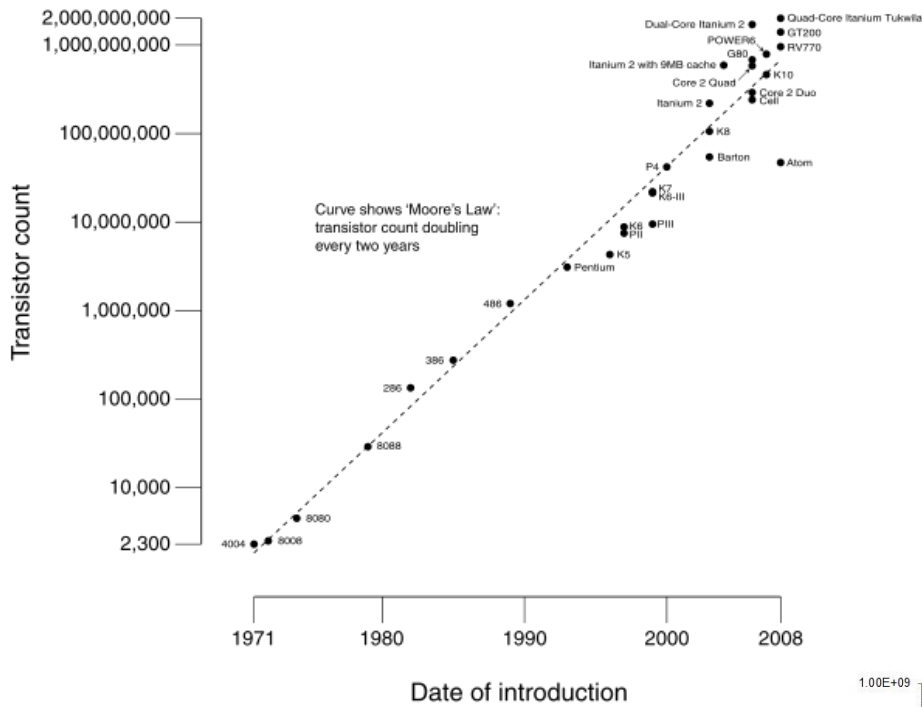
Kezdetben



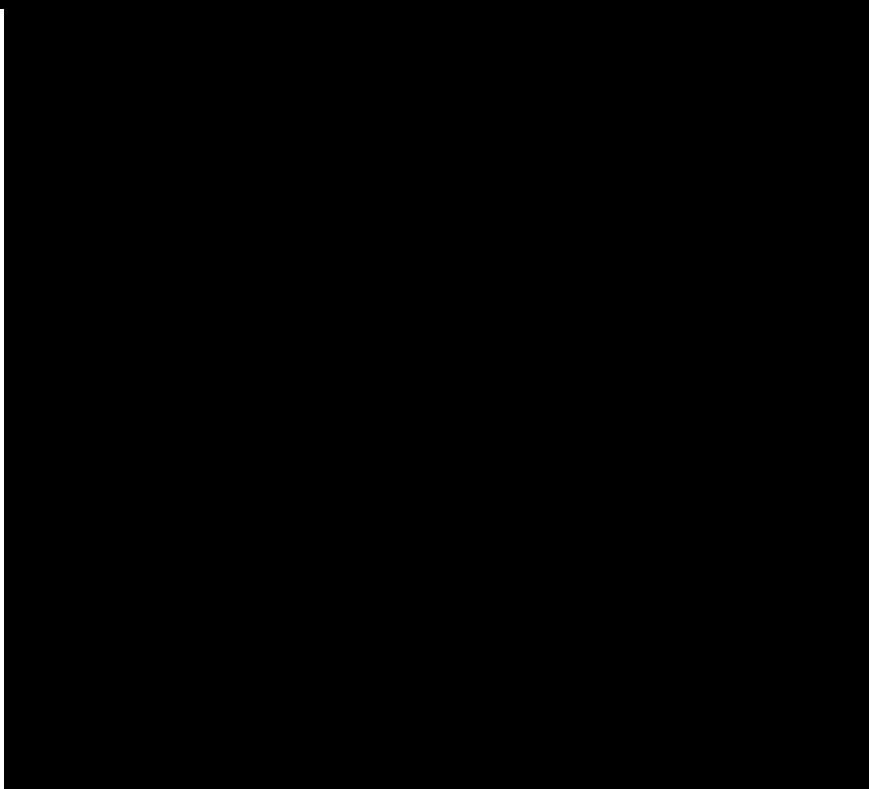
Elmúlt századok: érzékszervek kiterjesztése



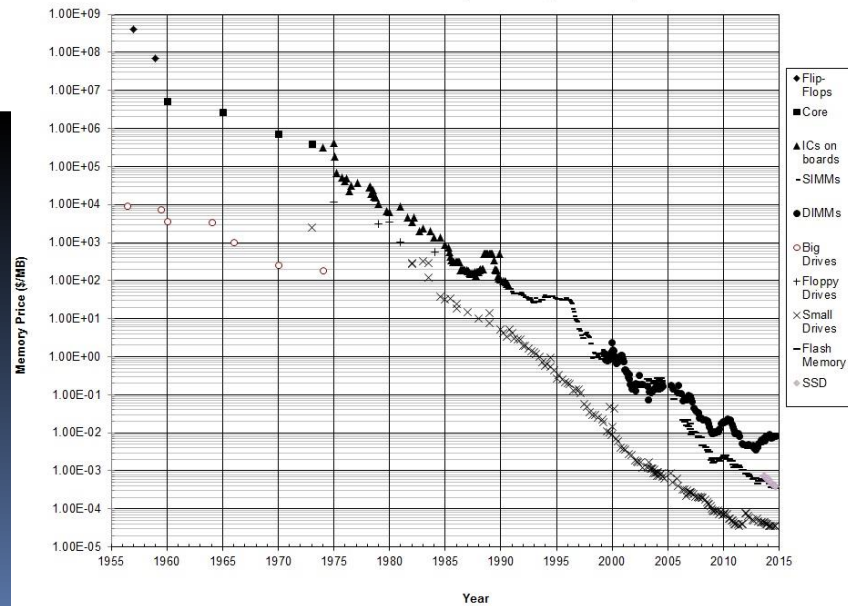
CPU Transistor Counts 1971-2008 & Moore's Law



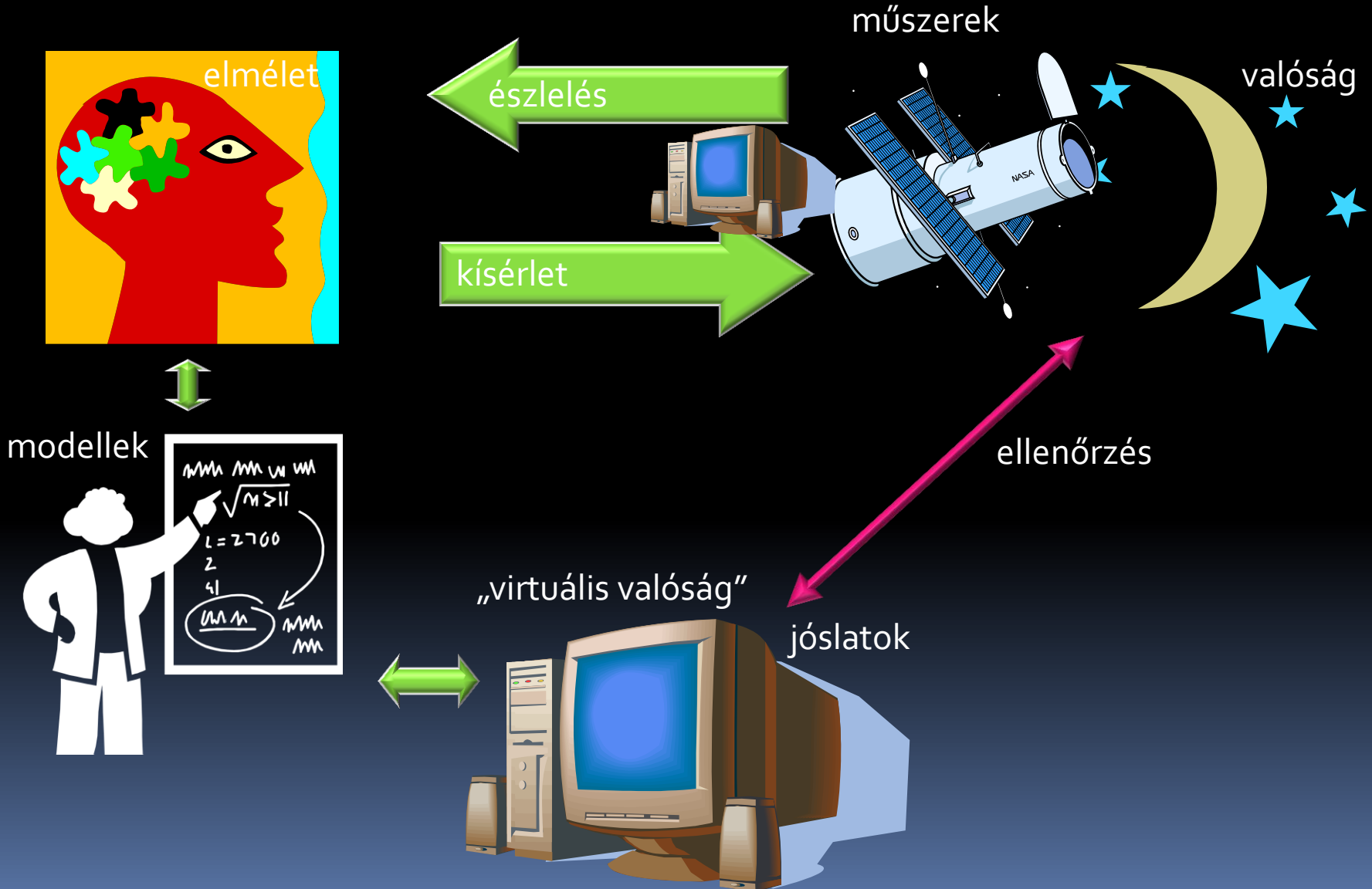
Gordon E. Moore, Intel Chairman, 1965



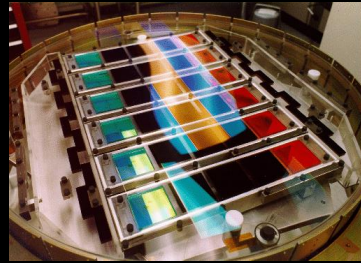
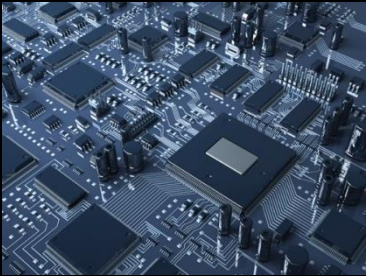
Historical Cost of Computer Memory and Storage



Ma: elménk kiterjesztése



Exponenciális növekedés



Elektronika



Detektorok



Adatok

A MÉRÉS

Sloan Digital Sky Survey (SDSS)

Speciális 2.5m Apache Point, NM

nagy látószög (2.5 fok)

Két felmérés egyben:

5 színben fényképek (fotometria).

Színképek (spektrumok) és távolságok

Hatalmas CCD mozaik kamera

30 CCD 2K x 2K (képek)

22 CCD 2K x 400 (asztrometria)

Optikai szálak spektrográf

640 színkép egyszerre

Automata adatanalízis szoftver

120 emberévnyi munka

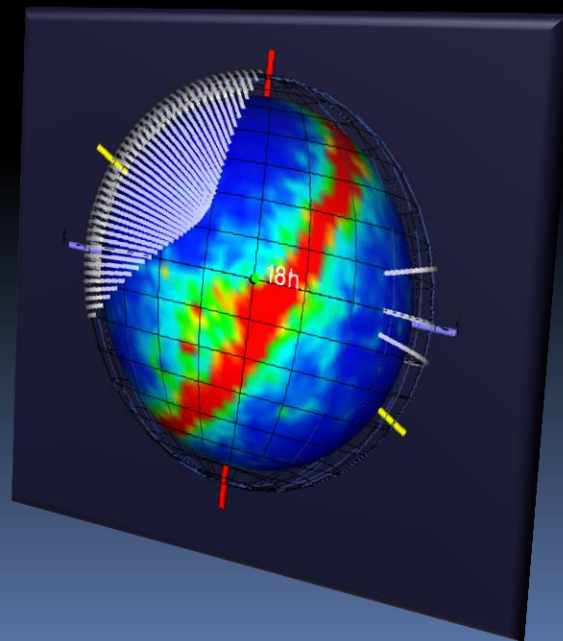
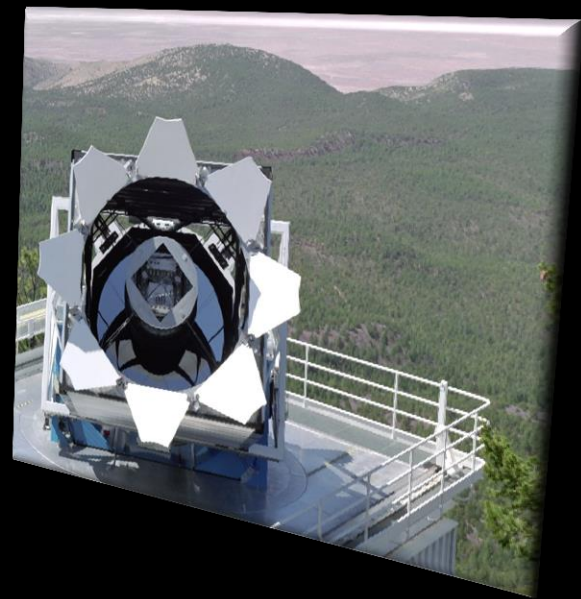
Sok-sok adat

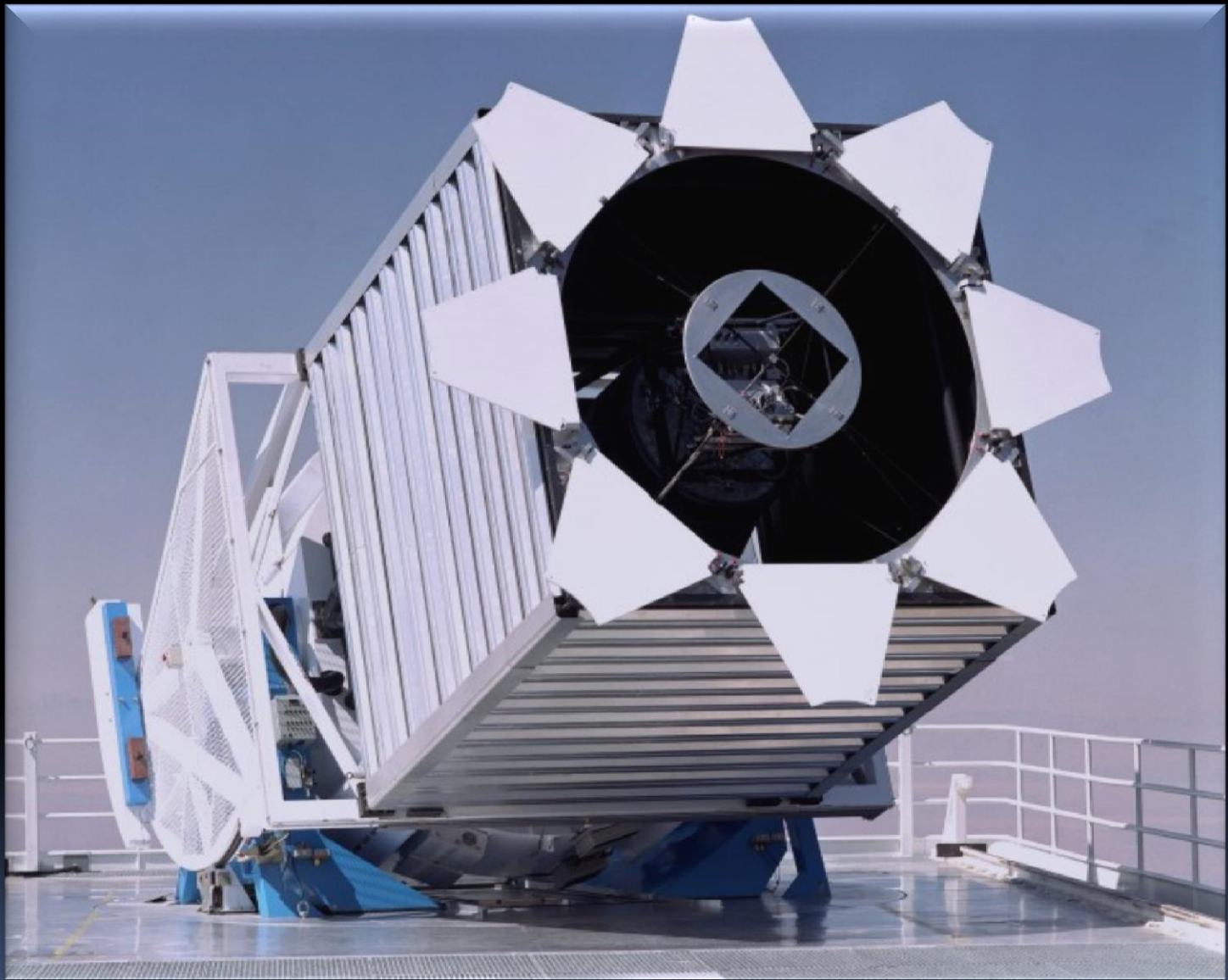
40 TB nyers adat

4 TB katalógus

Az adatok nyilvánosak:

<http://skyserver.sdss.org>

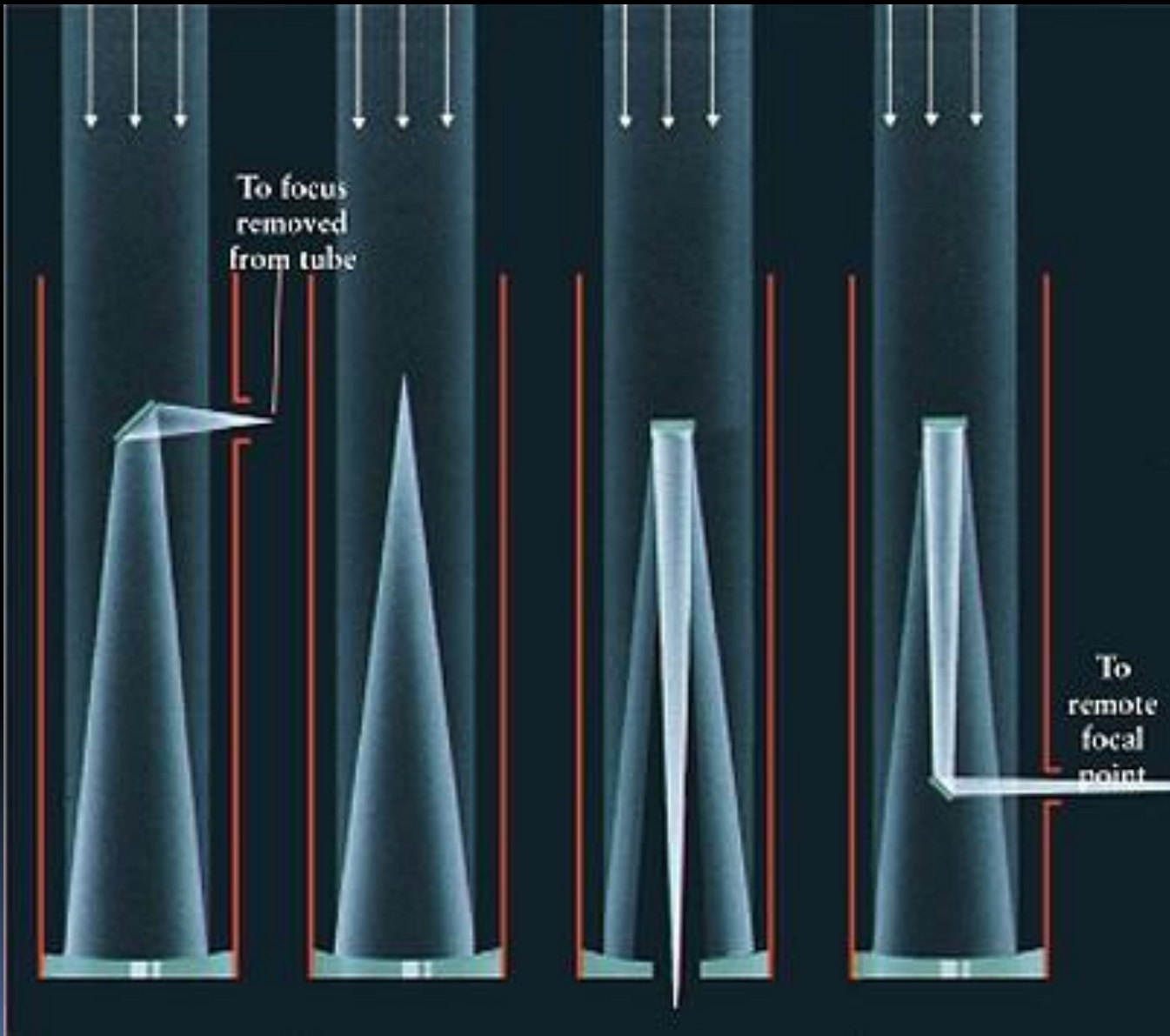




A tükör



Tükrös távcső elrendezések



SDSS

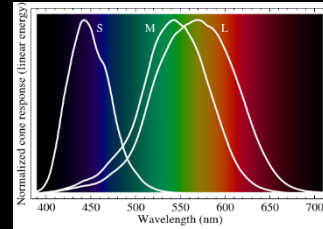
Newton

Direkt

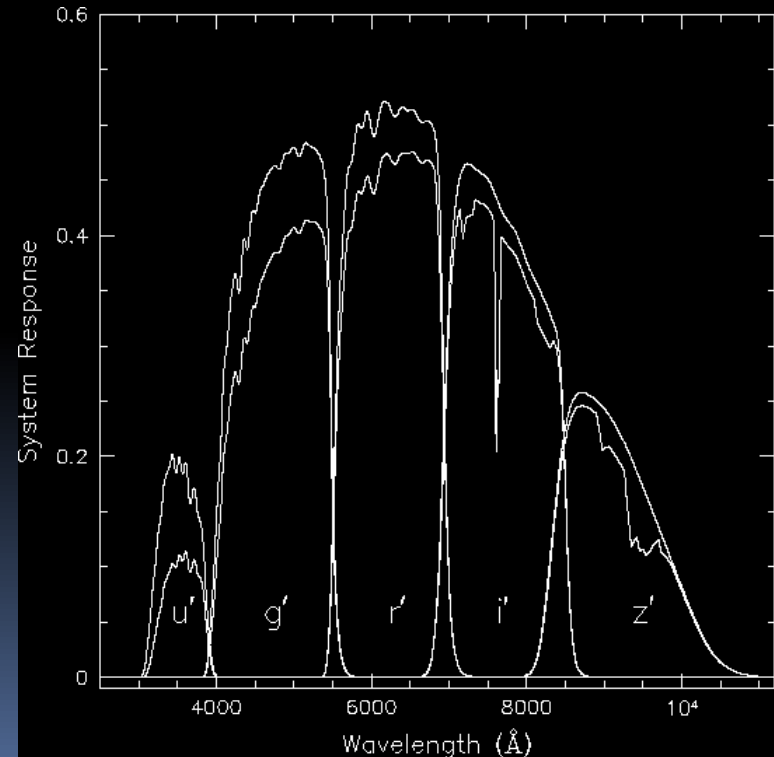
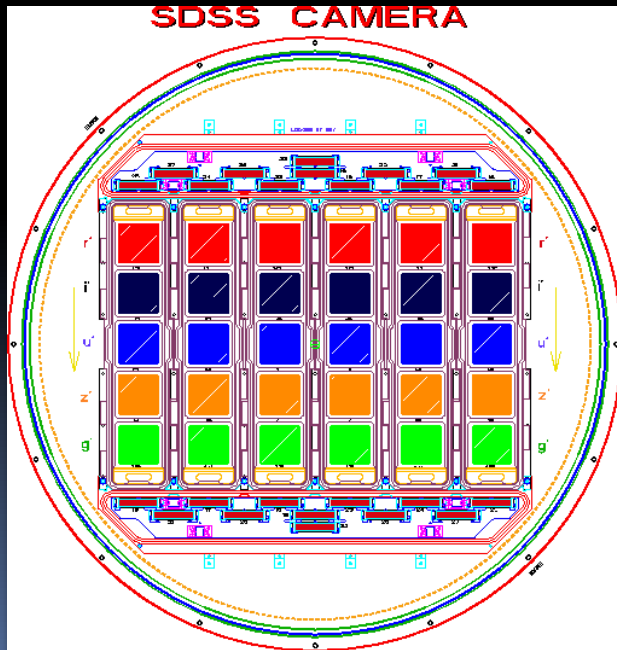
Cassegrain

Coude

A „színes” kamera



Emberi szem



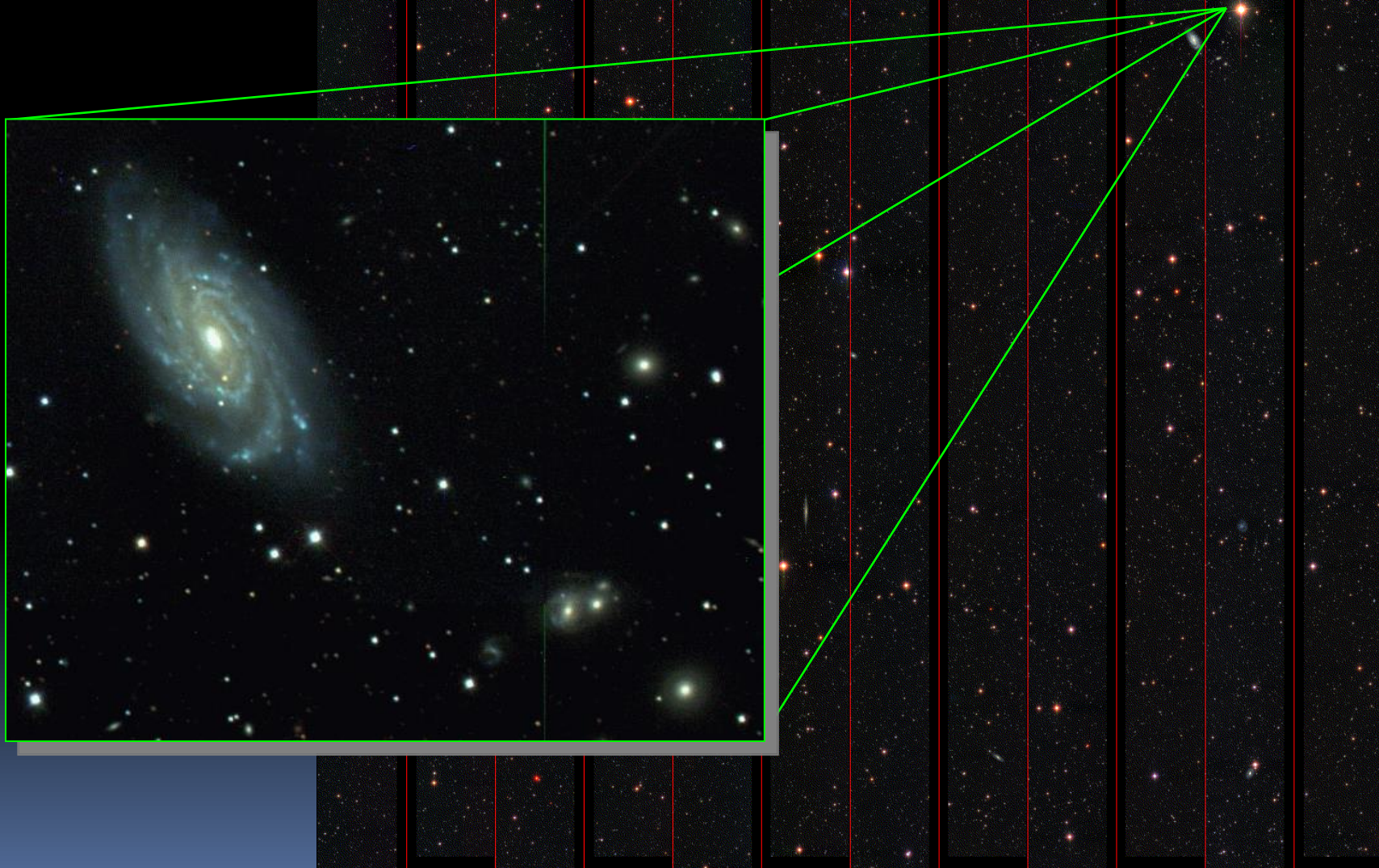
SDSS kamera

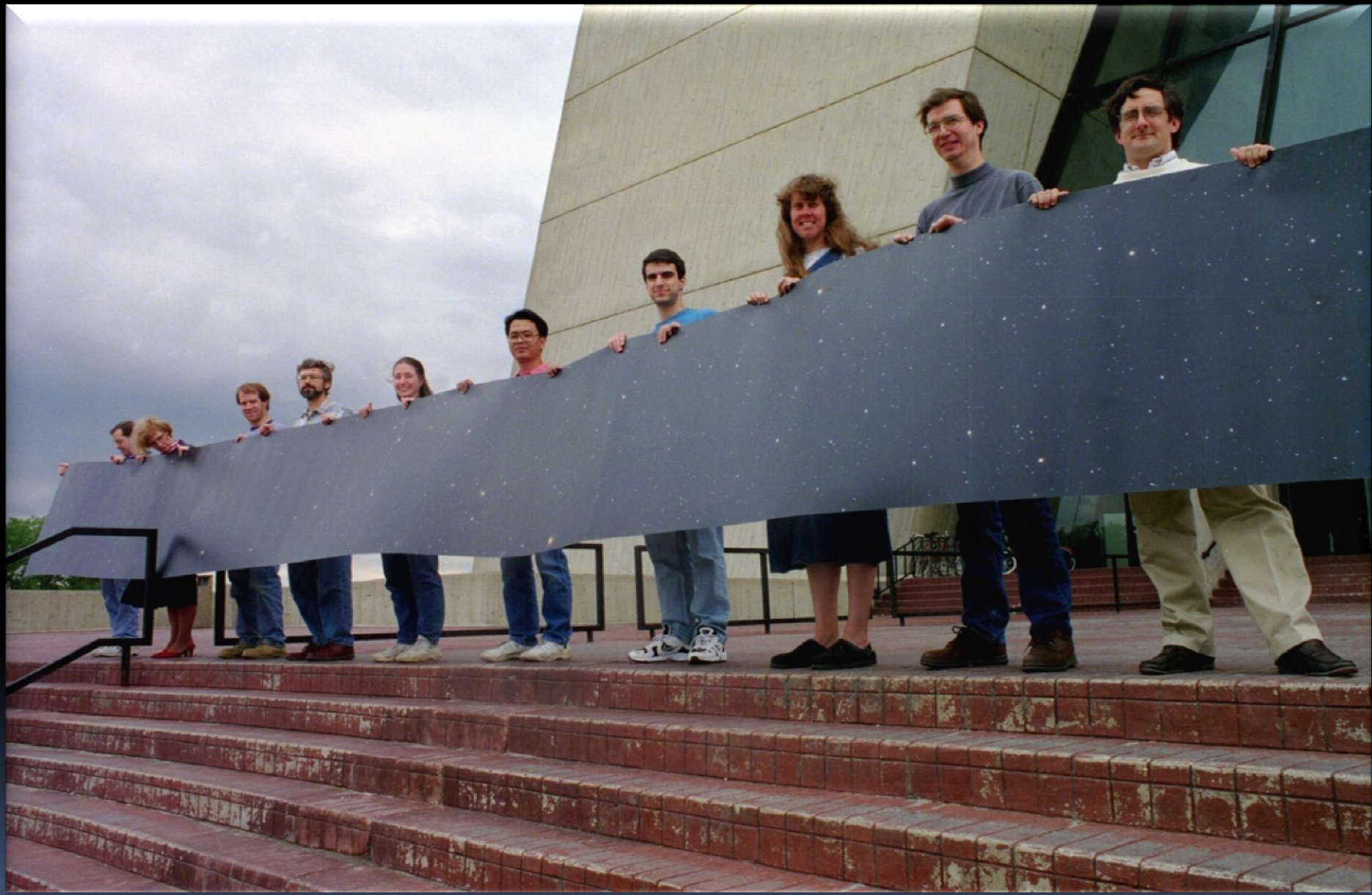
Sötétáram

- 20°C-on 30-200 pA/cm² (24 μ pixel)
- -80 °C-on 3 milliomod részére csökken: 0.1 electron/másodperc
- Expozíció: 55 másodperc, azaz 5 elektronnyi a zaj
- + kozmikus részecskék

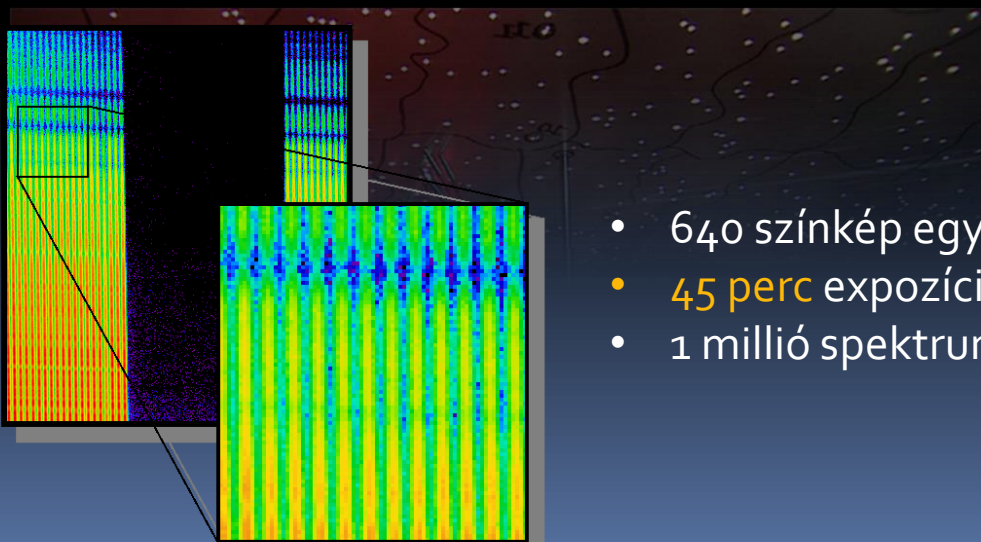
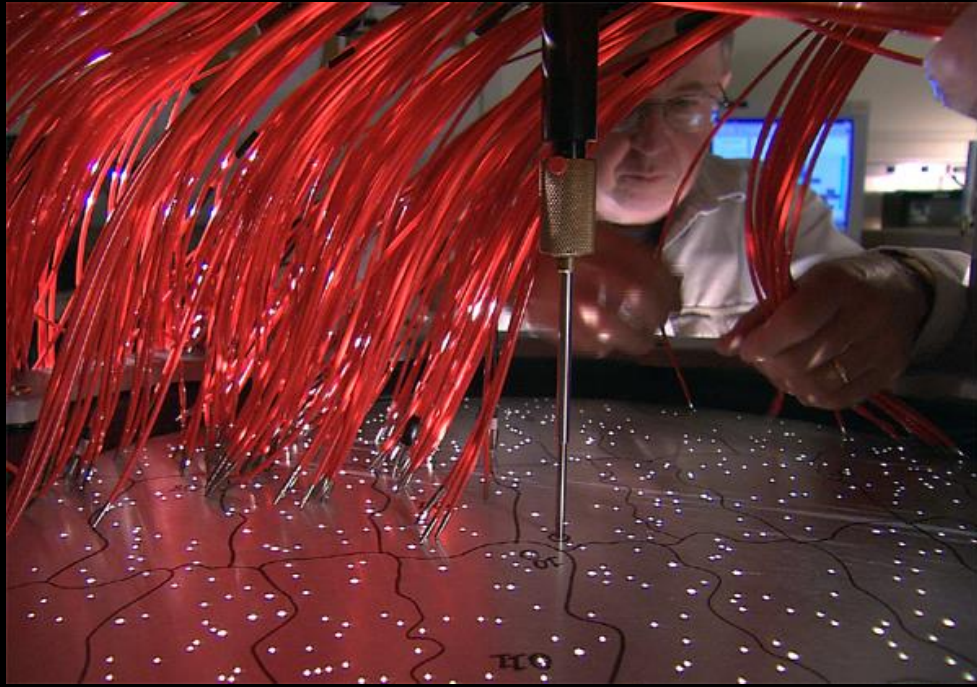


300 000 000 galaxies





Spektrográf



- 640 színek egyszerre
- 45 perc expozíció!
- 1 millió spektrum





Adatbázis

40 TB nyers adat
4TB katalógus



SDSS SkyServer DR6 - Windows Internet Explorer

http://cas.sdss.org/dr6/hu/

SDSS SkyServer DR6

Sloan Digital Sky Survey / SkyServer

Főoldal | Eszközök | Séma Bőngésző | Szakkör | Csillagászat | SDSS | Alkotók | Letöltés | Segítség

Üdvözlünk!!!

Ez a portál a Sloan Digital Sky Survey adatait teszi közzé. Az SDSS a világlegyetem térképeit készíti el. Szeretnénk bemutatni, hogy milyen csodálatos az univerzum, és megosztani azt az izgalmas élményt, amit az emberi történet legnagyobb térképének megalkotása jelent.

Hírek
Ez a portál az **SDSS Data Release 6 (DR6)** adatait tartalmazza.
Tovább...

Csillagászoknak
Hivatásos kutatóknak szóló oldalak. (angol)
Tovább...

Az SDSS támogatói:

<p>SkyServer eszközök</p> <ul style="list-style-type: none"> Érdekességek Képek Megjelenítő eszközök Áttekintő Kereső Feltöltő CasJobs (angol) 	<p>Szakkör</p> <ul style="list-style-type: none"> Kezdőknek Haladóknak Kihívások Kicsiknek Játékok és vetélkedők Tanároknak Kapcsolódó projektek 	<p>Információk (angol)</p> <ul style="list-style-type: none"> Csillagászati bevezető Az SDSS A SkyServer SDSS Data Release 6 SDSS központ OpenSkyQuery RC3 Galaxis Képek 	<p>Segítség</p> <ul style="list-style-type: none"> Bevezetés GY.I.K. (angol) Útmutatók (angol) Szójegyzék (angol) Adatstruktúra SQL bevezető (angol) Részletes leírás (angol)
--	--	--	---

Powered by **Microsoft**

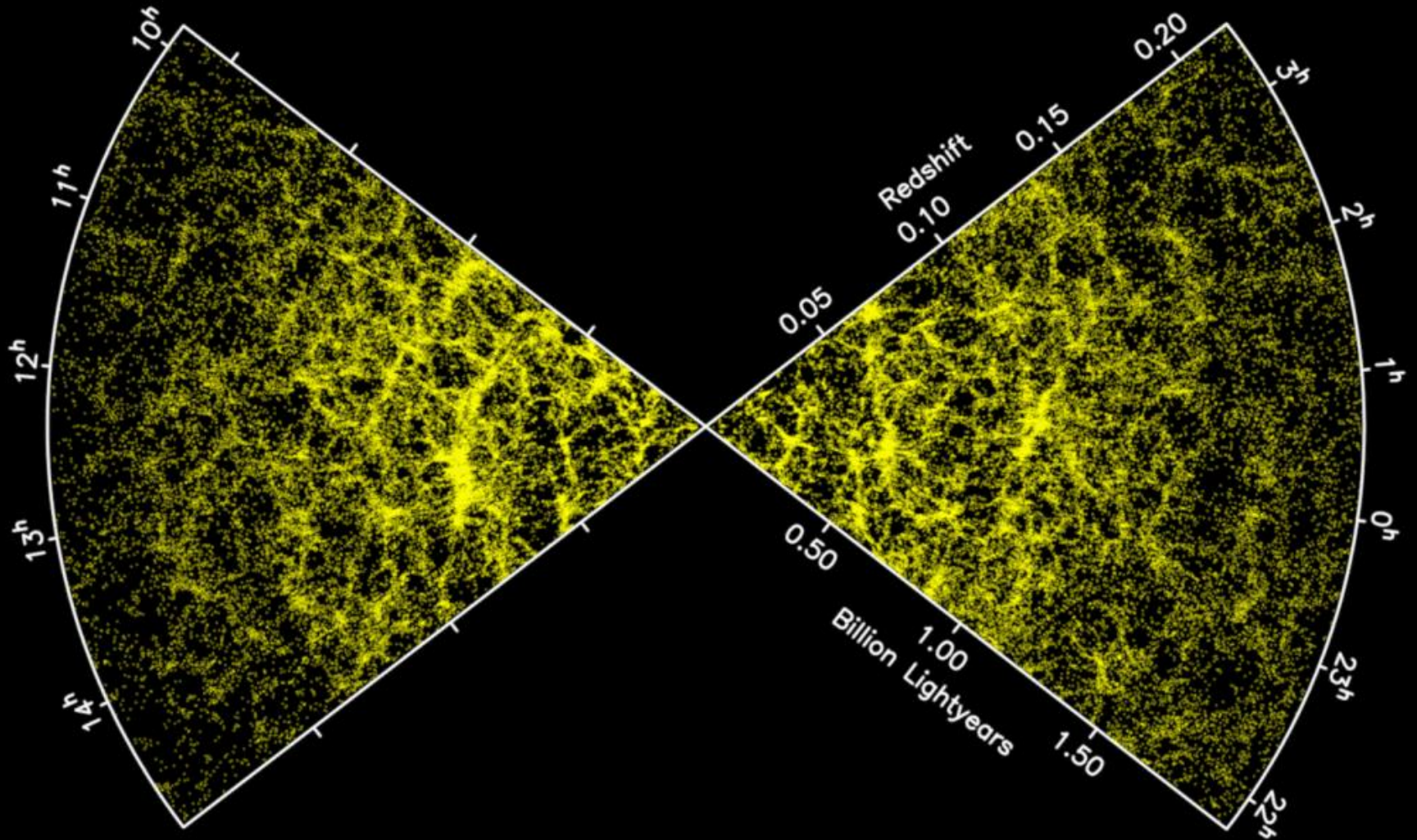
Site Traffic
Privacy Policy

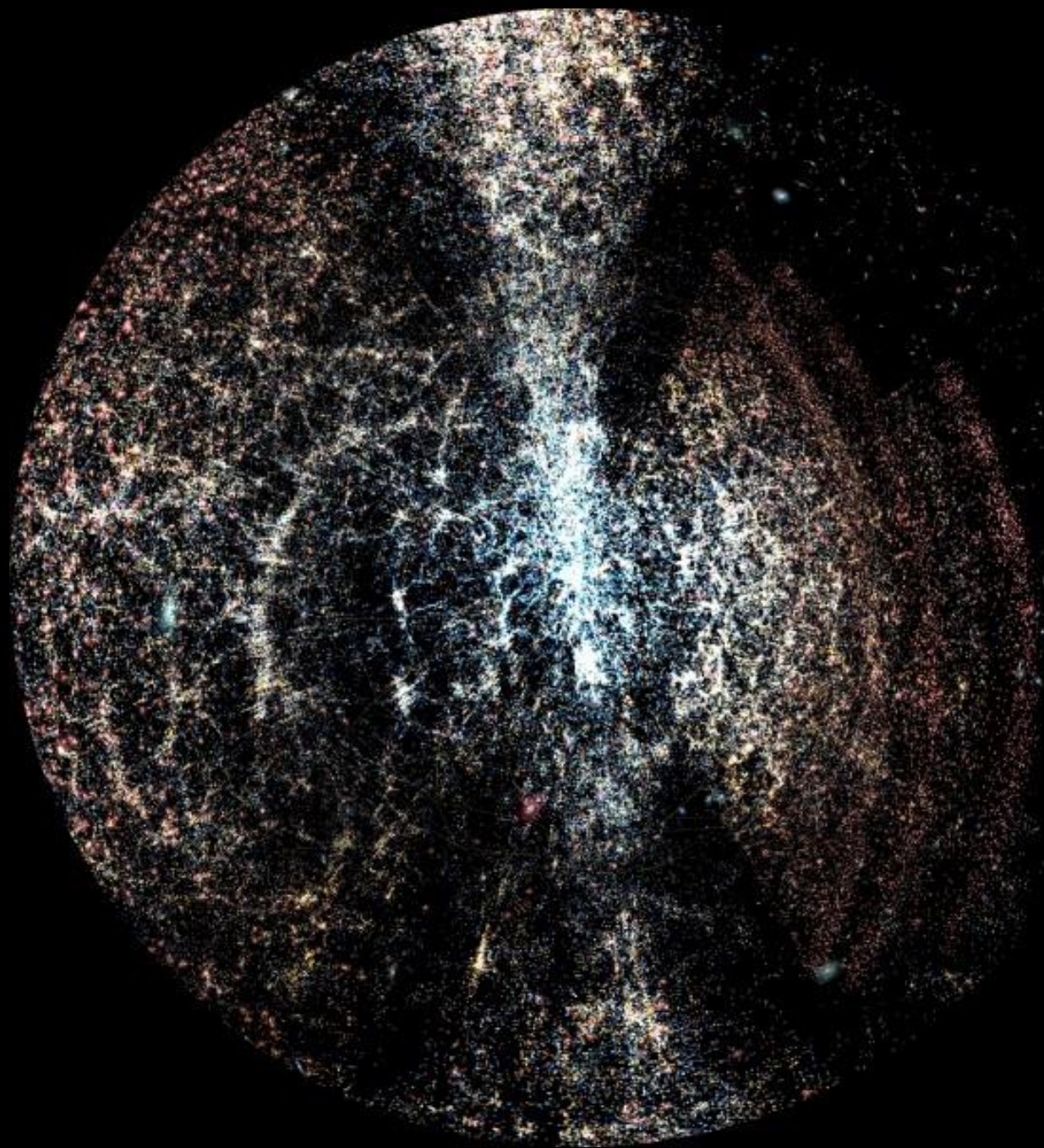
Contact Us

Done

Start | WMAP Media Res... | SDSS SkyServe... | komal2007.pptx | voGen.ppt [Komp... | 87% | 0:33

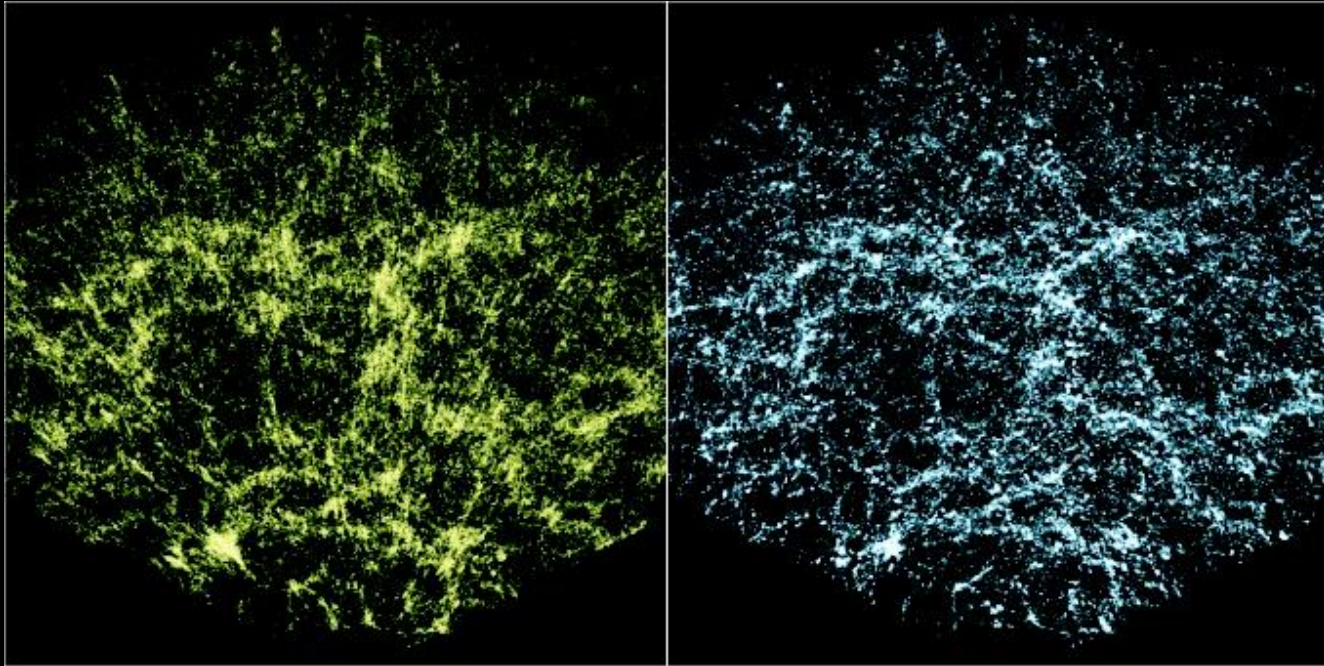
Az Univerzum térképe



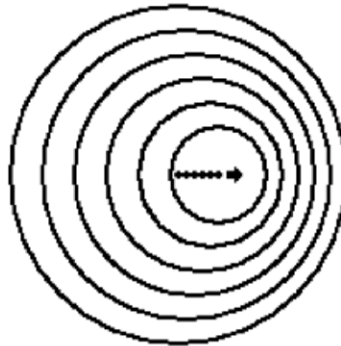


Az Univerzum 3D térképe

Isten ujjai – Doppler effektus



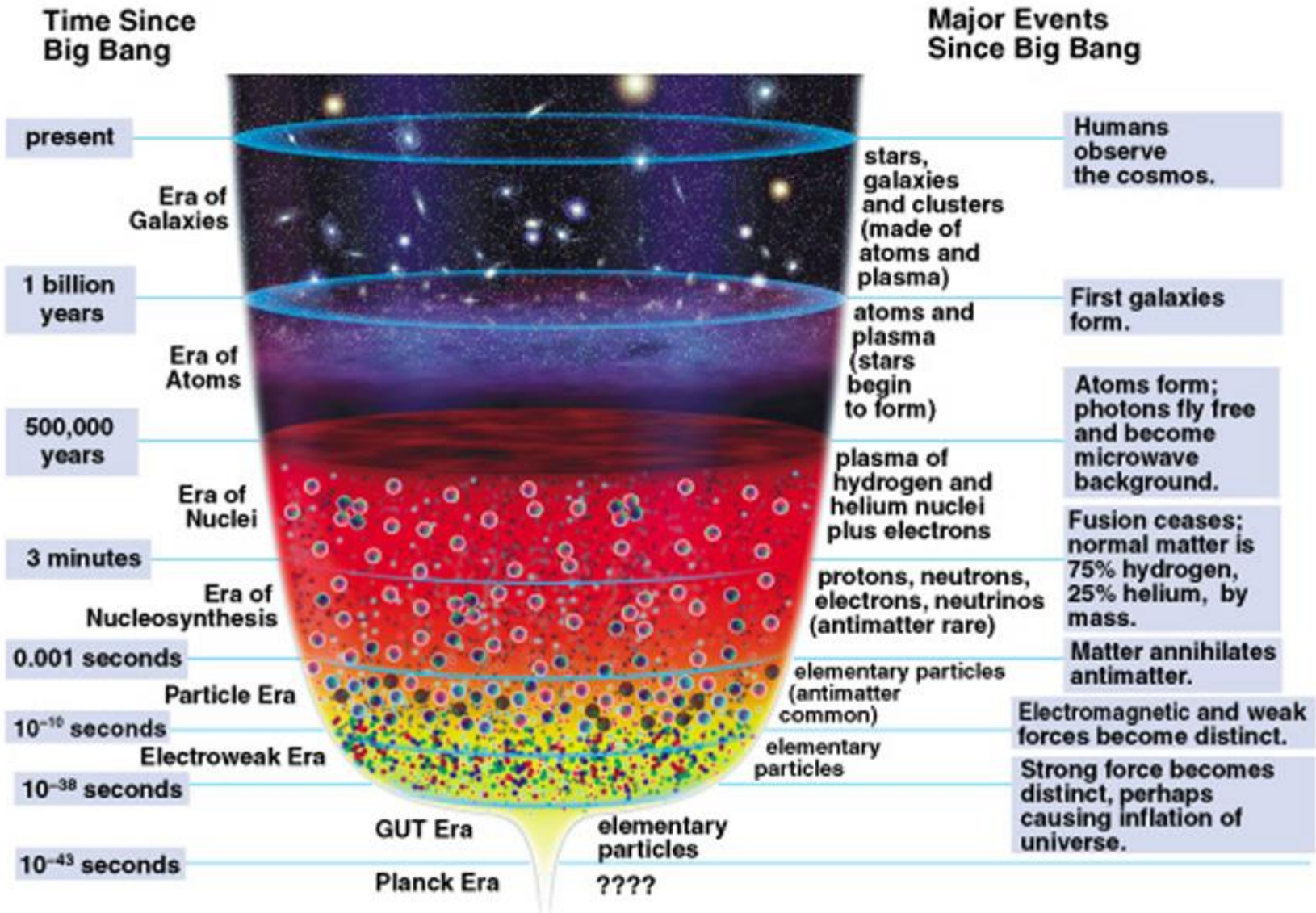
OBJECT RECEDING:
LONG RED WAVES




OBJECT APPROACHING:
SHORT BLUE WAVES



Az Univerzum rövid története



Honnan tudjuk mindezt?

- A világot szabályok, törvények vezérik
 - A törvények ismeretében (egyszerűsített) modelleket lehet alkotni
 - A modell, megfelelő paraméterekkel, és kezdőállapotból indítva jóslatokat ad
 - A jóslatok összevethetőek a mérésekkel, észlelésekkel
- 



Mire jó a fizika óra?

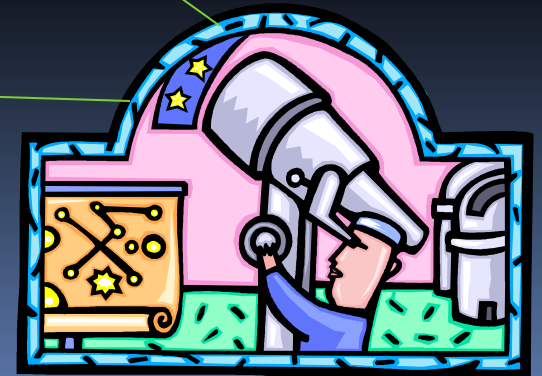
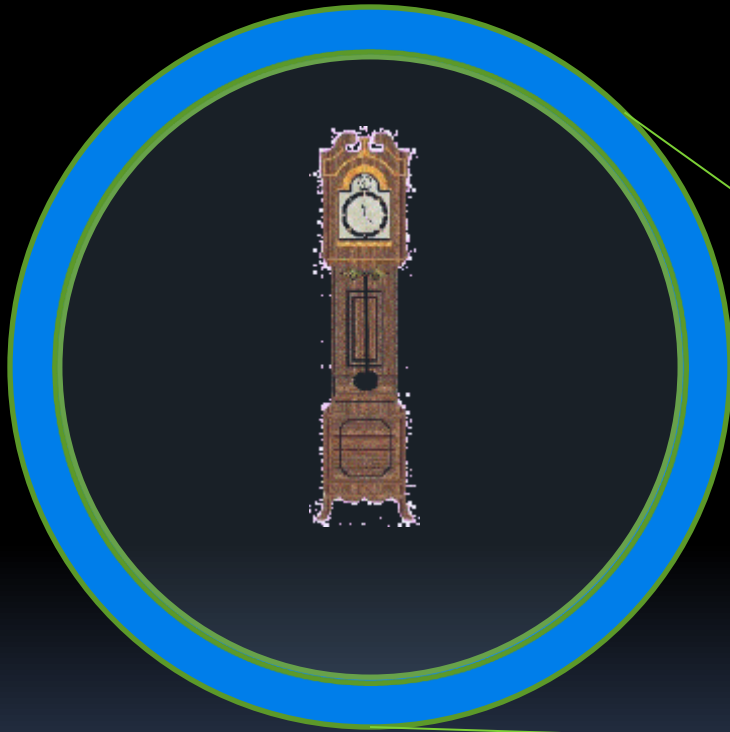
◆ **A:** Ravasz feladatok megoldására.

◆ **B:** Semmire.

◆ **C:** A tanulóifjúság kíntására.

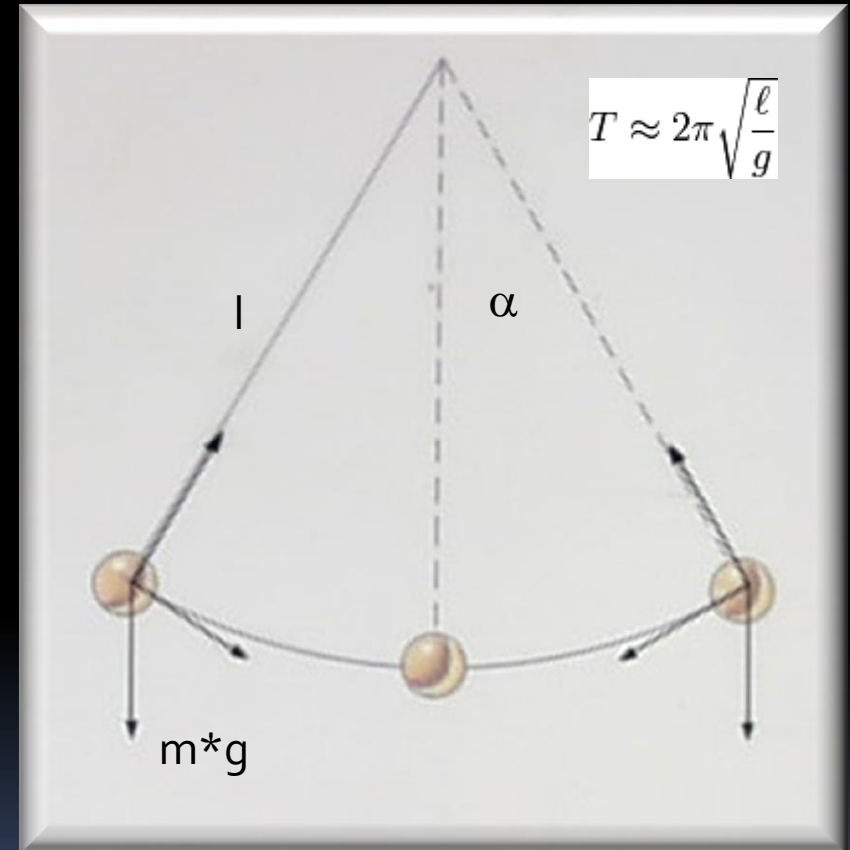
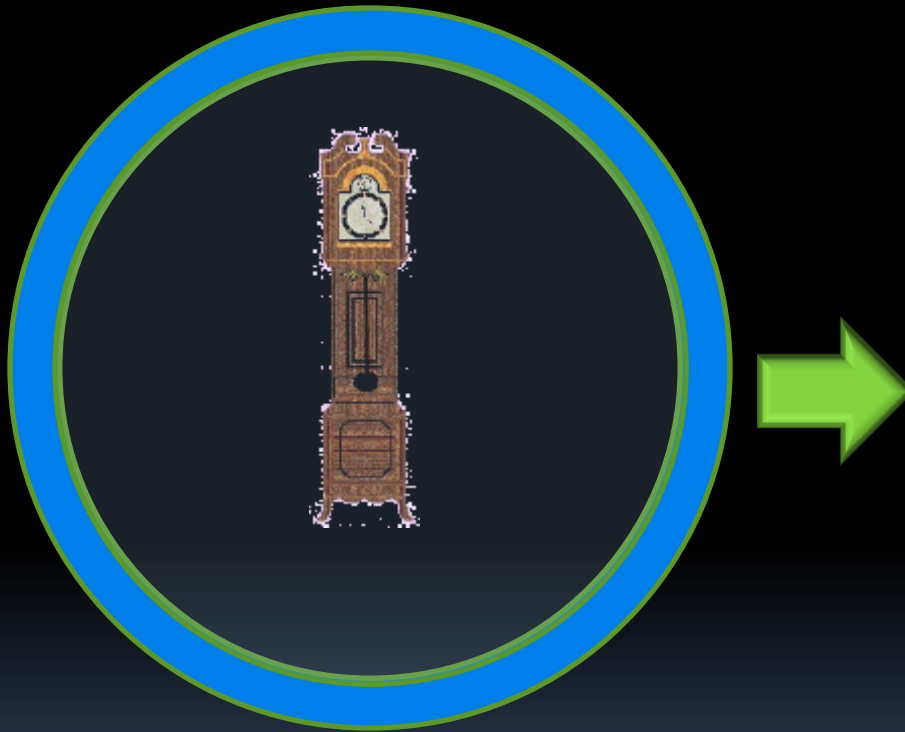
◆ **D:** A világ működésének megértésére.

Modell és valóság: ingamozgás



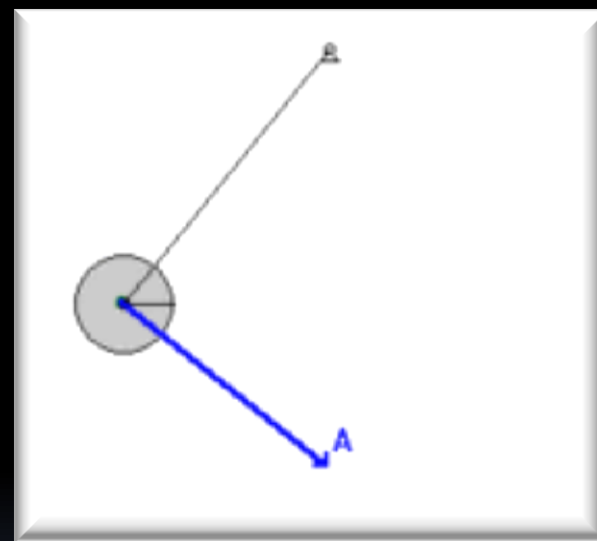
Modell és valóság: ingamozgás

Modell



Modell és valóság: ingamozgás

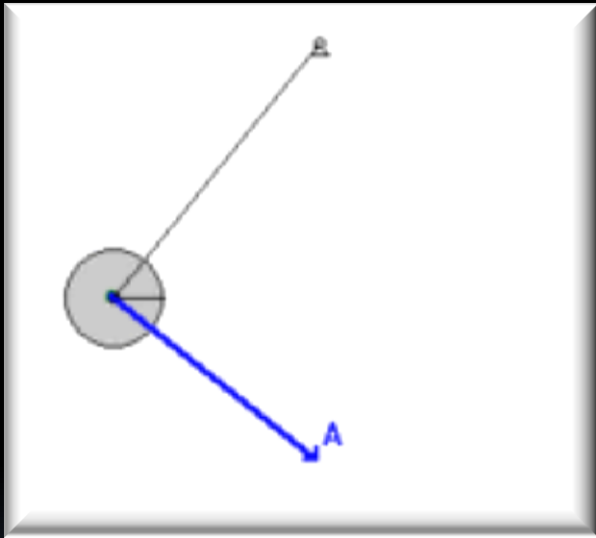
Szimuláció - jóslat



Fizikai paraméterek: l, g, π

Modell és valóság: ingamozgás

Jóslat



$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{g}} \left(1 + \frac{1}{4} \cdot \sin^2 \frac{\theta_{max}}{2} + \frac{9}{64} \cdot \sin^4 \frac{\theta_{max}}{2} + \dots \right)$$

~~$$T \approx 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$$~~

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{I}{mgL}}$$

PÉLDA SZIMULÁCIÓ: AZ UNIVERZUM MODELLJE

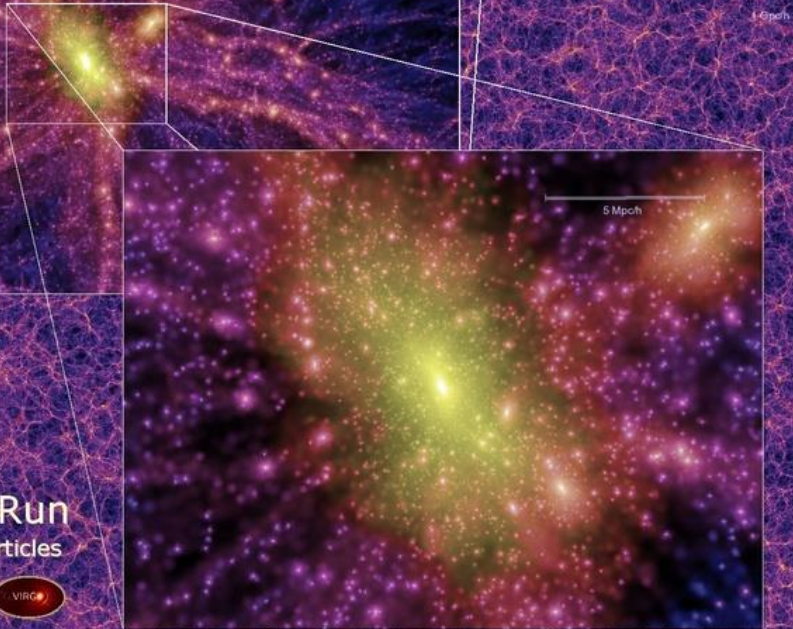
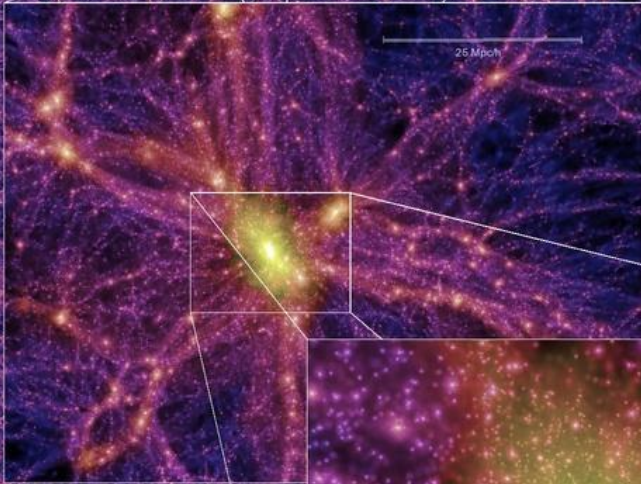
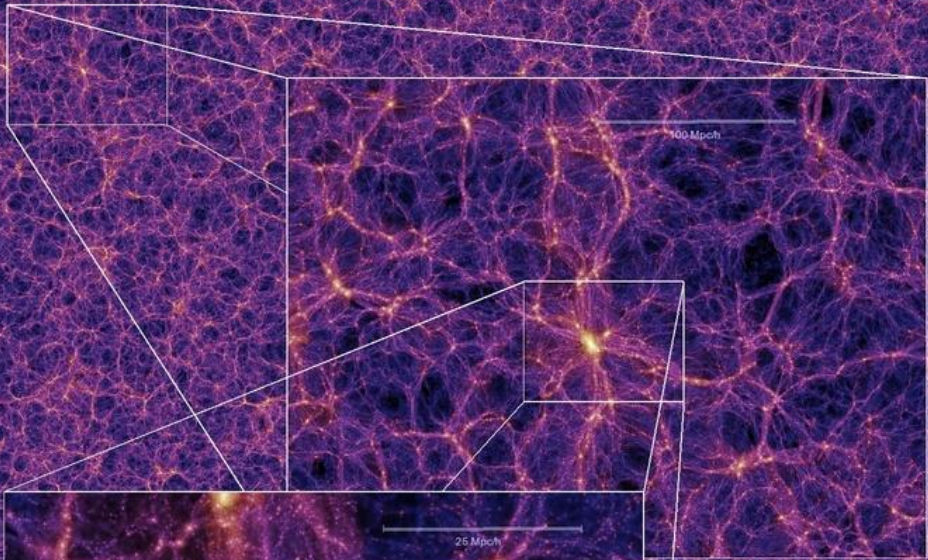
Az Univerzum legjobb virtuális modellje: N-test szimuláció,
egy galaxis-halmaznyi sötét anyag-csomó egy-egy részecske

Virgo Consortium (2005 Millenium Simulation):

Tucatnyi kutatócsoport, 10 milliárd "részecske", 2 milliárd fényév
1500 processzor, 30 nap (1M proc. óra), 25TB kimenet

Új: Illustris Simulation: 2013, 19M proc. óra.





Millennium Run

10,077,696,000 particles

Springel et al. (2004)

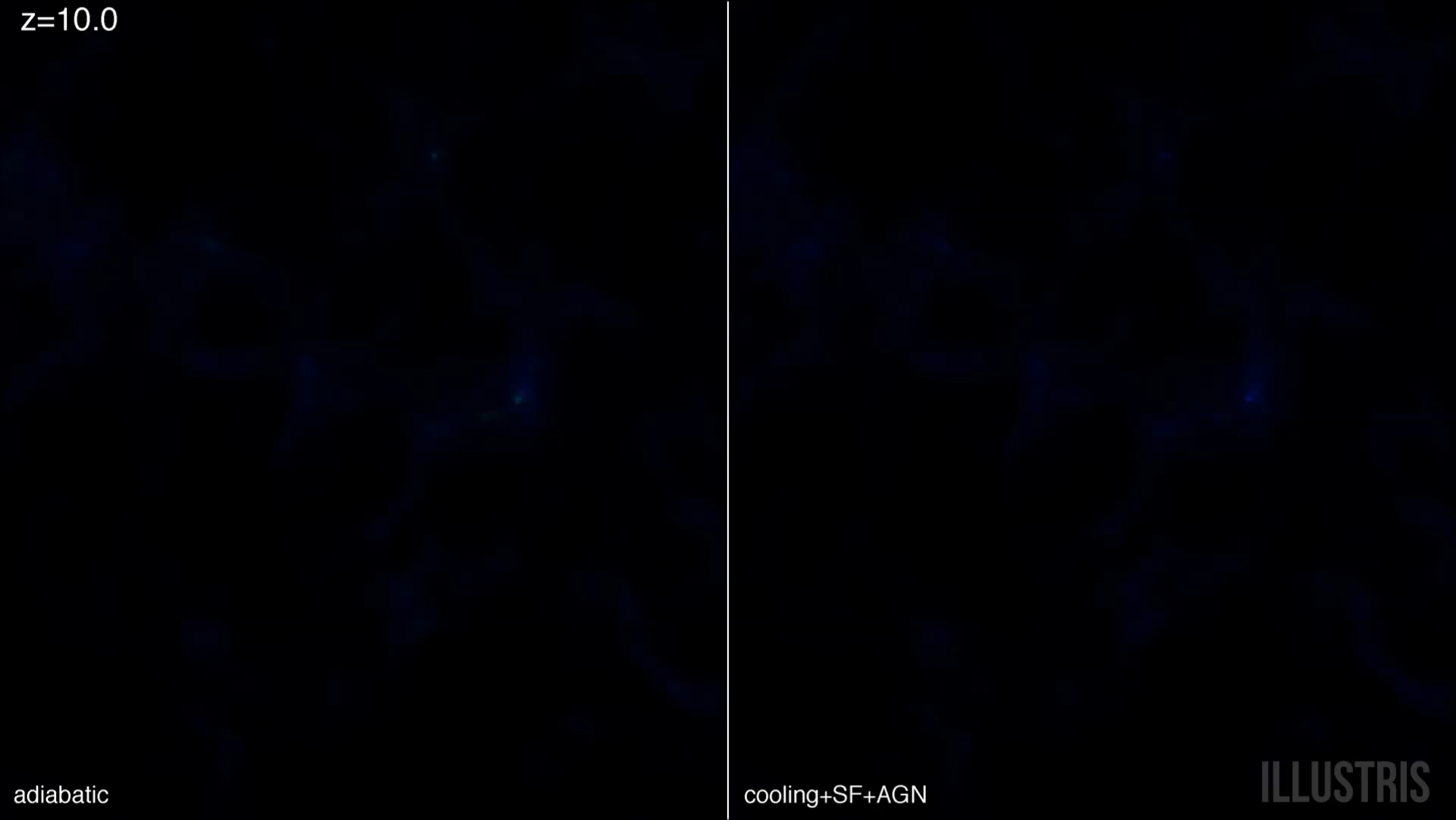


Illustris zoom

Illustris fejlődés

Illustris paraméterek változtatása

$z=10.0$



adiabatic

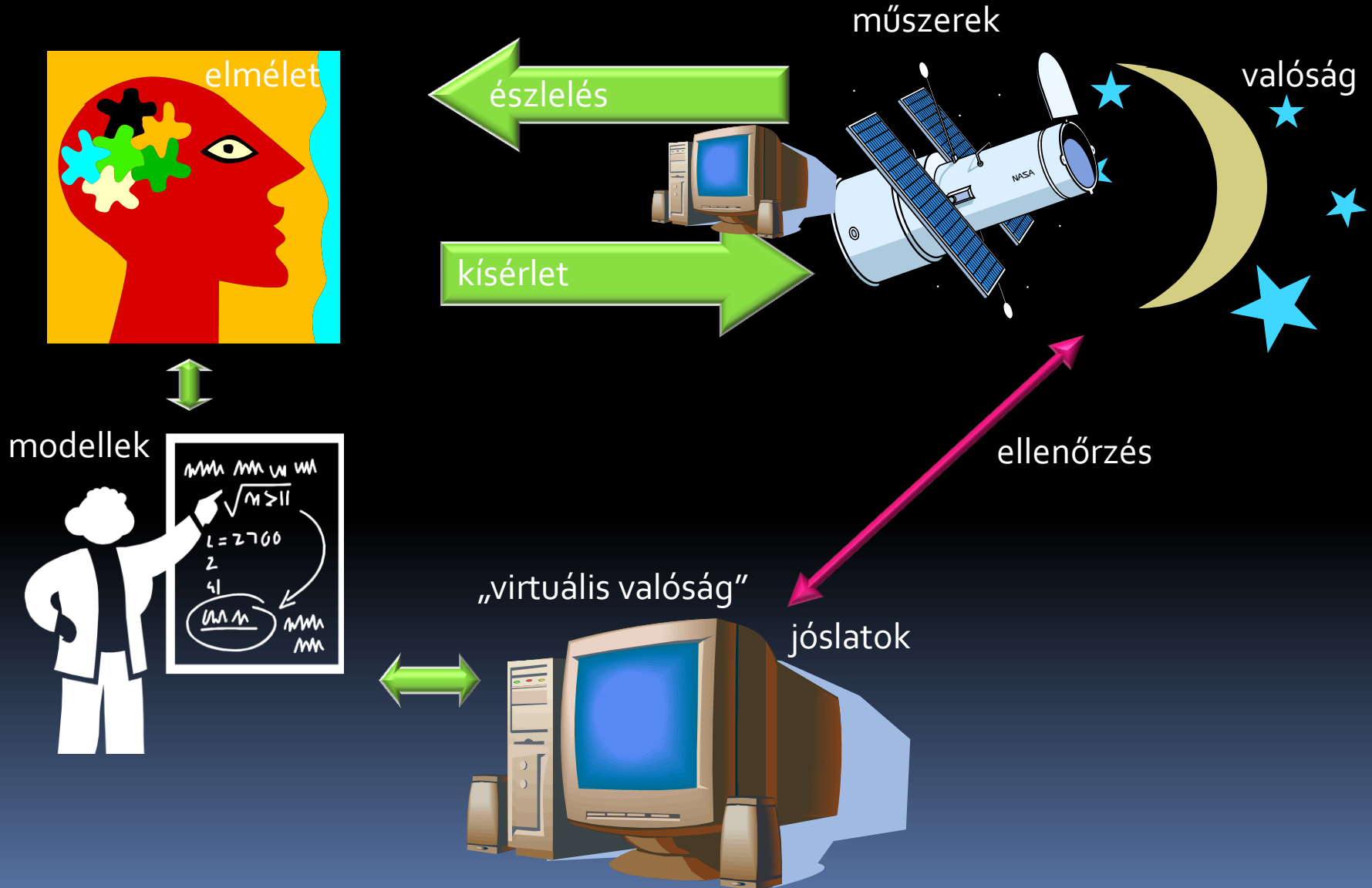
cooling+SF+AGN

ILLUSTRIS

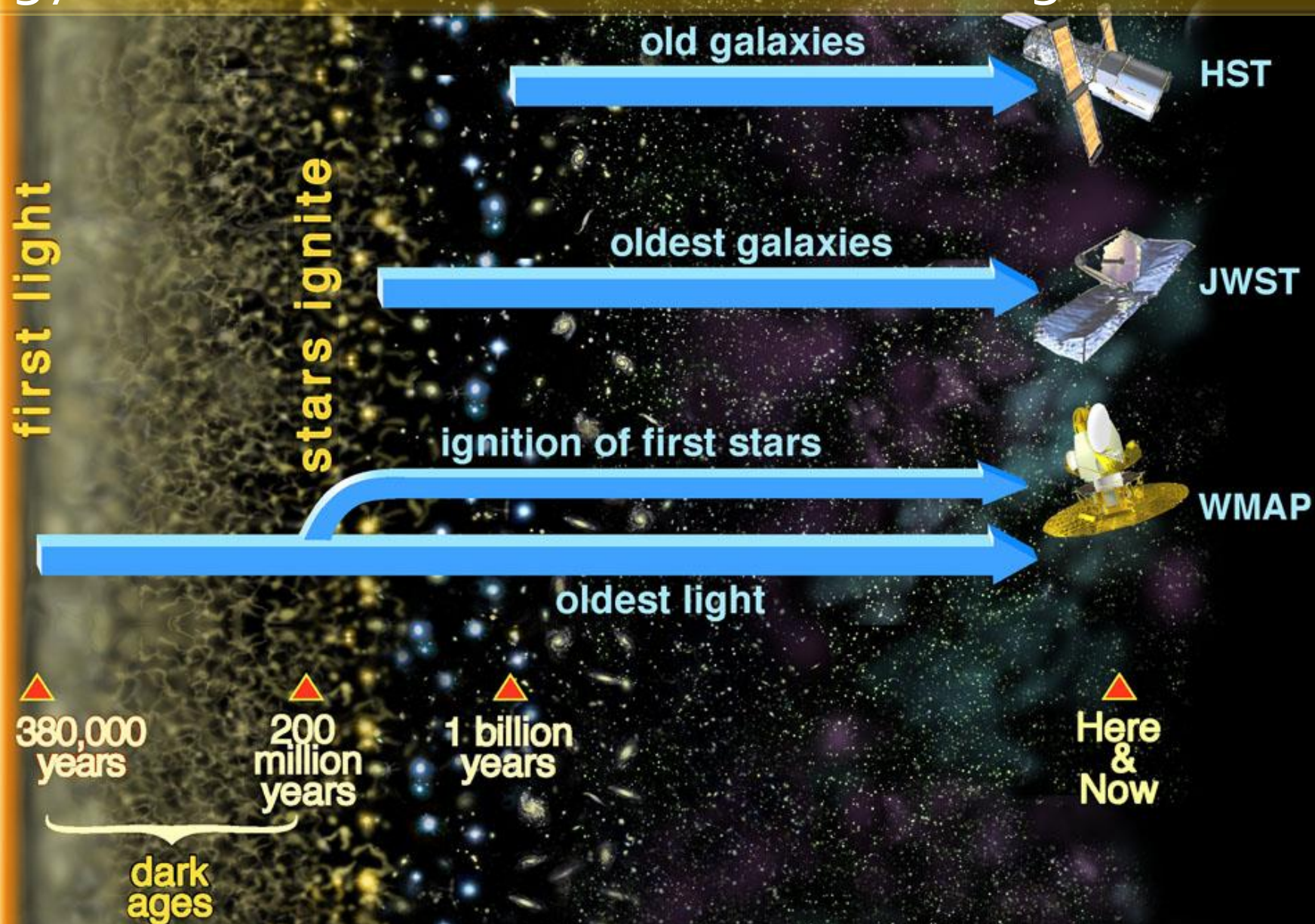
Valódi Univerzum – Virtuális Univerzum



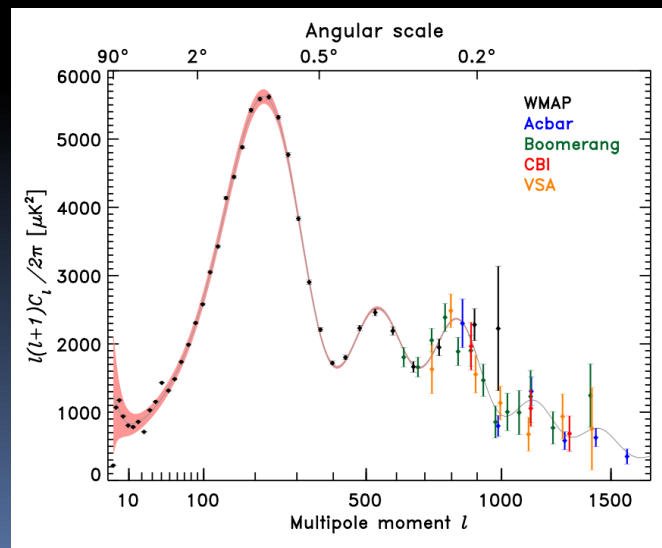
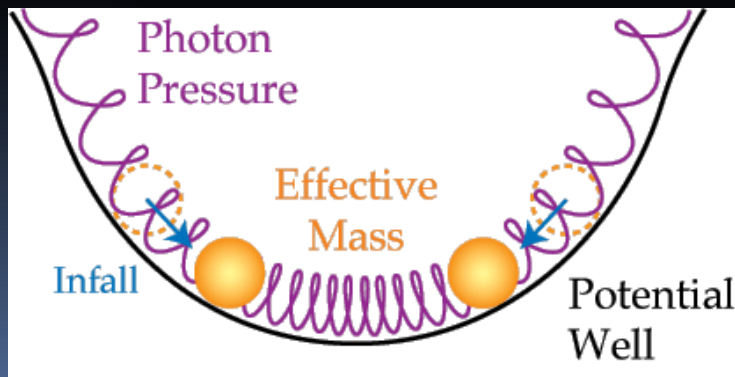
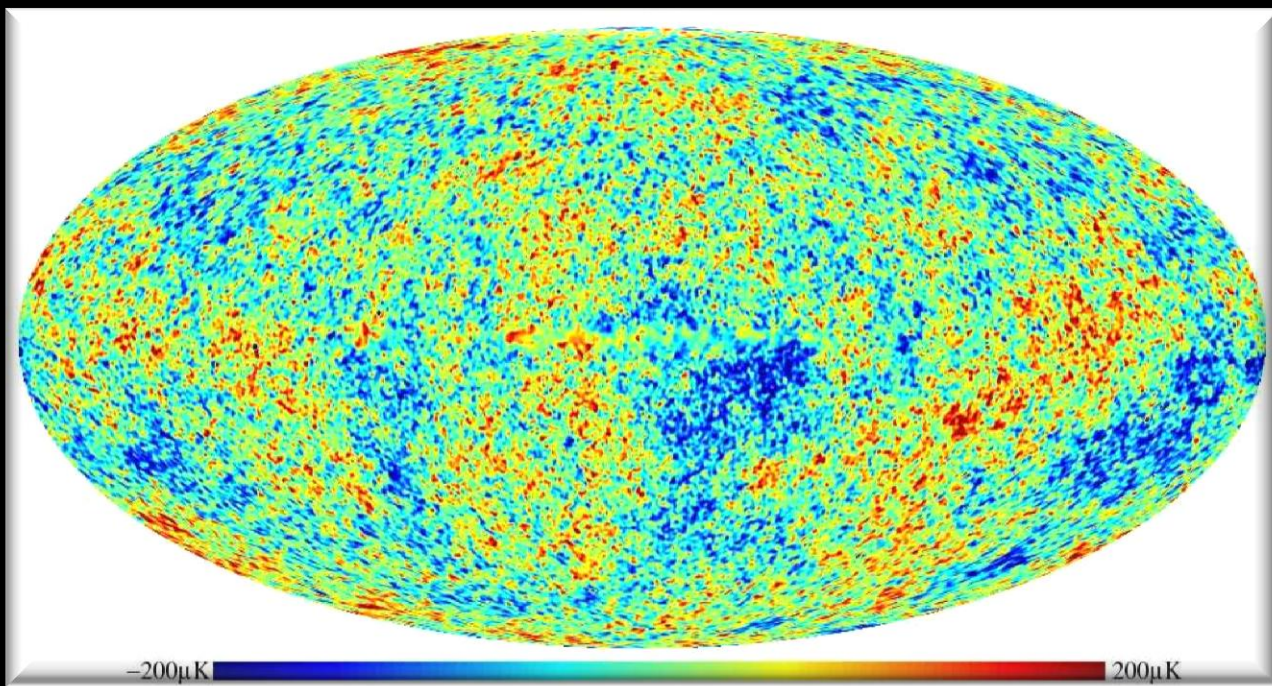
Teszt: modell és valóság



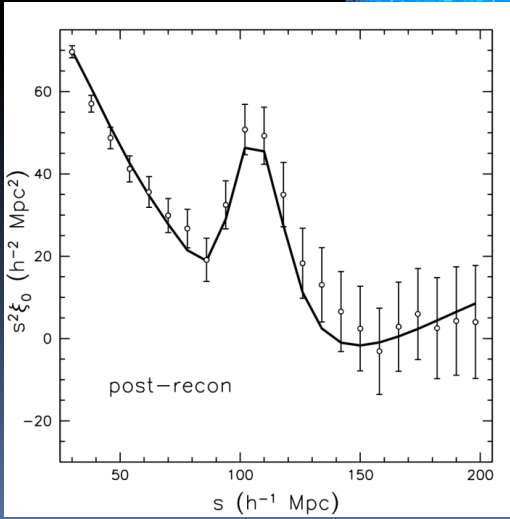
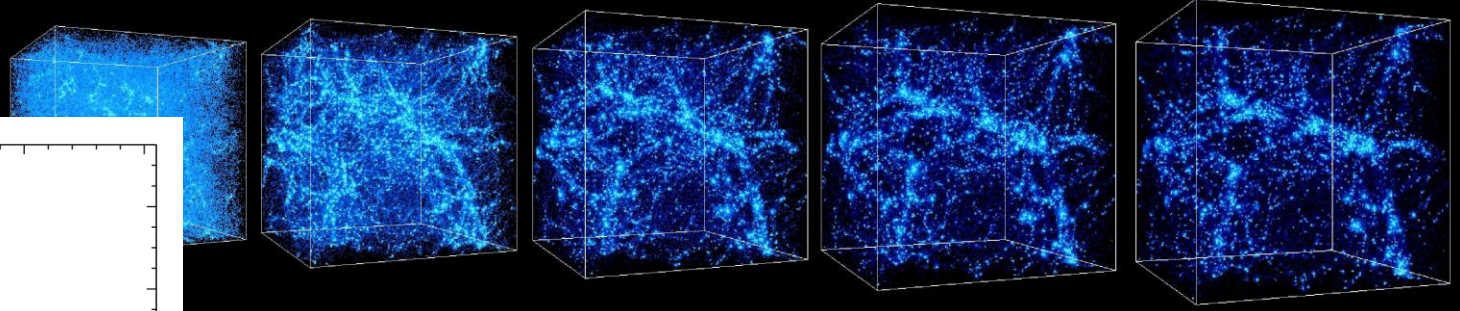
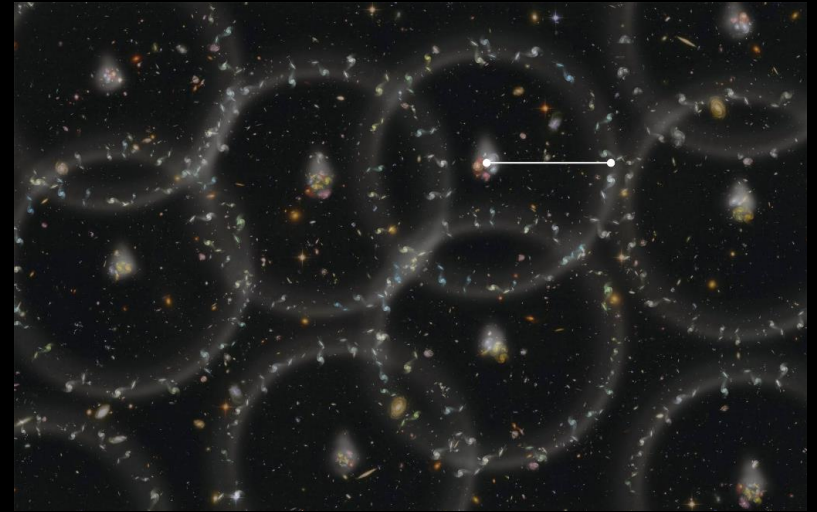
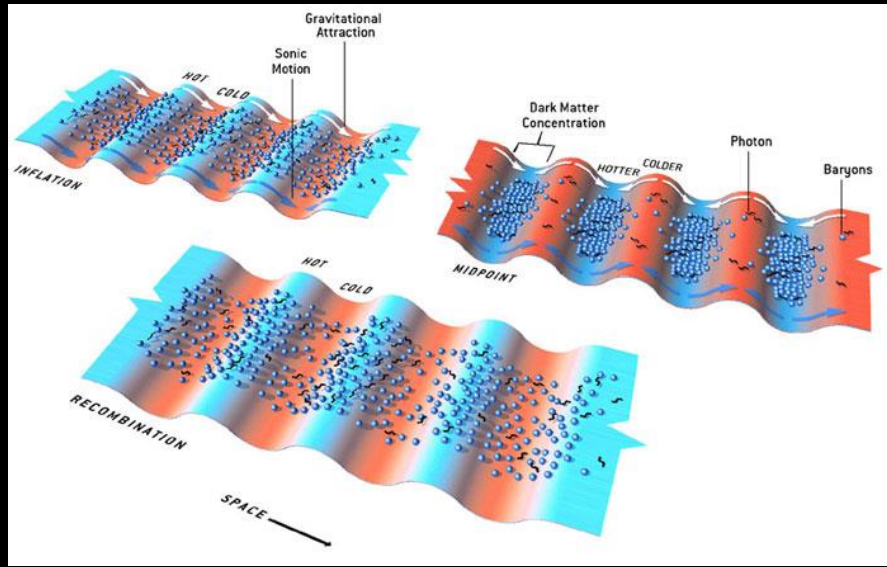
Egy másik észlelés: a kozmikus háttérsugárzás (CMB)



CMB – fluktuációk – hanghullámok

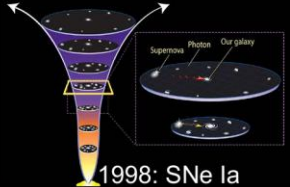


Barionikus akusztikus oszcillációk – standard vonalzó

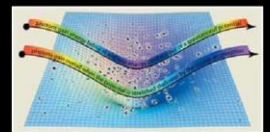


Sok észlelés és modell egybevetve: kozmológiai standard modell

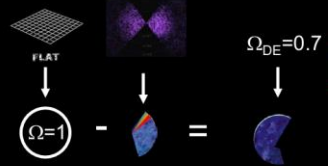
1 Expansion recently began Accelerating



2 Galaxy potentials are being pried apart; passing photons gain energy

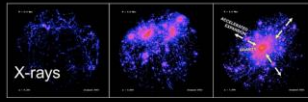


3 Difference between $\Omega_{tot}=1$ critical density, $\Omega_M=0.3$ sub-critical is 0.7

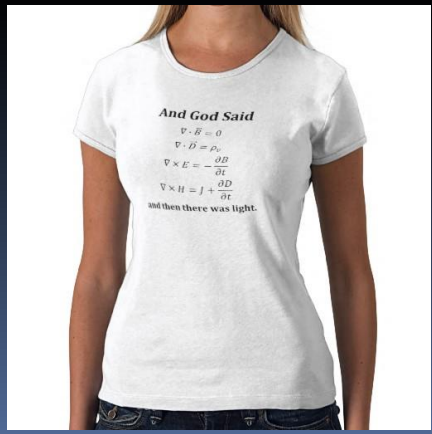
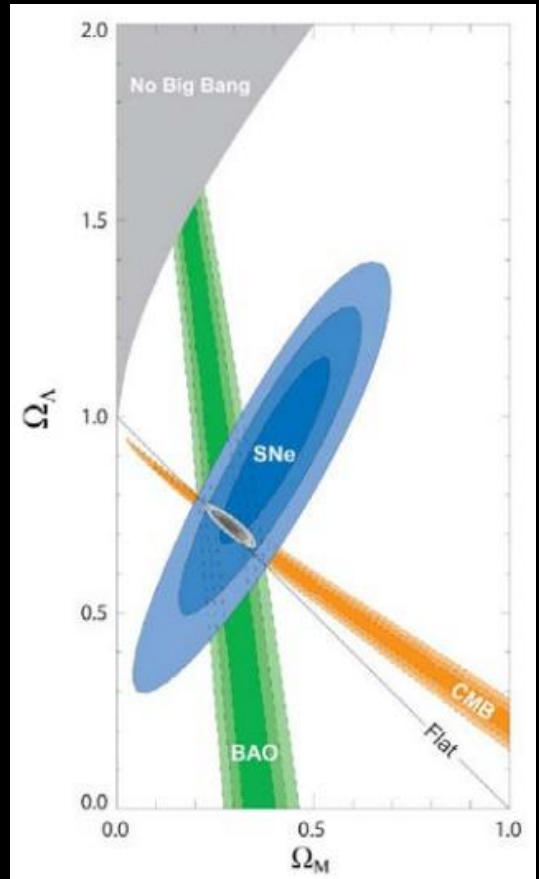
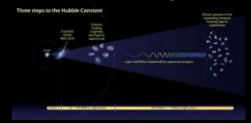


2003: CMB & LSS, M/L, BAO, lensing

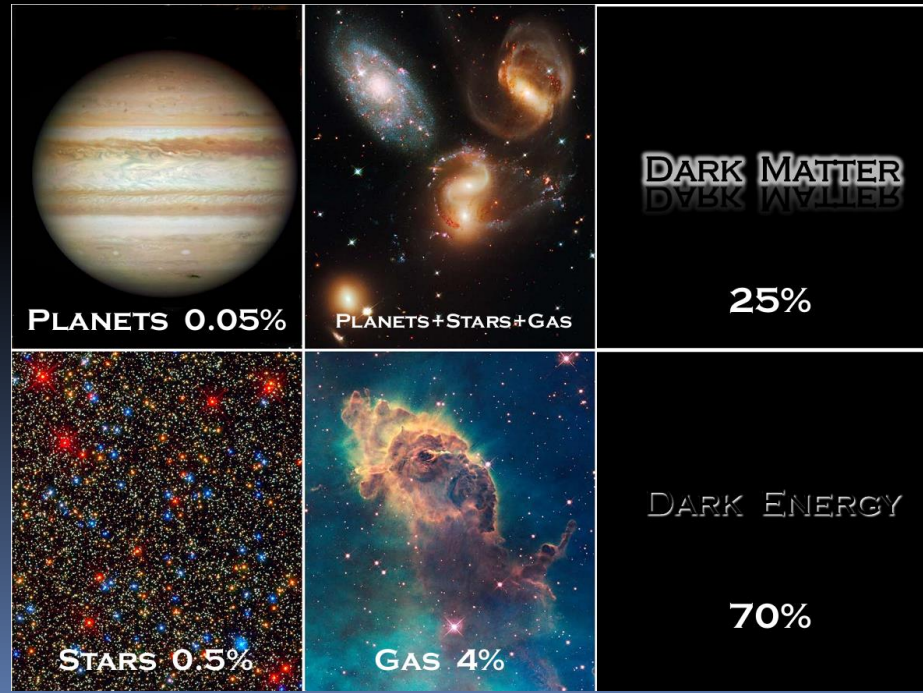
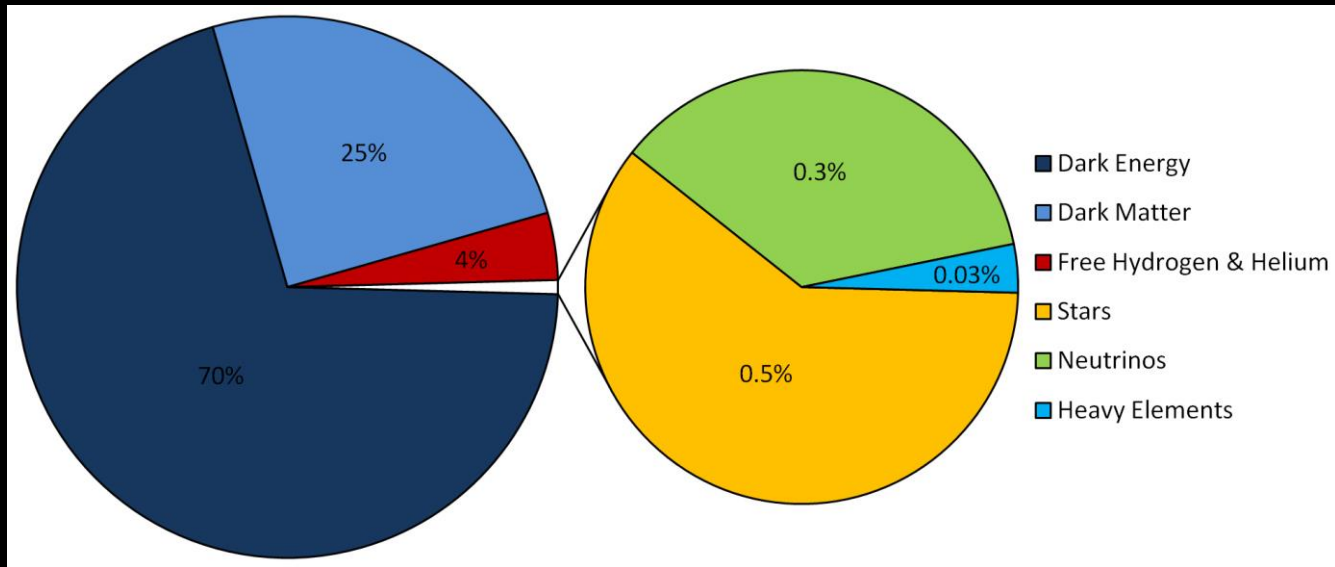
4 Arrested Growth Clusters, 2008



5 Change in Absolute Scale of Universe, $z=1000-0$, (WMAP+ $H_0=74 \pm 3$), 2009



Az Univerzum összetétele



A sötét anyag válfajai

Forró: neutrino



Hideg (Λ CDM): WIMP, MACHO, axion



Meleg: steril neutrino, gravitino



Kevéssé strukturált



???



A sötét energia

- Negatív nyomás

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}Rg_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = 8\pi GT_{\mu\nu}$$

$$\rho_\Lambda = \frac{\Lambda}{8\pi G}$$

$$\rho_\lambda(1, -1, -1, -1) = (\rho, p, p, p)$$

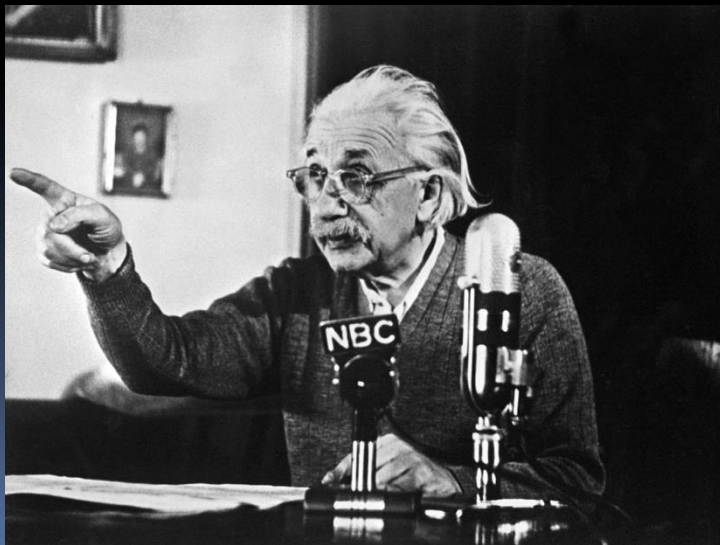
- Vákuum energia

$$\rho_\Lambda \sim \frac{M_p c^2}{l_p^3}$$

$$10^{118} \text{ GeV/cm}^3$$

122 nagyságrend tévedés!

- A jövő generációra vár a rejtély megoldása!



Simon Danaher

- **ÚJTUDOMÁNYOS MÓDSZERTAN: ÚJ
TUDÓSOK KELLENEK**
 - **AKIK ÉRTIK A SZAKTUDOMÁNYOKAT**
 - **PROFESSZIONÁLISAN KEZELIK A
MATEMATIKAI MELLETT AZ INFORMATIKAI
ESZKÖZTÁRAT IS**

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem, illetve az Atomoktól a Csillagokig program szervezői semmiféle felelősséget nem vállalnak az előadáshoz használt illusztrációkért, az azok megismétlésére tett kísérletekből származó anyagi, valami egészségi állapotban illetve emberi életben bekövetkezett veszteségekért .

Az elhangzott történetek és a bennük szereplő személyek a képzelet szüleményei. A valósággal való bármilyen esetleges hasonlóság csak a véletlen műve.

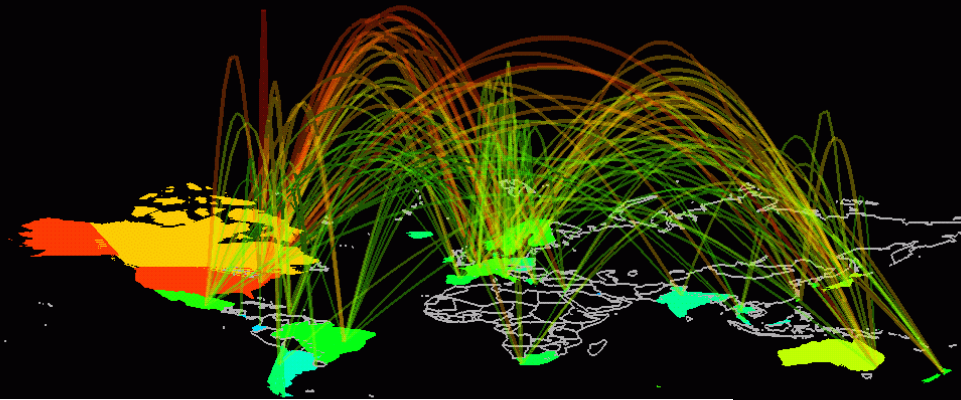


Emberi Univerzumok

**KOMMUNIKÁCIÓS, SZOCIÁLIS ÉS
PÉNZÜGYI HÁLÓZATOK**

Internet

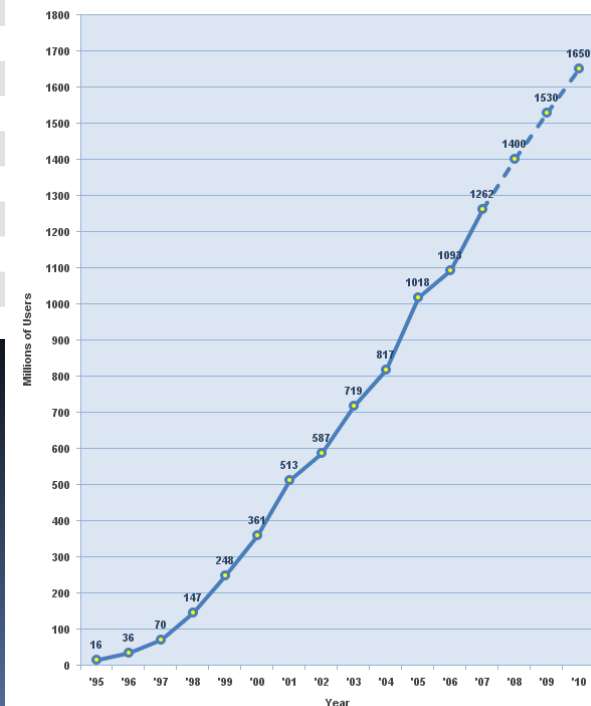
- Ember alkotta, de nincs meg a “tervrajz”
- “Csillagászati” számú komplex nem-lineárisan kölcsönható elem
- Természettudományos módszerek kellene
 - Észlelés/kísérlet
 - Modell
 - Jobbat tervezni
- Jövő internet: self-aware, self-managing, self-healing ...



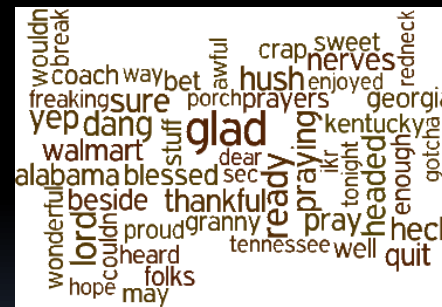
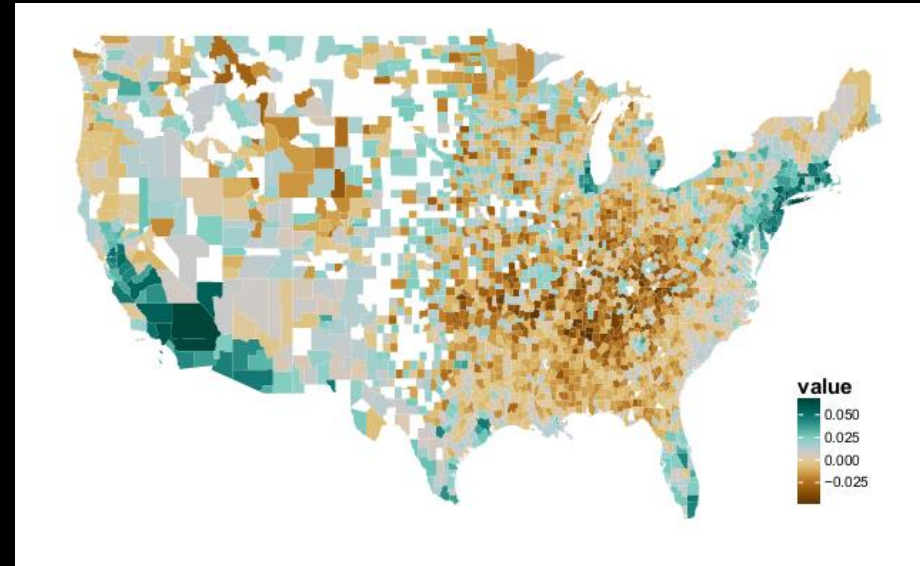
Countries	Total IPs	Last Updated
240	3,030,462,896	2009-07-31 15:20:58

Total IPs	Country
1,478,842,181	UNITED STATES
234,262,365	UNITED KINGDOM
207,440,422	CHINA
176,463,582	JAPAN
108,273,367	GERMANY
81,241,704	FRANCE
77,261,386	CANADA
72,907,648	KOREA, REPUBLIC OF
43,472,356	ITALY
42,894,254	NETHERLANDS
38,451,977	AUSTRALIA
31,906,592	BRAZIL
26,969,719	RUSSIAN FEDERATION

Internet Users in the World
Growth 1995 - 2010



Szociális hálózatok: TwitterDB

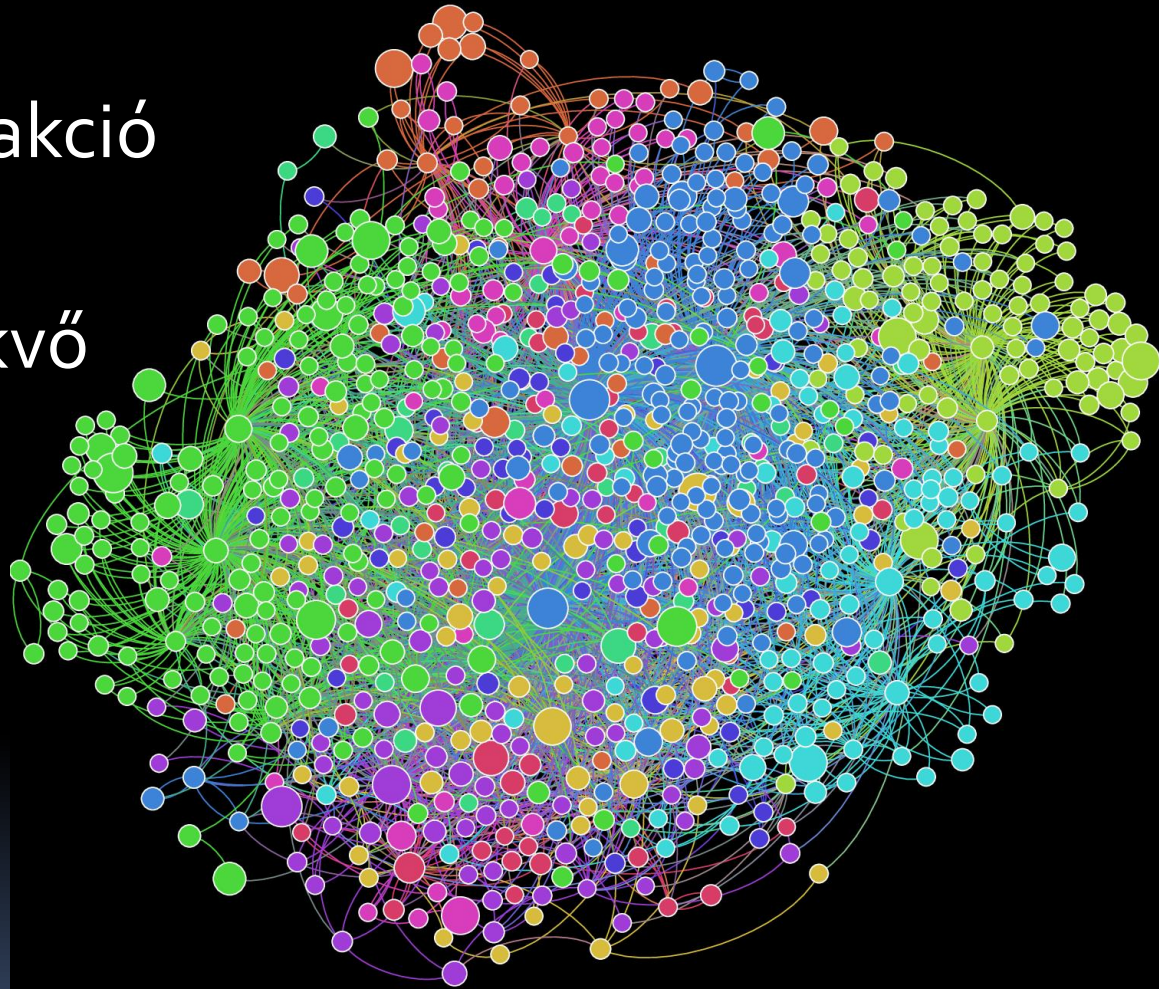


Using Robust PCA to estimate regional characteristics of language use from geo-tagged Twitter messages; D Kondor, I Csabai, L Dobos, J Szule, N Barankai, T Hanyecz, T Sebok, Z Kallus, G Vattay; IEEE CogInfoCom) (2013)

Bokányi Eszter, diplomamunka, ELTE TTK (2015)

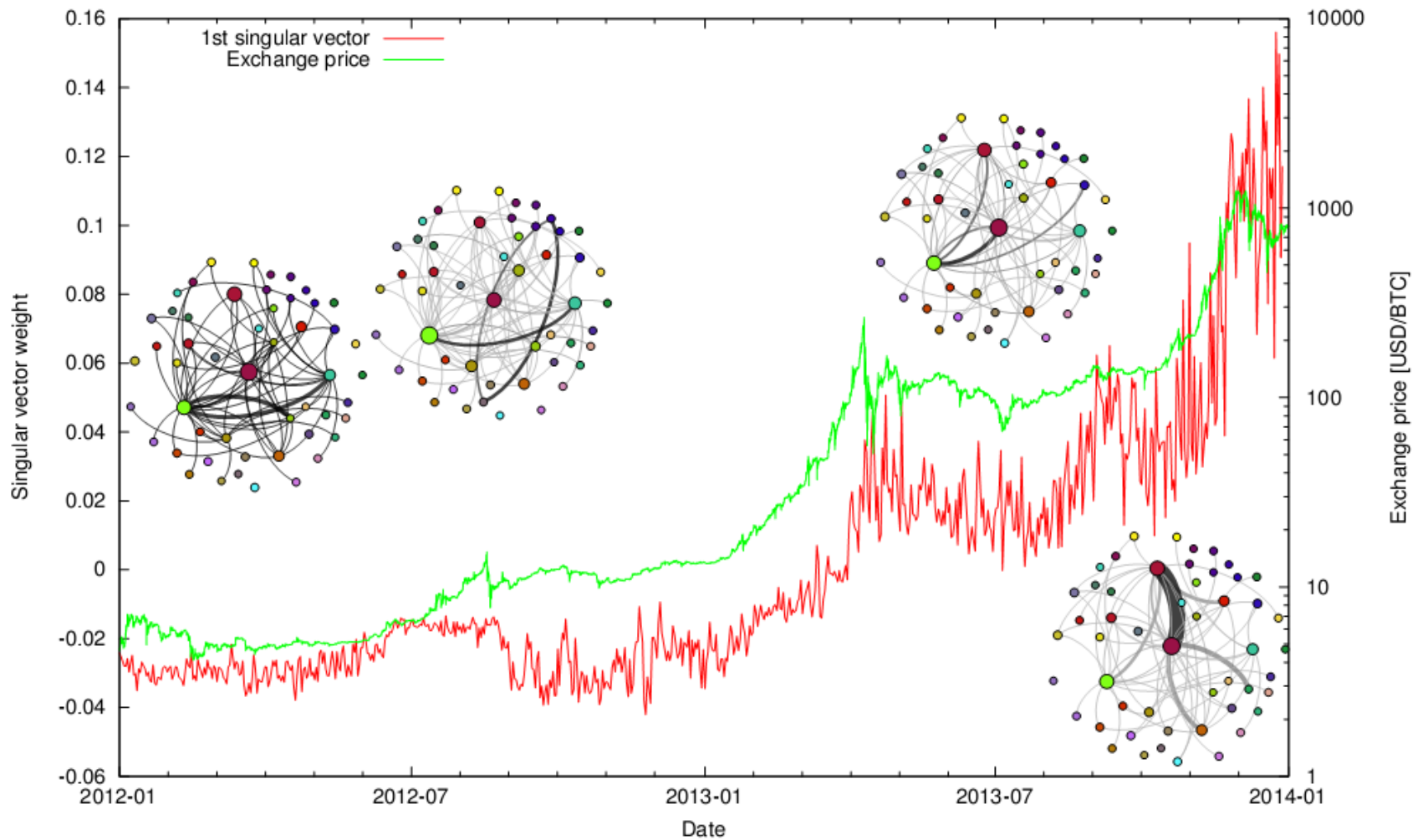
Bitcoin pénzügyi hálózat

- Összes (50M) tranzakció ismert
- Dinamikusan növekvő irányított hálózat
- Adatbázis
- Dimenzióredukció



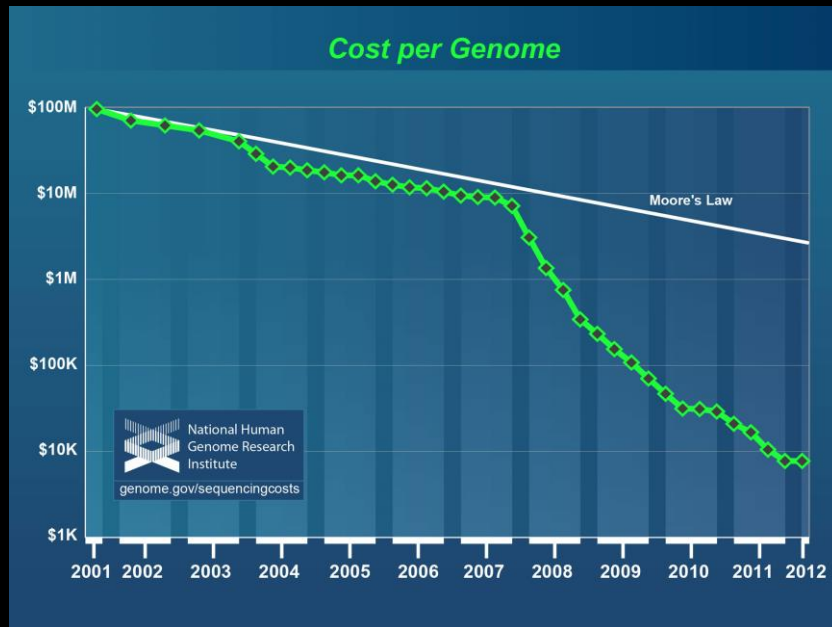
Strong random correlations in networks of heterogeneous agents; I Kondor, I Csabai, G Papp, E Mones, G Czibalmos, MC Sándor
Journal of Economic Interaction and Coordination 9 (2), 203-232 (2014)

Do the rich get richer? An empirical analysis of the BitCoin transaction network; D Kondor, M Pósfai, I Csabai, G Vattay; PloS one 9 (2), e86197 (2014)



Inferring the interplay of network structure and market effects in Bitcoin; D Kondor, I Csabai, J Szüle, M Pósfai, G Vattay; New Journal of Physics, accepted (2014)

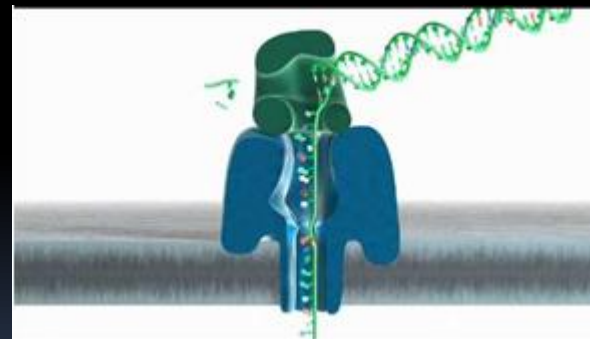
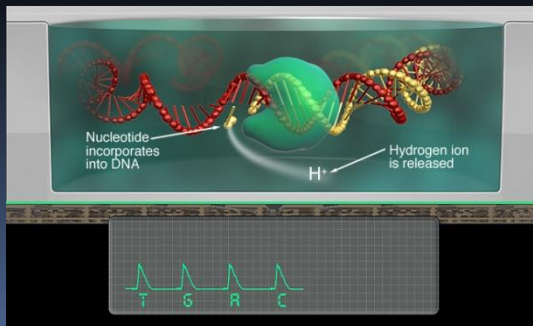
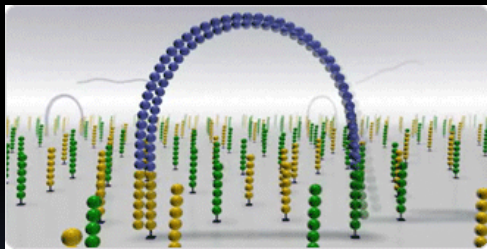
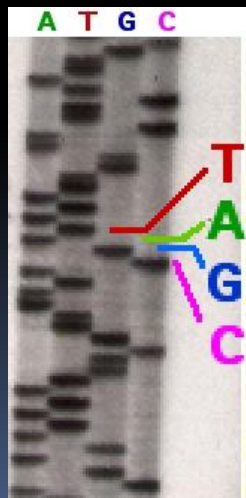
A genomika Moore-törvénye



CCD!

- X Prize, 100 genom, 30 nap, \$10k - törölve
- Microarray
- Tömegspektrográfia
- Digitális mikroszkópia
- ...

Oxford Nanopore
100Mb, \$900



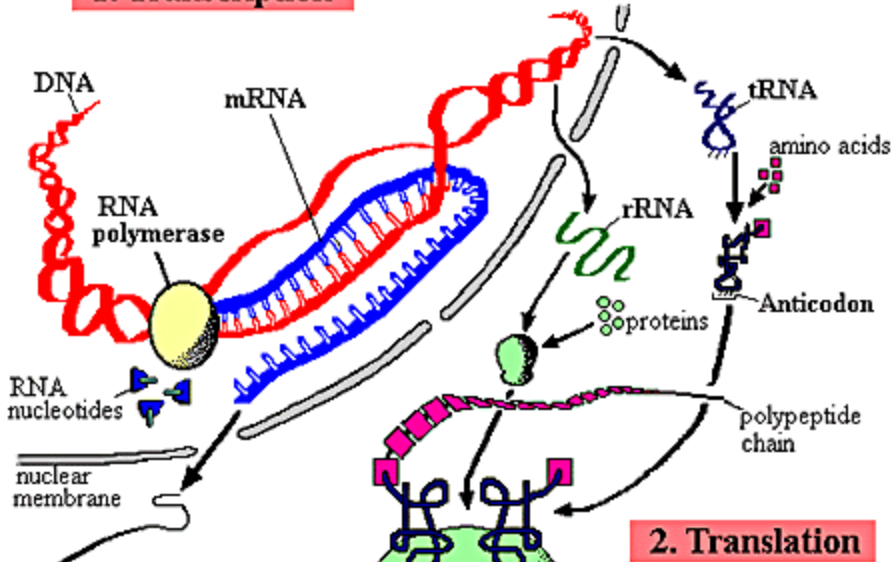
J Molnár, Á Póti, O Pipek, M Krzystanek, N Kanu, C Swanton, GE Tusnady, Z Szallasi, I Csabai, D Szüts. *Genes Genomes Genetics*, g3.114.013482(2014)

S.Spisak, K.Lawrenson, Y.Fu, I.Csabai, ... M. Freedmann. *Nature Medicine* doi:10.1038/nm.3975 (2015)

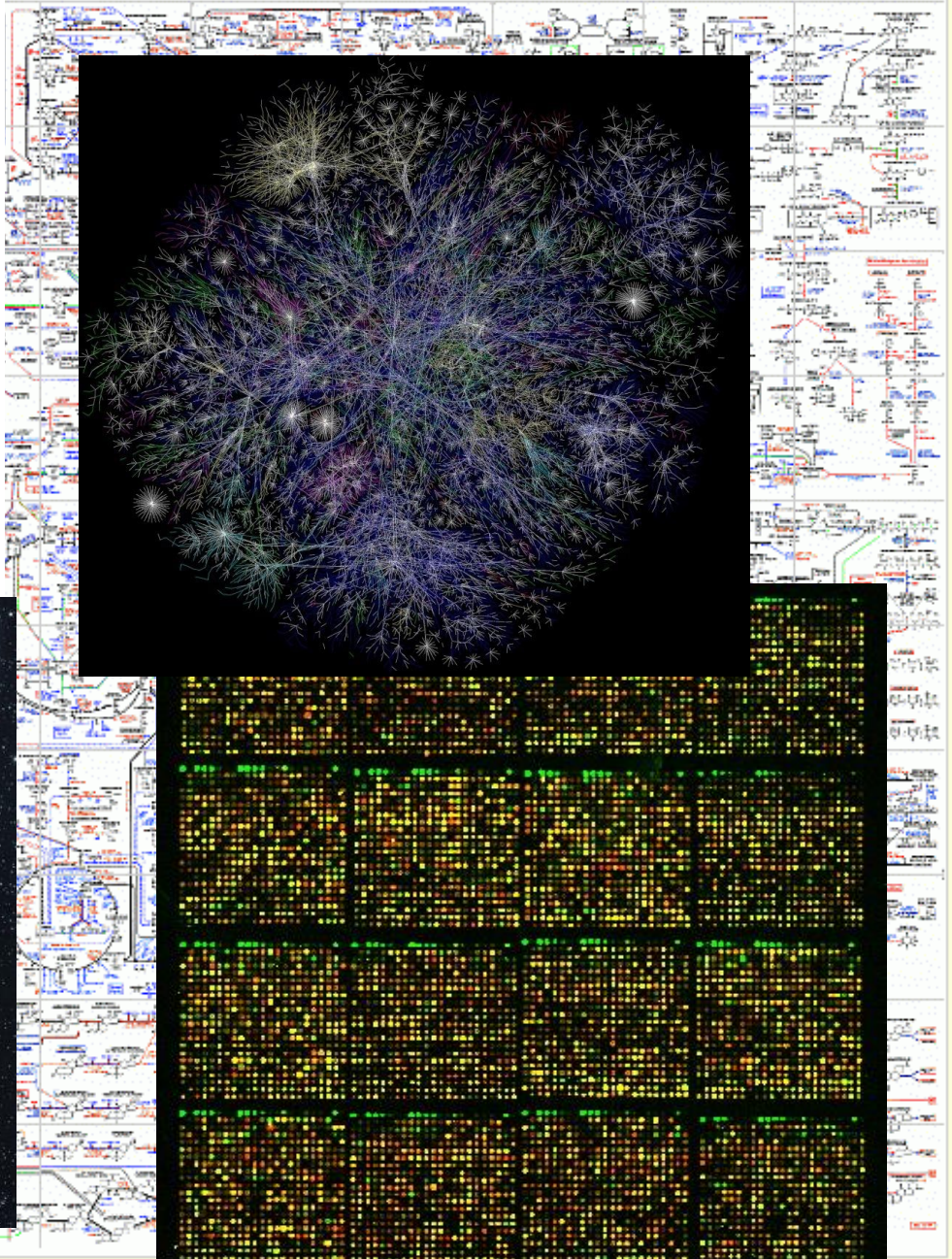
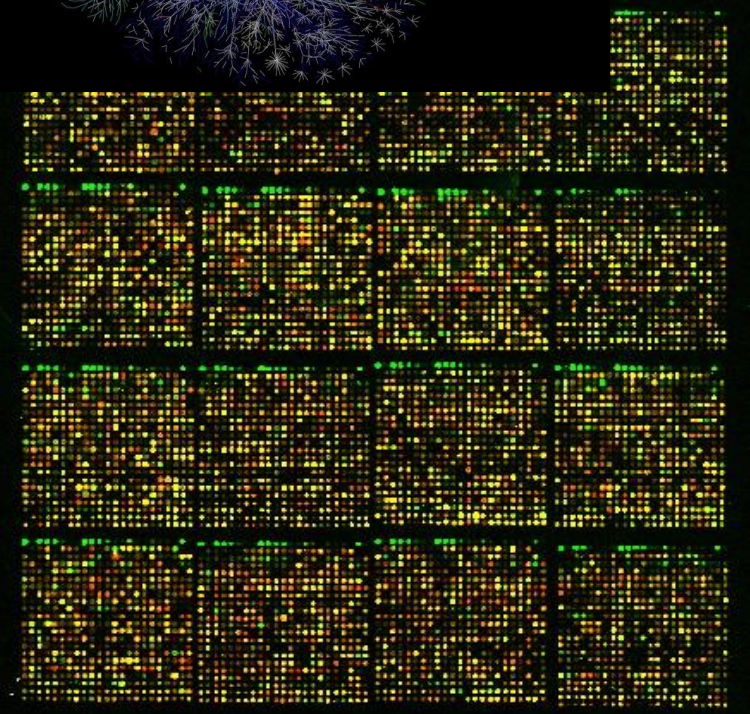
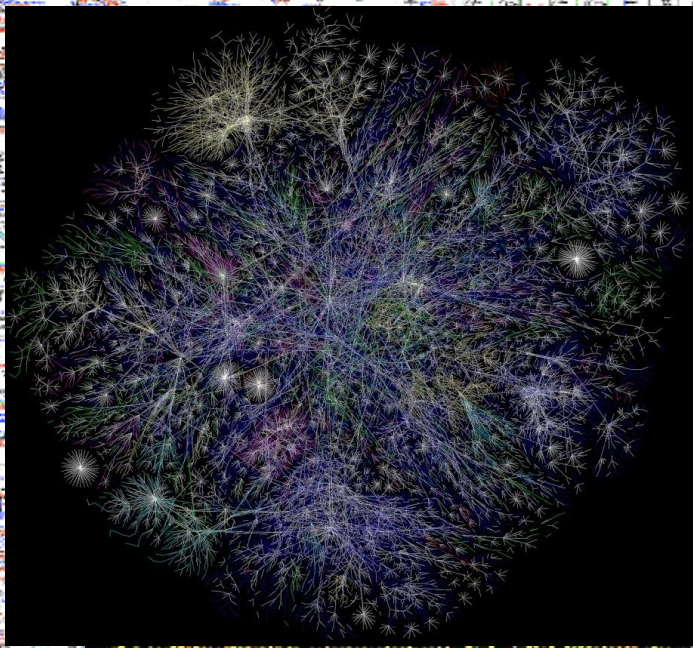
HGP 1990-2003: 2.7 milliárd USD / Ma: 1000 USD

A B C D E F G H I J K L

1. Transcription

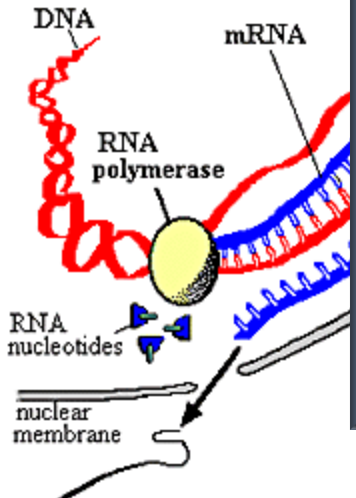


2. Translation

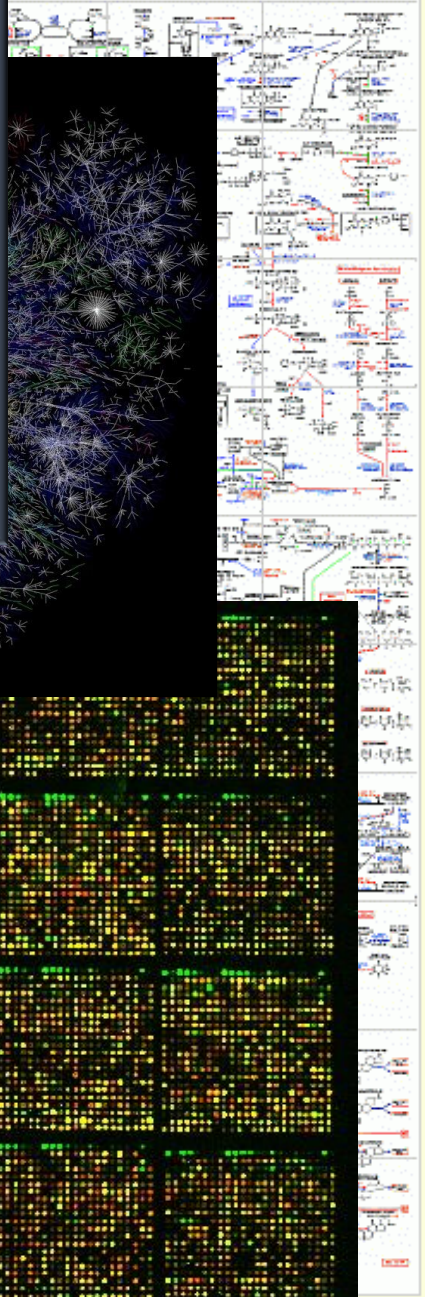
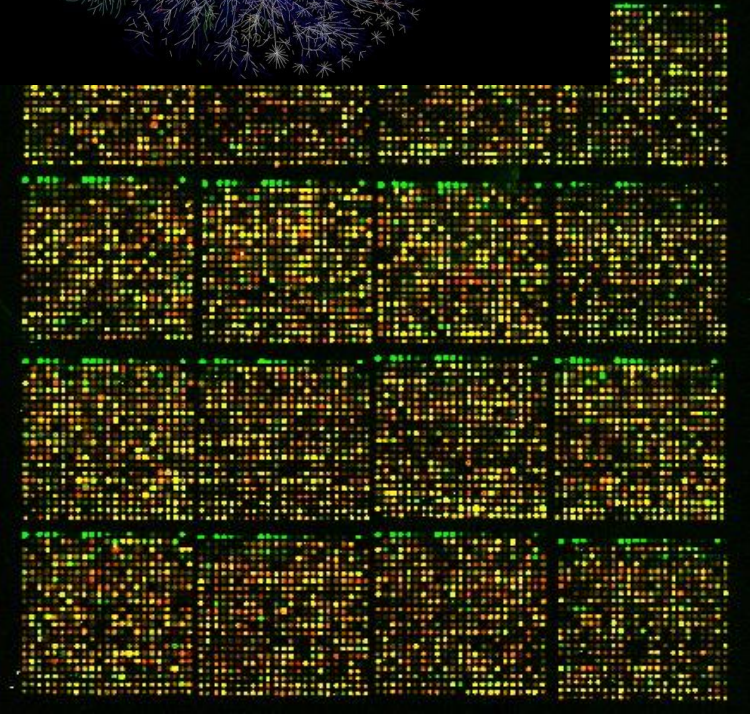


1. Transcription

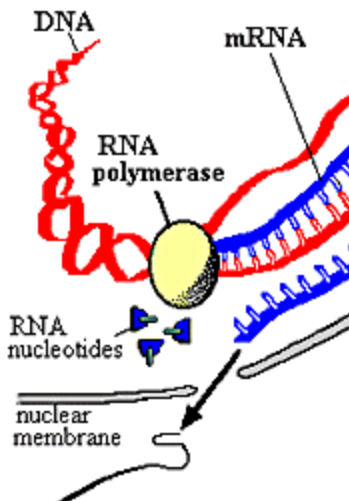
Az Univerzum komplex rendszer
A galaxisok komplex rendszerek
A humán genom komplex rendszer
A társadalom komplex rendszer
A gazdaság komplex rendszer
Az Internet komplex rendszer
...



2. Translation



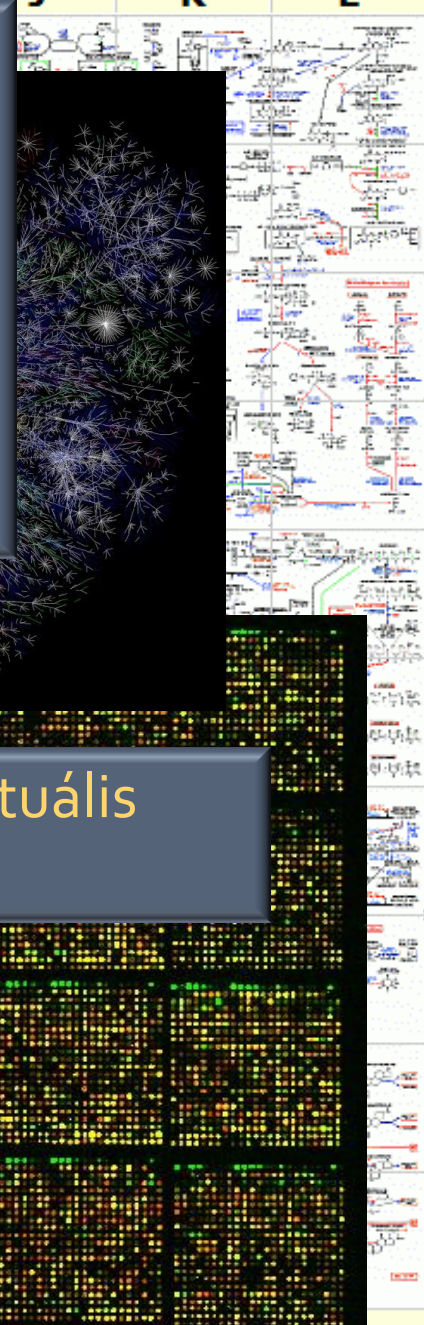
1. Transcription



Az Univerzum komplex rendszer
A galaxisok komplex rendszerek
A humán genom komplex rendszer
A társadalom komplex rendszer
A gazdaság komplex rendszer
Az Internet komplex rendszer
...

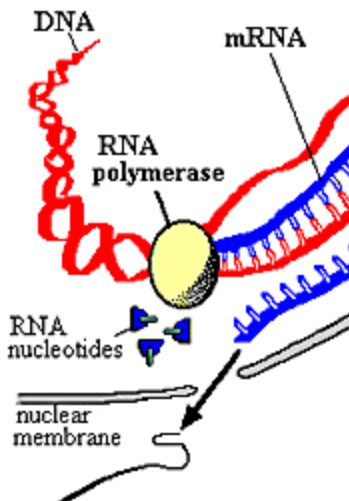
2. Translation

A komplex valóság leírásához komplex modellek (**virtuális valóságok**) kellene



1. Transcription

Az Univerzum komplex rendszer
A galaxisok komplex rendszerek
A humán genom komplex rendszer
A társadalom komplex rendszer
A gazdaság komplex rendszer
Az Internet komplex rendszer
...



2. Translation

A komplex valóság leírásához komplex modellek (**virtuális valóságok**) kellene

A komplex modellek felállításához/validációjához sok-sok adat és hatékony eszközök kellene "Datascope"

