

# In principio...

„na początku”,  
lub „w zasadzie”

Grzegorz Karwasz  
Professor in Experimental Physics

*Instytut Fizyki, UMK Toruń*  
*Dipartimento di Fisica, Università' di Trento*

Toruń, UMK, 25.11.2015

# Rationale

- W całości powstaje wrażenie, że dzieje chrześcijaństwa w ostatnich 400 latach były nieustanną walką obronną, w której krok po kroku odstępowano od kolejnych twierdzeń wiary i teologii.
- Trudno jest jednak uniknąć wrażenia, że powoli cofamy się w pustkę i że nadejdzie chwila, w której cały obszar Pisma i **wiary** zostanie zajęty przez **rozum**, niepozwalający im na dalsze trwanie.

*Kard. J. Ratzinger, Na początku Bóg stworzył...  
Cztery kazania o stworzeniu i upadku.  
Konsekwencje wiary w stworzenie.*

Stworzyć świat?



# Stworzyć świat?



1. Słońce
2. Ziemia
3. Drzewo
4. Dom
5. Człowiek
6. Chmurka



# „Uproszczona opowieść”

Na początku Bóg stworzył niebo i ziemię.  
Ziemia zaś była *bezładem* i pustkowiem:  
ciemność była nad powierzchnią bezmiaru wód,  
a wicher potężny wiał nad wodami.

Wtedy Bóg rzekł: «Niechaj się stanie światłość!»  
I stała się światłość.

Bóg widząc, że światłość jest dobra,  
oddzielił ją od ciemności.



# „Uproszczona opowieść” /0

stworzył niebo i ziemię, (?)  
ciemność nad głębinami, (?)  
wicher potężny nad wodami (?)



Michelangelo,  
Kapela Sykstyńska

# „Uproszczona opowieść” /1

«Niechaj się stanie  
światłość!»  
I stała się światłość.  
Bóg zobaczył,  
że światłość  
jest dobra,  
i oddzielił ją  
od ciemności.



Katedra Św. Marka w Wenecji, kopuła, XII wiek



# „Uproszczona opowieść” /2

Bóg oddzielił wody  
pod sklepieniem  
od wód ponad  
sklepieniem



Arras z Gerony, XII wiek (?)



# „Un racconto semplificato” /3

«Niechaj zbiorą się wody  
spod nieba i się ukaże  
powierzchnia sucha!»

Bóg nazwał tę powierzchnię  
ziemią, a zbiorowiska wód  
nazwał morzem.

I zobaczył Bóg, że były  
dobre.



Bible Moralisée', XII wiek (?)

# „Uproszczona opowiastka” (4!)

«Niechaj powstaną  
ciała niebieskie,  
świecące na  
sklepieniu nieba,  
aby oddzielały  
dzień od nocy»






# „Uproszczona opowiastka”

Pierwsze to opowiadanie, bardziej teologiczne i abstrakcyjne, należy zestawić z drugim ([Rdz 2,4-25](#)), bardziej obrazowym i konkretnym. Ramy "tygodnia pracy", w jakie jest ono ujęte, mają za zadanie uzasadnić obowiązek świętowania szabat ([por. Wj 20,8.11](#)). W prostej szacie literackiej tego opisu otrzymujemy doniosłe pouczenie: odwieczny i niezależny od materii Bóg jest bezwzględny początkiem całego stworzenia, które jako pochodzące od Stwórcy jest dobre, a człowiek - jedyny w świecie widzialny - nosi na sobie podobieństwo do Boga.

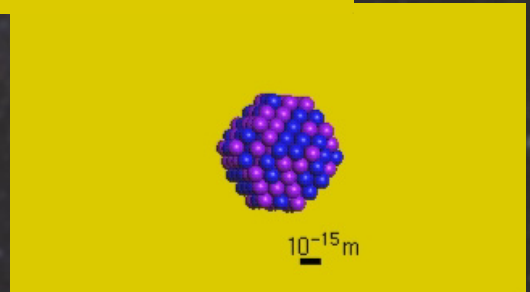
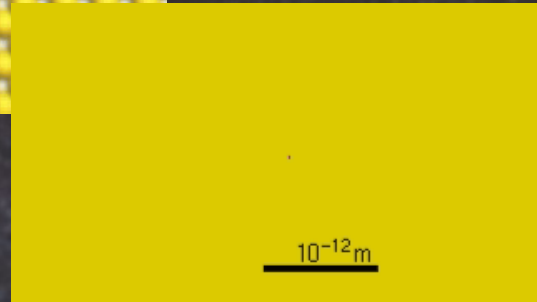
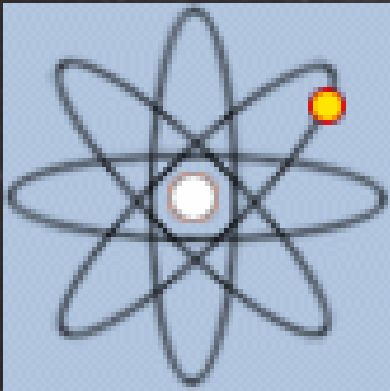
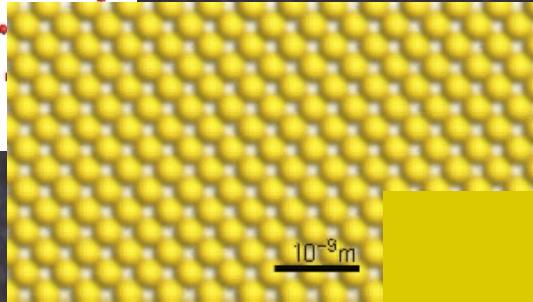
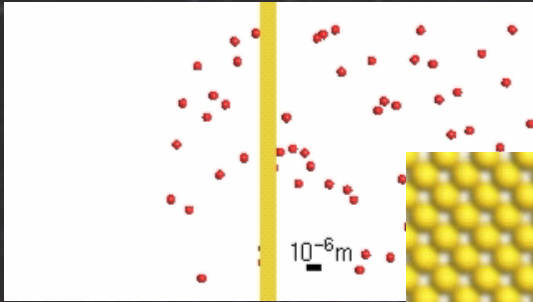


- 
4. Atom
  3. Nukleosynteza
  2. Promieniowanie tła
  1. Cząstki „elementarne”

„Fizyka” = Natura (materia)

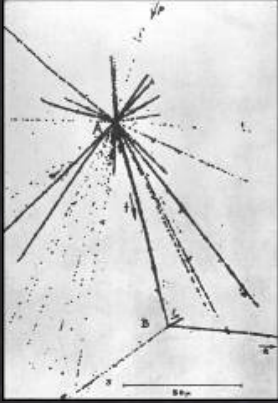
Detektor rozpadów kwarków *tau*, FermiLab, Chicago

# „A-tomos, elektron, jądro, ...

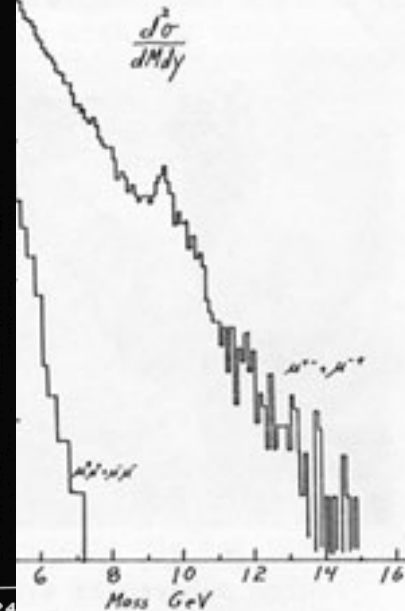
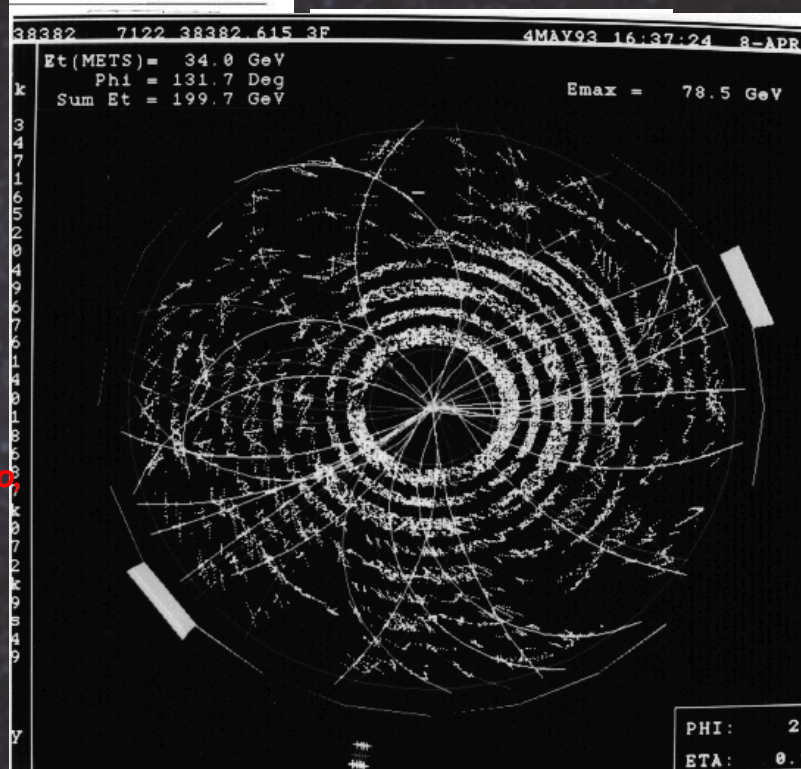


0,000 000 000 000 000 000 001 m

# Opowieść „dokładna”



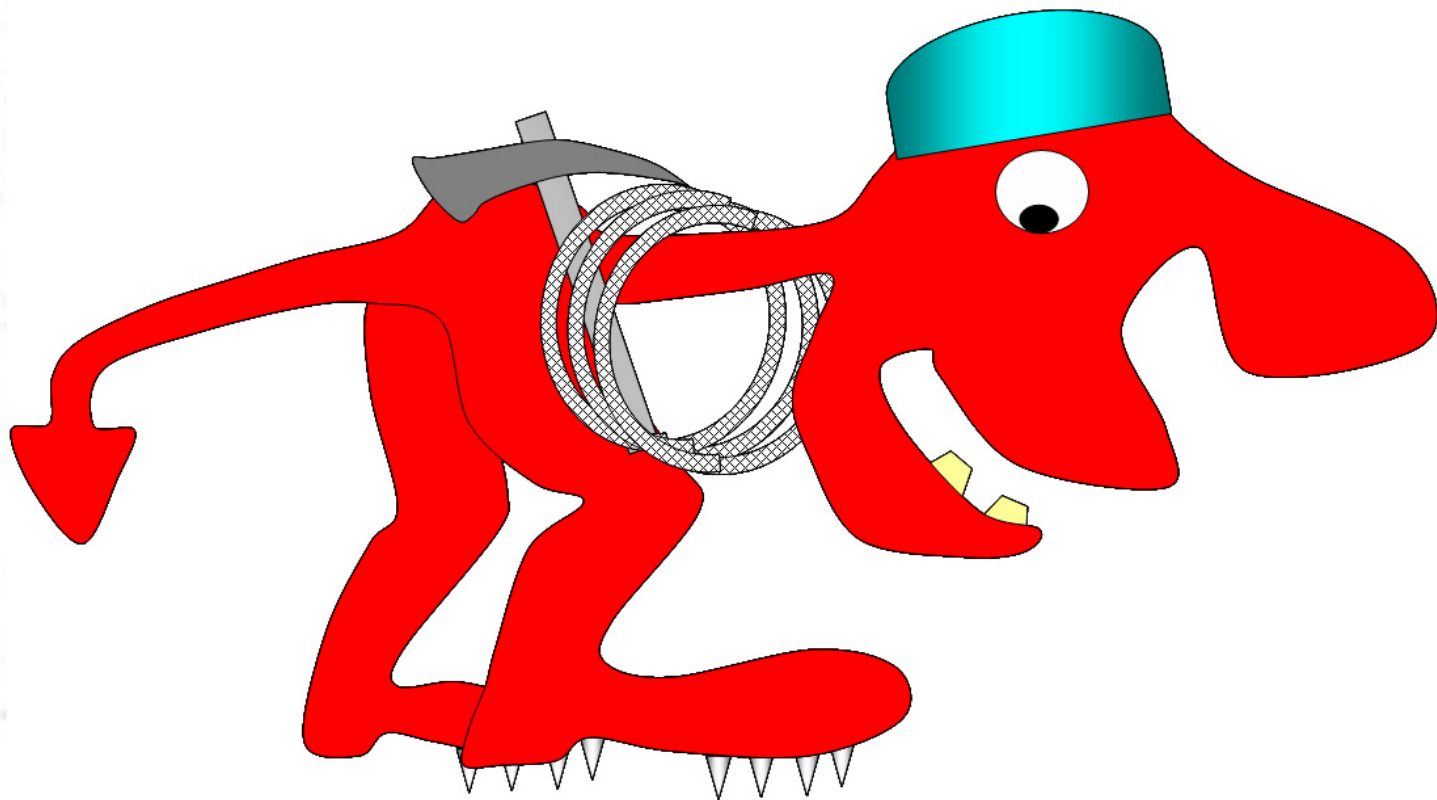
Odkrycie kwarku *dziwnego*,  
Danysz i Pniewski, 1956



Odkrycie kwarku *bottom*, FermiLab, Chicago



„quark”

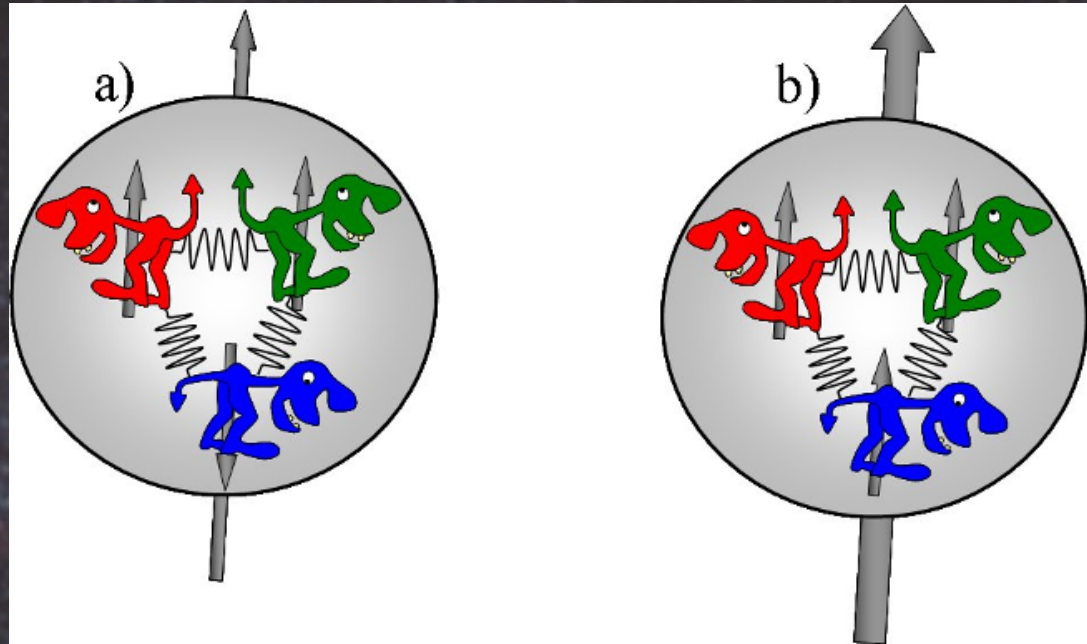


Kwarki, rys. dr T. Wróblewski, koncepcja GK

# Proton, neutron...



Proton i neutron (GK)



Isospin=1/2

Mass  $m=939.56563 \pm 0.00028$  MeV (a bit more than proton)

Electric momentum  $D < 12 \times 10^{-26}$  ecm

Magnetic momentum  $m = -1,91304275 \pm 0,000000456 \mu B$

Electric charge  $q = (-0,4 \pm 1,1) \times 10^{-21}$  e (read: zero!)

Lifetime  $t = 888,65 \pm 3,5$  s (= academic quarter!)

# Opowieść „dokładna”

LEPTONS SPIN = 1/2			QUARKS SPIN = 1/2		
FLAVOR	MASS GeV/c <sup>2</sup>	ELECTRIC CHARGE	FLAVOR	MASS GeV/c <sup>2</sup>	ELECTRIC CHARGE
$\nu_e$	$< 7 \times 10^{-8}$	0	u	$\approx 0.003$	2/3
$e^-$	0.000511	-1	d	$\approx 0.006$	-1/3
$\nu_\mu$	$< 0.0003$	0	c	1.5	2/3
$\mu^-$	0.106	-1	s	$\approx 0.1$	-1/3
$\nu_\tau$	$< 0.03$	0	t	170	2/3
$\tau^-$	1.7771	-1	b	4.7	-1/3

Masy lekkich kwarków są znane z niepewnością 50% !

Najlepsze oszacowania są następujące :

$1/2(m_u + m_d) = 4.2 \text{ MeV}/c^2$ ;  $1.5 < m_u < 5 \text{ MeV}/c^2$ ;  $5 < m_d < 9 \text{ MeV}/c^2$

a dla kwarków dziwnych  $m_s = 0.105 \pm 0.033 \text{ GeV}/c^2$  [Manohor 2002]

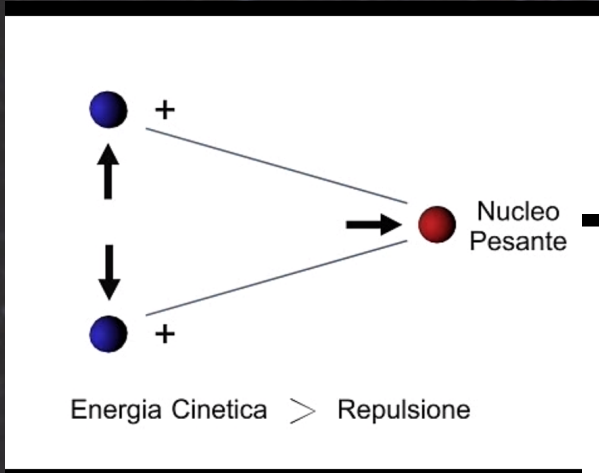
Kwarki są więc zupełnie lekkimi cząstkami: kwark górny jest tylko 6 razy cięższy od elektronu

Źródło danych: Physical Review D, Particles and Fields, Vol. 66, No. 1, 1 July 2002.

Tabela: CERN



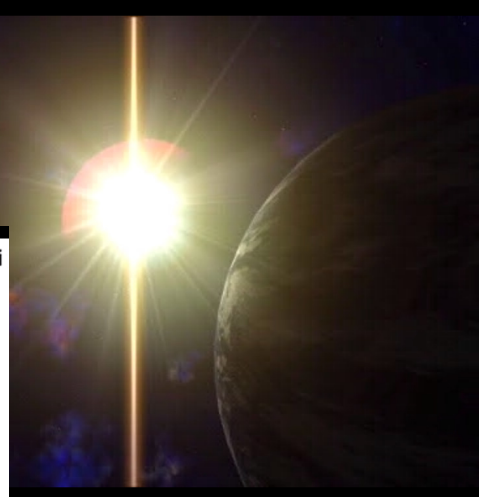
# Synteza jądrowa: wodór → hel



Massa nucleo risultante < Massa nuclei iniziali

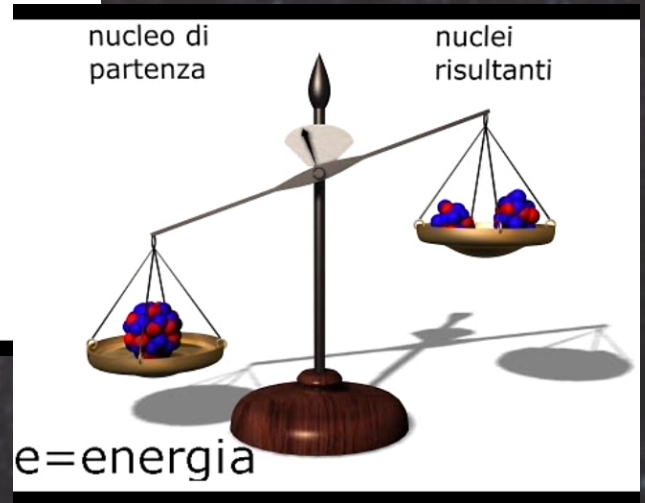
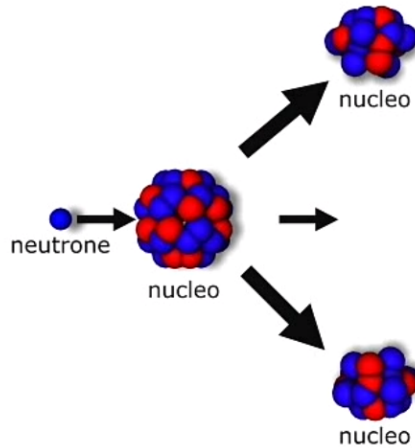
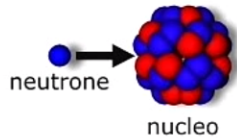
$$E = dm \cdot c^2$$

liberazione di energia



H→He to jedna z reakcji zachodzących w Słońcu ( i innych gwiazdach).  
Kolejne reakcje to synteza jąder węgla, tlenu, siarki, aż do żelaza.  
Aby powstały jądra cięższe niż żelazo, np. złoto lub uran, gwiazda musi przygasać i zapaść się: pod ogromnymi ciśnieniami mogą powstać jądra ciężkie.  
Ponowne wyzwolenie się energii powoduje wybuch gwiazdy i „rozszanie” multimedialne  
wytworzonych pierwiastków w kosmosie: tak powstał Układ Słoneczny

# Rozszczepienie jądra (np. uranu)



# Rozszczepienie jądra (np. uranu)



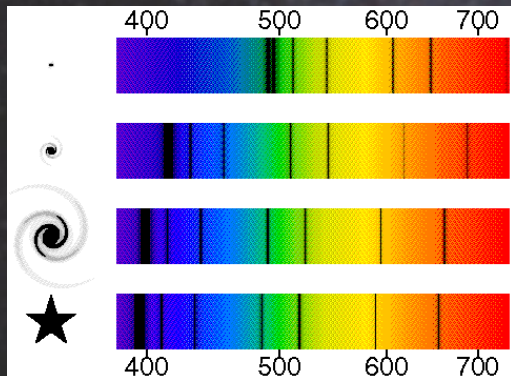
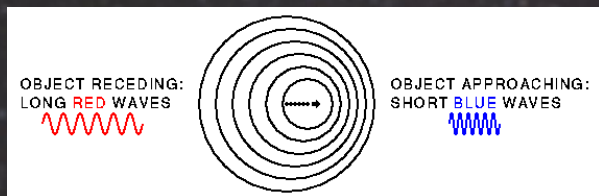
neutrone

nti



# Kosmologia

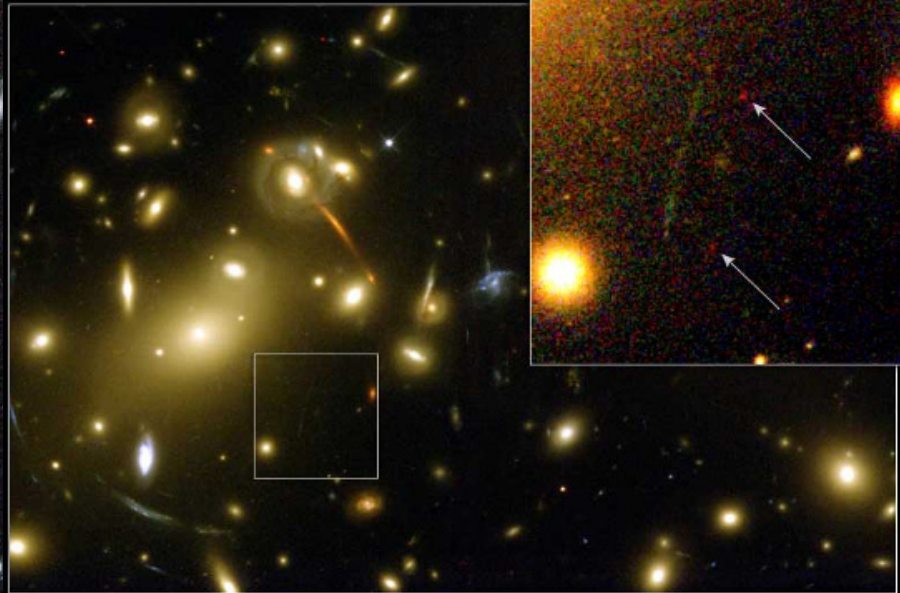
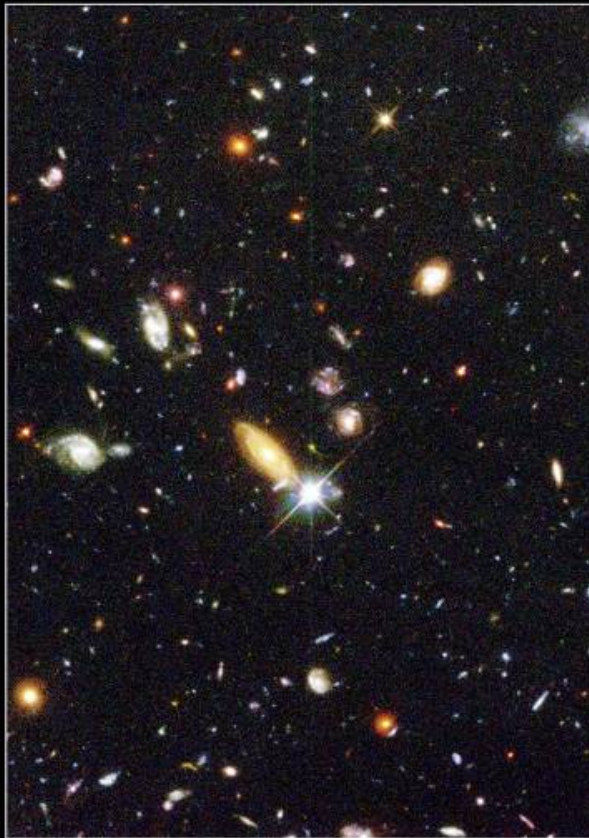
Hubble (1929): galaxies red-shift  
= expanding Universe



„Głębokie pole” teleskopu „Hubble”:  
najdalsze galaktyki  
(odległe 13 mld lat świetlnych)

**Efekt Dopplera: światło uciekających galaktyk jest czerwone**  
**Hubble: im galaktyka jest od nas dalej, tym szybciej ucieka!**

# Rozszerzanie się Wszechświata



**Distant Object Gravitationally Lensed by Galaxy Cluster Abell 2218** HST • WFPC2  
NASA, ESA, R. Ellis (Caltech) and J.-P. Kneib (Observatoire Midi-Pyrenees) • STScI-PRC01-32

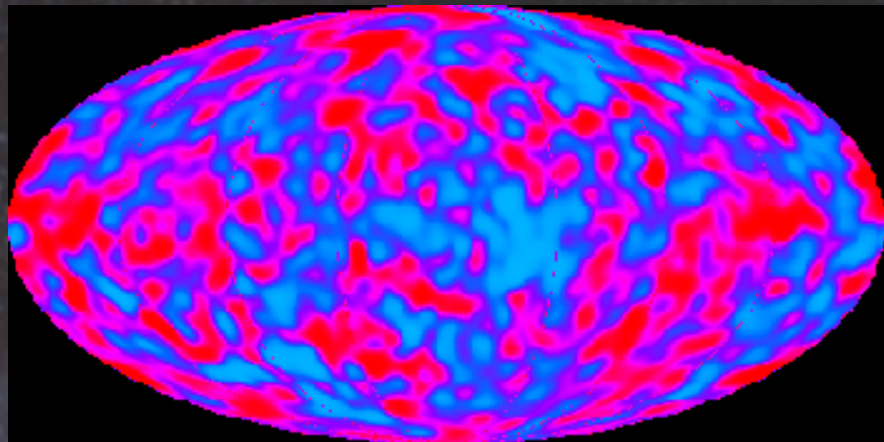
**Hubble Deep Field**  
Hubble Space Telescope • WFPC2





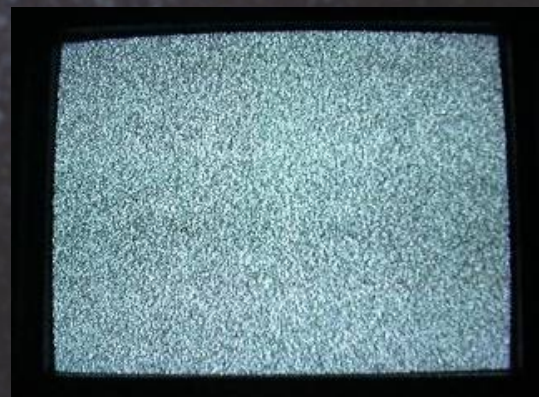
# Radioastronomia

Penzias i Wilson (1964); „dziwny szum”



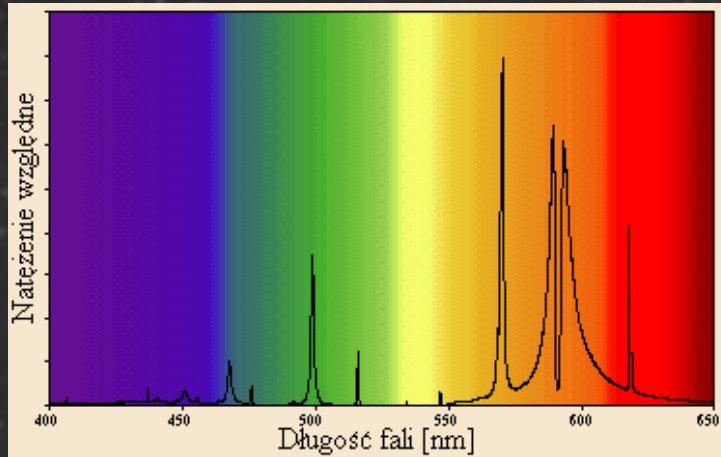
Obserwatorium radioastronomiczne  
w Piwnicach k. Torunia

= mikrofalowe promieniowanie reliktowe  
(„Big Bang” + 300 tys. lat)

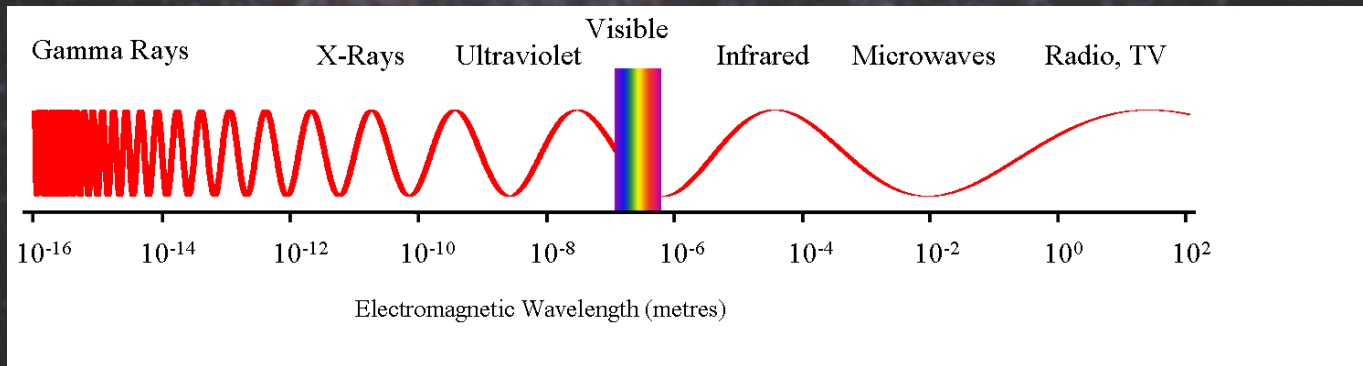
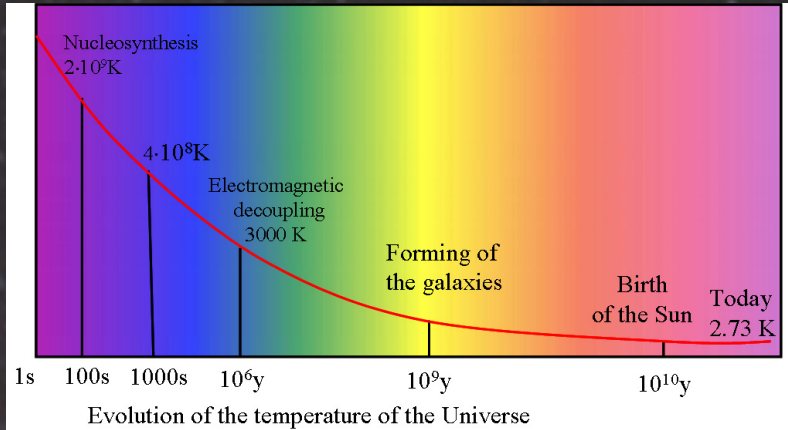




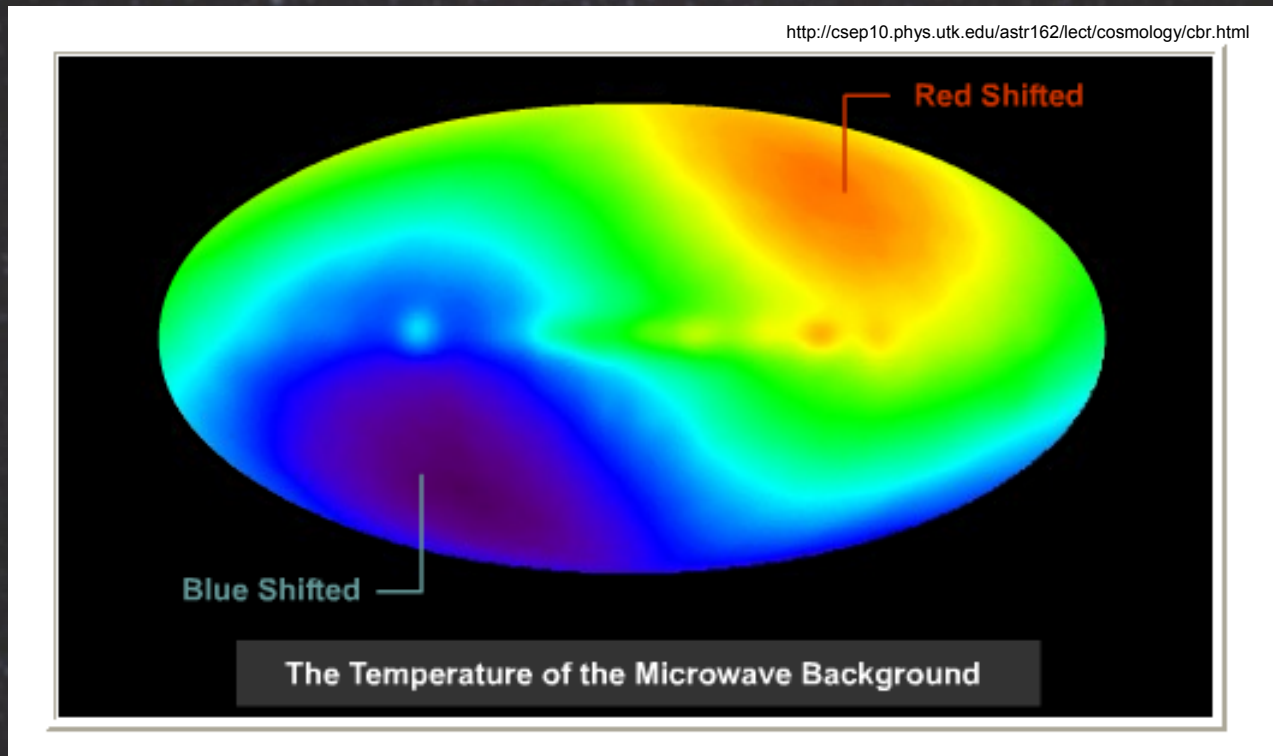
# Promieniowanie mikrofalowe



rys. 6 Widmo ulicznej lampy sodowej



# Promieniowanie reliktowe tła ( $\pm 3$ mK)

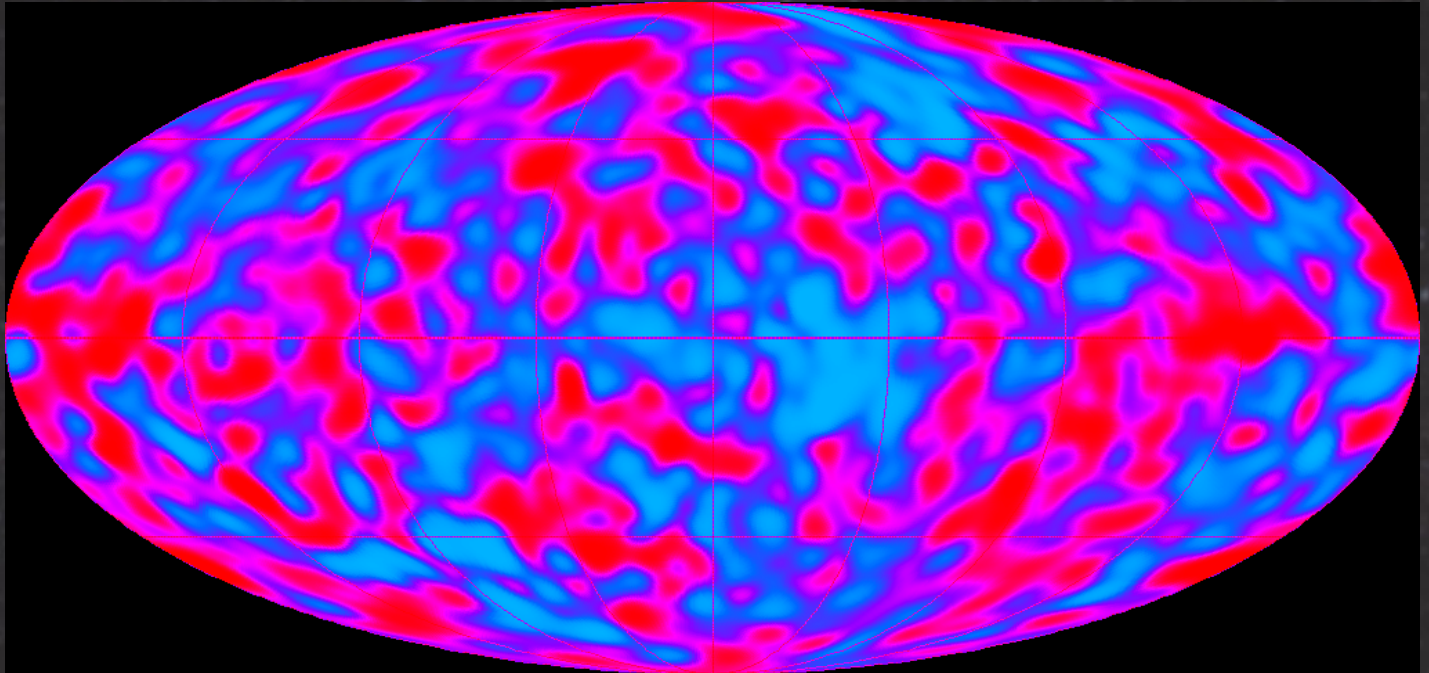


Nawiasem mówiąc, istnieje układ uprzywilejowany, w którym promieniowanie tła jest izotropowe. Ziemia porusza się względem tego układu z prędkością ok. **400 km/s**

G. F. Smoot, M. V. Gorenstein, R. A. Muller, Phys. Rev. Letters 39, 898 (1977)

... po odjęciu przesunięcia Dopplera:

„Gorąca zupa” plazmowa z początku Wszechświata



[http://lambda.gsfc.nasa.gov/product/cobe/dmr\\_image.cfm](http://lambda.gsfc.nasa.gov/product/cobe/dmr_image.cfm)

Zmiany temperatury ( $\pm 27 \mu\text{K}$ ) promieniowania relikтового zaobserwowane przez satelitę COBE. Rozmiary kątowe fluktuacji są rzędu kilku do kilkunastu stopni.



## Beginning the new aether drift experiment

So now here was a project that had a guaranteed signal of well-defined angular dependence, and amplitude. This made it a good candidate to propose to colleagues, funding agencies, etc. One problem to overcome was **the strong prejudice of good scientists** who learned the lesson of the Michelson and Morley experiment and special relativity that there were **no preferred frames of reference**.

REVIEWS OF MODERN PHYSICS, VOLUME 79, OCTOBER–DECEMBER 2007

### Nobel Lecture: Cosmic microwave background radiation anisotropies: Their discovery and utilization\*

George F. Smoot

*Lawrence Berkeley National Laboratory, Space Sciences Laboratory, Department of  
Physics, University of California, Berkeley, California 94720, USA*

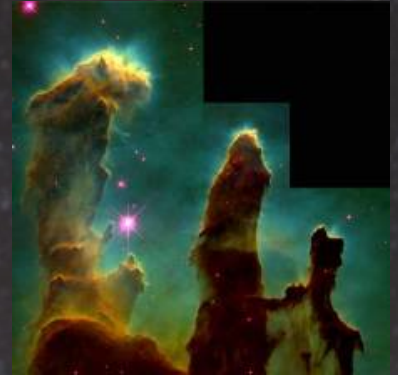
(Published 2 November 2007)

DOI: [10.1103/RevModPhys.79.1349](https://doi.org/10.1103/RevModPhys.79.1349)

The indication of the above image is that the **local group of galaxies**, to which the Earth belongs, is moving at **about 600 km/s** with respect to the **background radiation**.

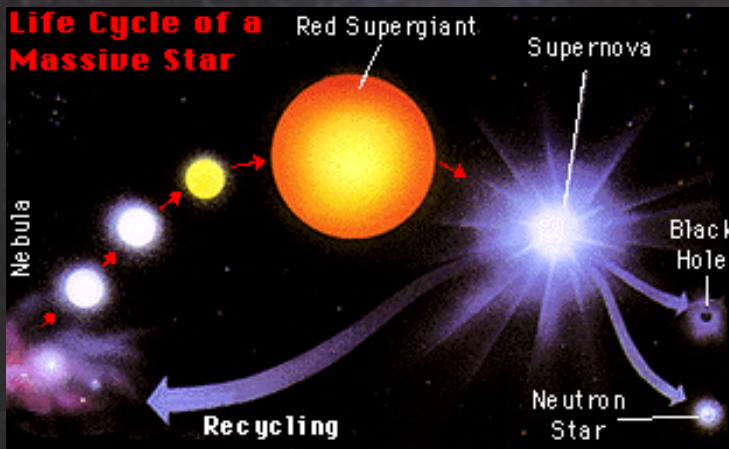
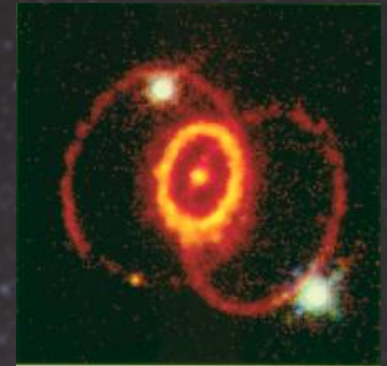
„It is **not known** why the Earth is moving with such a high velocity relative to the background radiation.”

# Gwiazdy, galaktyki, mgławice...



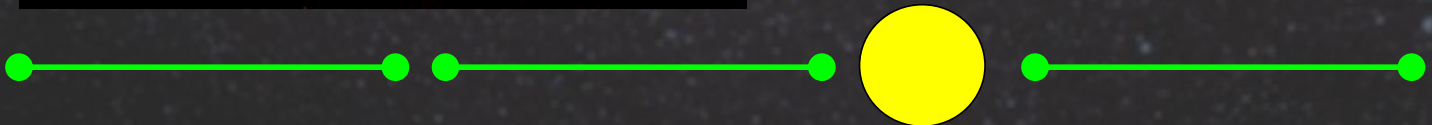
1,000 000 000 000 000 000 000 000 000 00 m.

# Słońce = gwiazda z „odzysku”



Wszechświat: 13,5 mld lat

System słoneczny: 4,5 mld

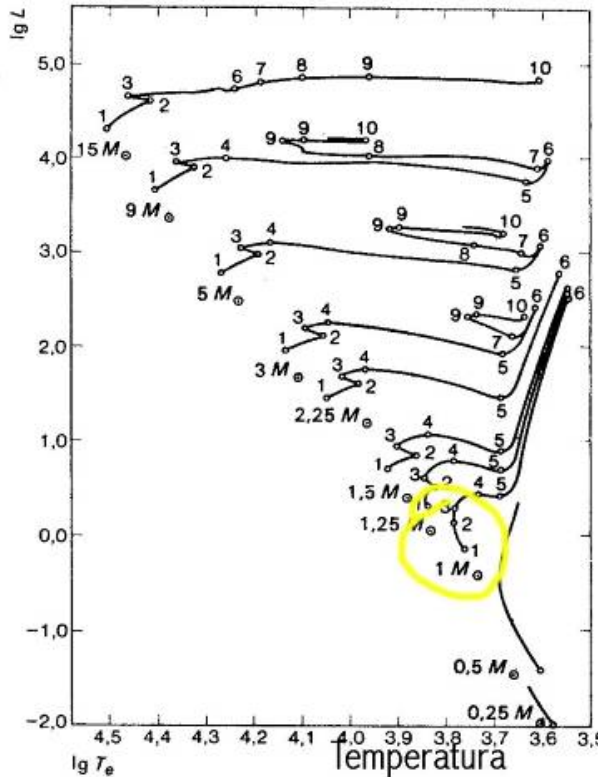




# Słońce – mała, peryferyjna gwiazda

## Słońce – gwiazda mała

Prędkość ewolucji gwiazd w  $10^7$  lat



Rys. 1. Zmiany ewolucyjne gwiazd o różnych masach przedstawione na tzw. wykresie Hertzsprunga-Russella.  $L$  jest jasnością absolutną gwiazdy w jednostkach Słońca,  $T_e$  temperaturą powierzchni gwiazdy. Numery 1-10 oznaczają kolejne stadia ewolucji. Słońce znajduje się obecnie w punkcie 2 na torze ewolucyjnym gwiazdy o 1 masie Słońca

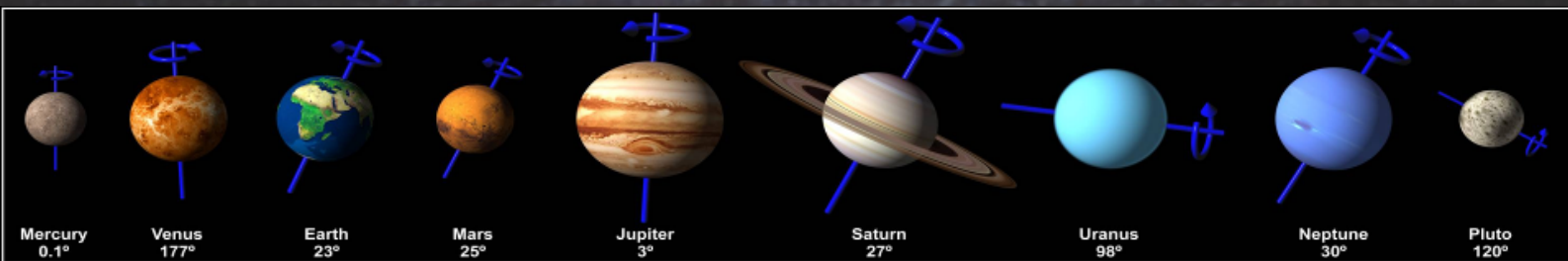
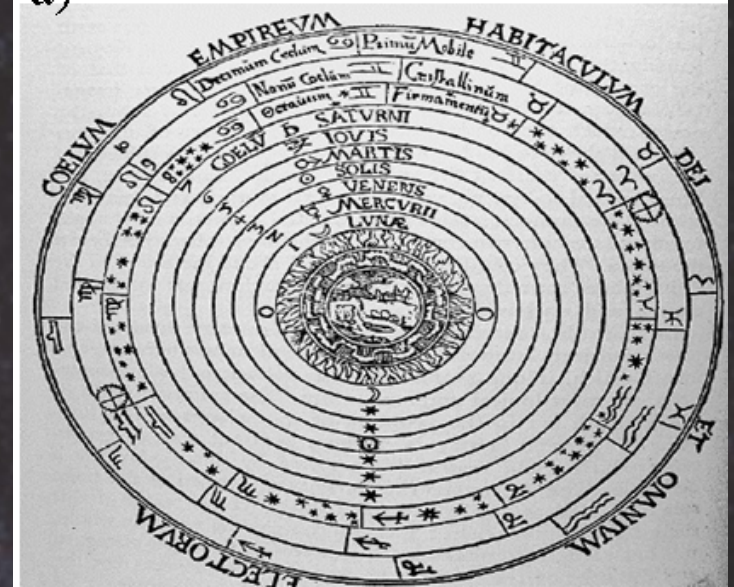
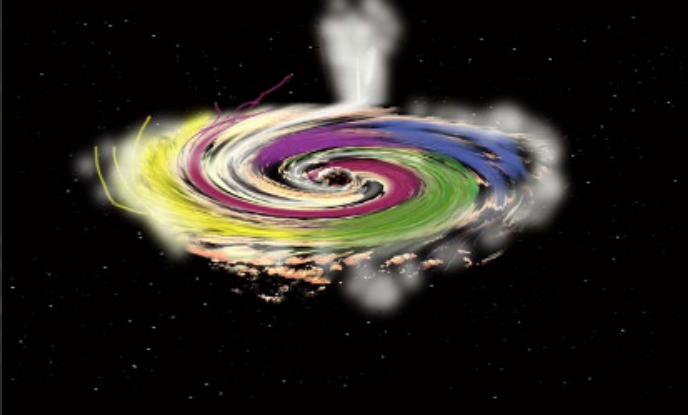
Tempo ewolucji gwiazd o różnych masach (masy gwiazd podane są w jednostkach masy Słońca, czas — w jednostkach  $10^7$  lat)

Punkty	Masa			
	9	5	2,25	1,25
1-2	2,144	6,547	46,02	280,3
2-3	0,060	0,217	1,647	18,24
3-4	0,009	0,137	3,696	104,5
4-5	0,013	0,075	1,310	14,63
5-6	0,006	0,049	3,829	40,0
6-7	0,049	0,605		
7-8	0,010	0,102		
8-9	0,328	0,900		
9-10	0,016	0,093		

## Słońce – gwiazda leniwa

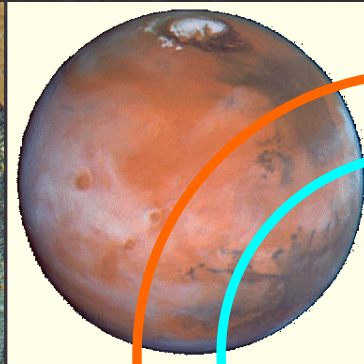


# Powstanie systemu Słonecznego



Obliquity of the Nine Planets

# planety ?



„Niechaj powstaną ciała niebieskie,  
świecące na sklepieniu nieba”  
I tak upłynął wieczór i poranek - dzień czwarty

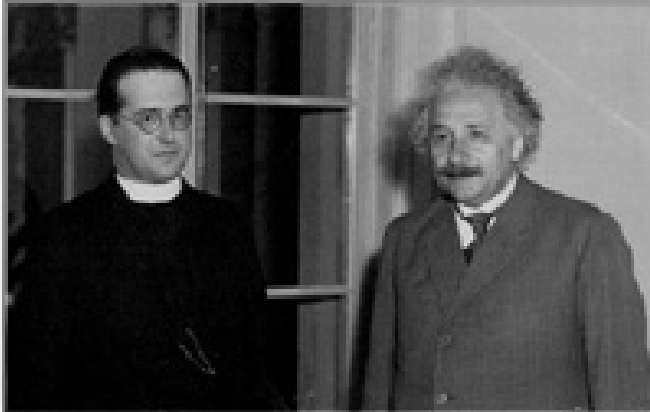


# ~~„Big Bang”~~

## il principio

“Jeśli Świat zaczął się od pojedynczego atomu, pojęcia przestrzeni i czasu nie miały żadnego sensu; nabrały one sensu dopiero, gdy pierwotny atom podzielił się na wystarczającą ilość kwantów. Jeśli to rozumowanie jest poprawne, Świat zaczął się na moment przed powstaniem przestrzeni i czasu.

Georges Lemaître



”To jest najpiękniejsze wyjaśnienie Stworzenia Świata (**creazione**) jakie kiedykolwiek słyszałem.”

Albert Einstein



# Fizyka: podsumowanie

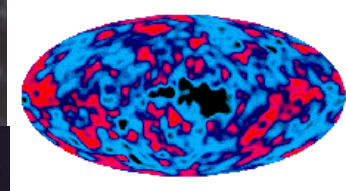
-1. pojęcia „czasu” i „przestrzeni” nie mają sensu

→ Moment „zero”



0. (3 min) formowanie się materii

1. (300 tys. lat) oddzielenie światła



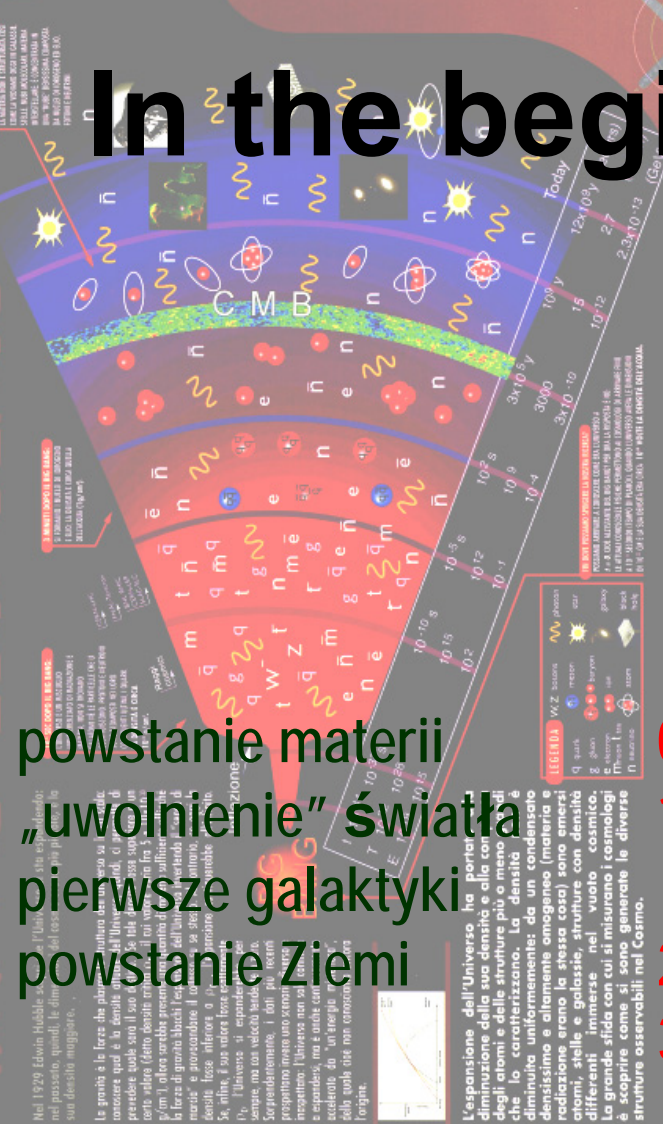
2. (300 mln lat) galaktyki



4. (9 mld lat = 4/6) formowanie się Słońca



# In the beginning...



0. powstanie materii
1. „uwolnienie” światła
2. pierwsze galaktyki
3. powstanie Ziemi



0. Bóg stworzył niebo i „ziemię”
1. Bóg powiedział „Niech się stanie światło”!
2. Bóg nazwał to sklepienie niebem
3. Bóg nazwał suchą powierzchnię Ziemią



# Ale to tylko 4% prawdy...

- Nasze zdolności obserwacji świata wydają się ogromne: światło, fale radiowe, promieniowanie gamma, neutrino, wiatr słoneczny itd. Ale...
- Obserwując obroty galaktyk i ich ucieczkę, astronomowie doszli do wniosku, że większość Wszechświata umyka naszej obserwacji:
- Brakuje 4 razy więcej masy, niż jest jej widocznej w galaktykach; nazwano tę masę „ciemną”
- Dodatkowo, nieznanne siły powodują przyspieszanie ekspansji Wszechświata – nazwano te siły „ciemną energią”
- Z rachunku wynika, że do 100% brakuje aż 96%
- Czym jest brakujące 96% Wszechświata nie mamy najmniejszej idei...



# Universe (V): General relativity

Einstein equations can be written in a beautifully simple form:

$$\mathbf{G} = 8 \pi \mathbf{T}.$$

The **G** term on the left side represents all the curvature of spacetime at a point, while the **T** term on the right represents the mass at a point, and its properties. This is the elegant part.

The complicated part comes when we realize that this formula is almost completely useless for doing actual calculations. To use it, we have to expand it into at least ten different equations, each with dozens of terms. It is possible to solve the equations with pencil and paper in very special situations—when most of the dozens of terms happen to be zero—or in situations with low speeds, small masses, and large distances—when most of the dozens of terms happen to be very small and *practically* zero.

**In fact, when fully written out, the EFE are a system of 10 coupled, nonlinear, hyperbolic-elliptic partial differential equations.**

# Universe: geometry



## **Dodecahedral space topology as an explanation for weak wide-angle temperature correlations in the cosmic microwave background**

Jean-Pierre Luminet<sup>1</sup>, Jeffrey R. Weeks<sup>2</sup>, Alain Riazuelo<sup>3</sup>, Roland Lehoucq<sup>1,3</sup> & Jean-Philippe Uzan<sup>4</sup>

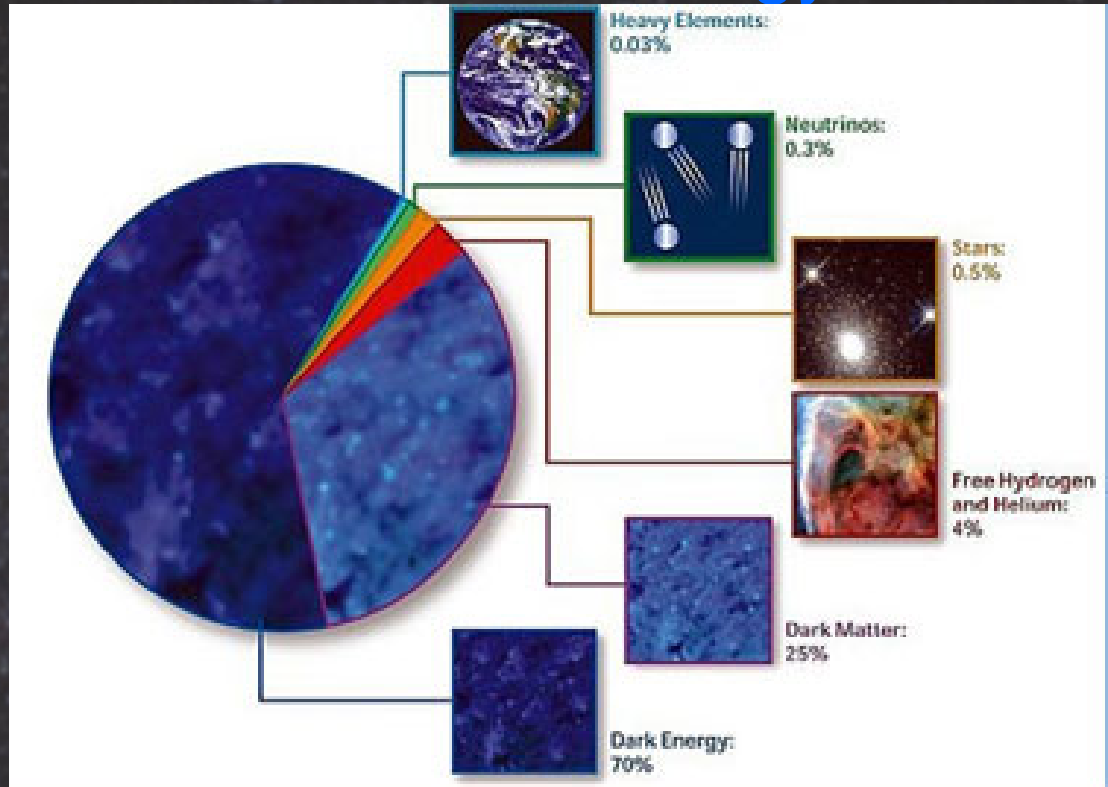
Some scientist say that time-space is closed, and folded inside like the Swiss cheese. But recent observations show that it is flat, or better, cubic.

Moreover, the Universe accelerates its expansion and we do not know why!

# Dark matter, dark energy...



"These days a theory without a dark-matter candidate is not considered an interesting one." — Leszek Roszkowski



The universe is mostly composed of **dark energy** and **dark matter**, both of which are poorly understood at present. Only  $\approx 4\%$  of the universe is ordinary matter, a relatively small perturbation.



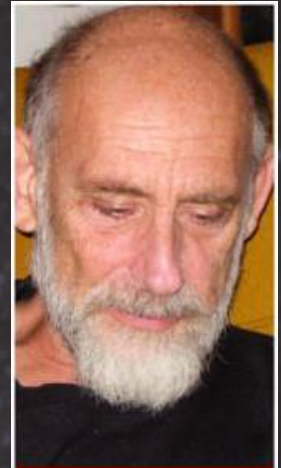
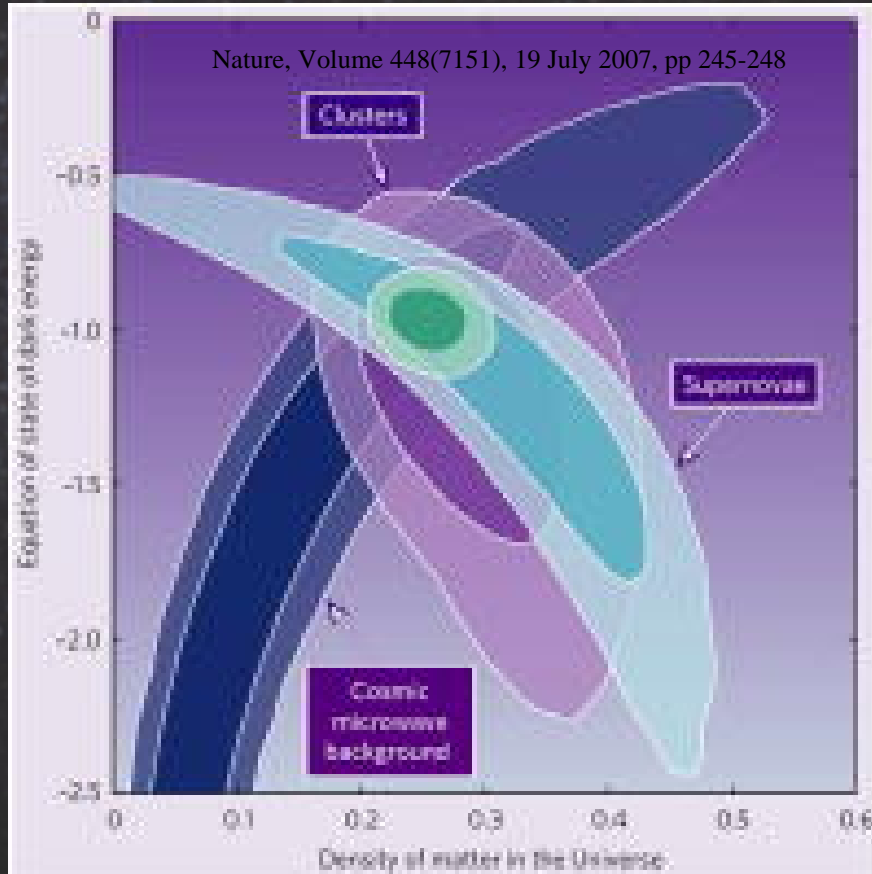
# Dark energy = cosmology constant?

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2}R g_{\mu\nu} + \Lambda g_{\mu\nu} = \frac{8\pi G}{c^4}T_{\mu\nu}$$



"Dark energy seemed to be the piece that made everything else work."

— Michael Turner



"We could be deeply wrong about cosmology for the next thousand years."

— Leonard Susskind

# Eksperyment WMAP

- Here are a few of the salient numbers coming out of the WMAP analysis:
- the time of recombination was 380,000 years after the big bang
- the era of the first stars was about 200 million years after the big bang (surprisingly early)
- the age of the universe is 13.7 billion years
- the accounting of matter in the universe is as follows: atomic matter makes up about 4%, dark matter about 23%, and dark energy 73%.

# Fingers of God



"You've revolutionised research. Thank you." - Lieselot Whitbeck

## Fingers of God

From Wikipedia, the free encyclopedia

**Fingers of God** is an effect in **observational cosmology** that causes clusters of **galaxies** to be elongated in **redshift** space, with an axis of elongation pointed toward the observer.<sup>[2]</sup> It is caused by a **Doppler shift** associated with the **peculiar velocities** of galaxies in a cluster. The large velocities that lead to this effect are associated with the **gravity** of the cluster by means of the **virial theorem**; they change the observed redshifts of the galaxies in the cluster. The deviation from the **Hubble's law** relationship between distance and redshift is altered, and this leads to inaccurate distance measurements.

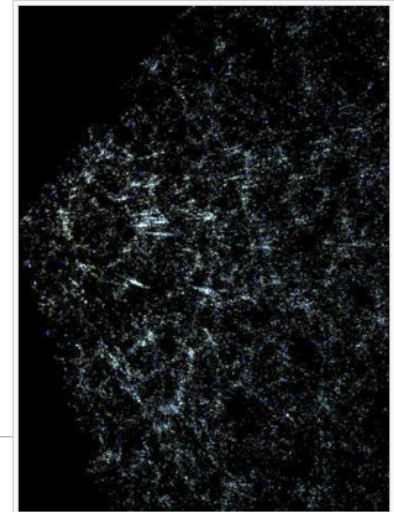
The effect can be seen in the image to the right. The Earth is at the apex of the survey, on the left edge of the image; the individual "fingers", each one actually a cluster of galaxies all at the same distance, point towards it. At greater distances the fractional effect decreases as the peculiar velocities remain roughly constant, and the actual redshift increases. In a plot of "true" distance instead of the displayed distance in the figure calculated from naive application of Hubble's law, these fingers would be collapsed back to small spheres at the true cluster sites.

A closely related effect is the **Kaiser effect**.<sup>[3]</sup> It is caused, again, by peculiar velocities lending an additional Doppler shift to the cosmological redshift, and it leads also to a kind of line-of-sight distortion. It is not caused, however, by the random internal motions of the cluster predicted by the virial theorem; rather, it arises from coherent motions as the galaxies fall inwards towards the cluster center as the cluster assembles. Depending on the particular dynamics of the situation, the Kaiser effect usually leads not to an elongation, but an apparent flattening ("pancakes of God"), of the structure. It is a much smaller effect than the fingers of God, and can be distinguished by the fact that it occurs on larger scales.<sup>[4]</sup>

## References

[[edit](#)]

- <sup>↑</sup> <http://astro.uchicago.edu/cosmus/>
- <sup>↑</sup> Jackson, J.C. (1972). "A critique of Rees's theory of primordial gravitational radiation". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 156, 1P-6P.
- <sup>↑</sup> Kaiser, N. (1987). "Clustering in real space and in redshift space". *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 227, 1-21.
- <sup>↑</sup> <http://astron.berkeley.edu/~louis/astro228/redshift.html>



Fingers of God in a portion of the **Sloan Digital Sky Survey**; image from the **Cosmos Open Source Science Outreach** project.<sup>[1]</sup>

Categories: [Observational astronomy](#) | [Physical cosmology](#)



Ziemia, jakkolwiek bardzo wielką jest bryłą, żadnego nie ma porównania z wielkością nieba...



[...] że cały świat się obraca, którego granic nie znamy,  
*ani ich nawet znać nie możemy,*

Nicolaus Copernicus, *De revolutionibus*, Norimberga, 1543

# Podsumowując...

- Wszechświat się rozszerza: miał początek 13,87 mld lat temu
- Przed tym początkiem pojęcia przestrzeni i czasu nie miały sensu
- Początkowe ułamki sekundy w historii Wszechświata to bardzo dziwna materia, składająca się z ciężkich kwarków, nieistniejących dziś
- Pierwszy dostępny dla nas moment obserwacji Wszechświata, dziś w postaci mikrofalowego promieniowania relikтового pochodzi z czasu, gdy światło oddzieliło się od materii: ok. 300 tys. lat po Wielkim Wybuchu
- Gwiazdy, dokonujące syntezy helu z wodoru, powstały dopiero po kolejnych milionach lat
- Ziemia (i cały Układ Słoneczny) powstał z wybuchu proto-Słońca, 4,567 mld lat temu
- Życie na Ziemi powstało dość szybko, w prymitywnych wersjach sinic i glonów jakieś 3 mld lat temu
- Eksplozja form życia, w tym na lądzie, miała miejsce dopiero po wytworzeniu odpowiedniej ilości tlenu w atmosferze: było to 542 mln lat temu
- Gatunek *Homo sapiens* ma około 120 tys. lat: ale to historia na kolejny wykład...

# Na początku...

Na początku Bóg stworzył niebo i ziemię.  
Ziemia zaś była bezładem i pustkowiem:  
ciemność była nad powierzchnią  
bezmiaru wód, a Duch Boży unosił się  
nad wodami

---

Na początku było Słowo,  
a Słowo było u Boga,  
i Bogiem było Słowo.  
Ono było na początku u Boga.  
Wszystko przez Nie się stało,  
a bez Niego nic się nie stało,  
co się stało.

W Nim było życie  
a życie było światłością ludzi,  
a światłość w ciemności świeci  
i ciemność jej nie ogarnęła.

