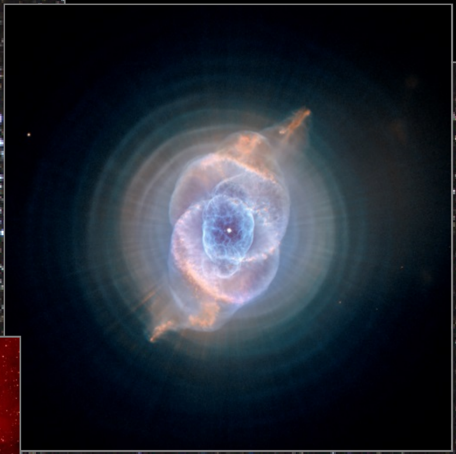
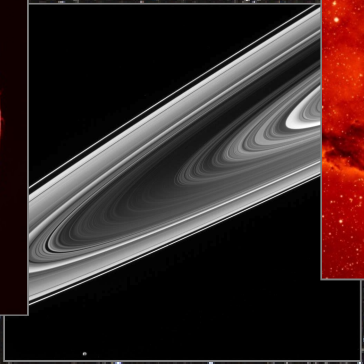
Наша Вселенная:

туда и обратно

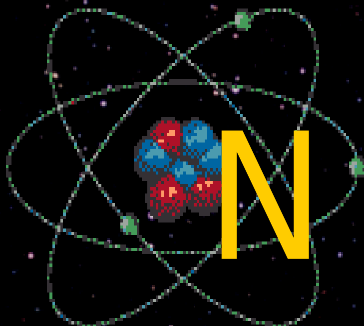
М.В.Сажин

Астрономический институт им.П.К.Штернберга,
Московский Государственный Университет,
Москва, Россия; 2014.





Число атомов в видимой части Вселенной



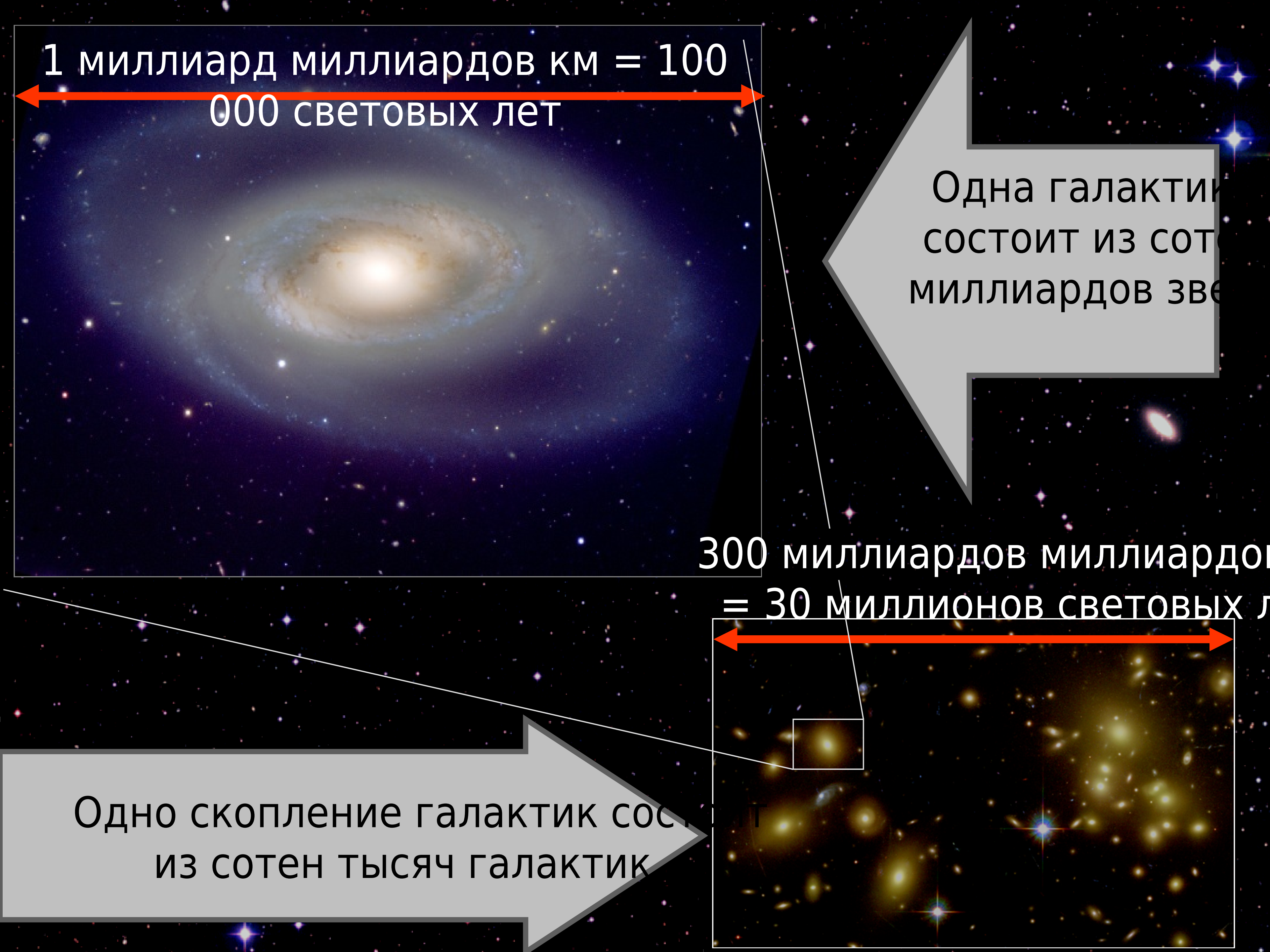
$$N = 10^{81} \text{ протонов}$$

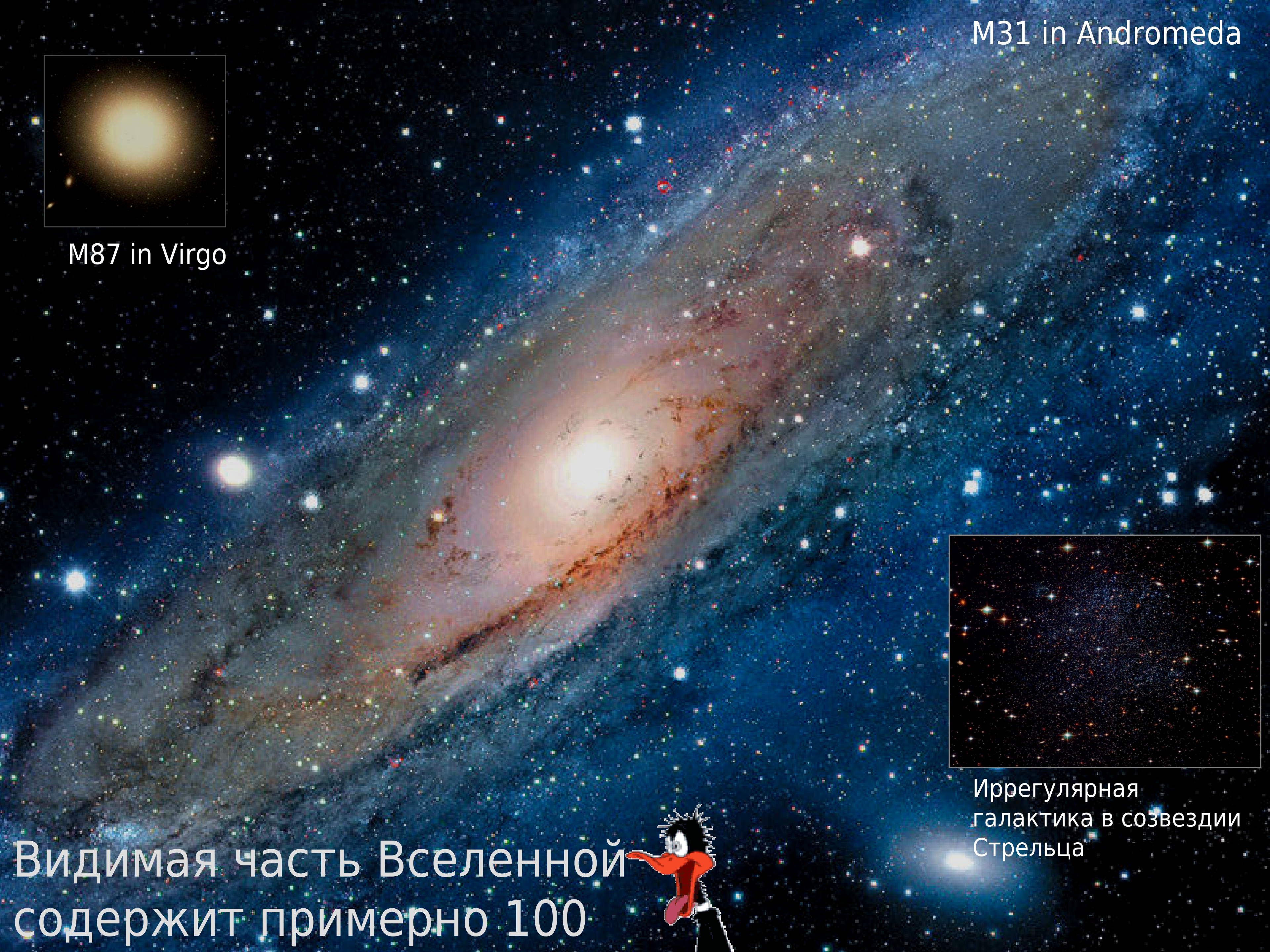
то есть

N = 1,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000,000

или

N = *миллиард миллиардов миллиардов миллиардов миллиардов миллиардов …*


1 миллиард миллиардов км = 100 000 световых лет
Одна галакти
состоит из сот
миллиардов зве
300 миллиардов миллиардо
= 30 миллионов световых л
Одно скопление галактик сос
из сотен тысяч галактик


M31 in Andromeda
M87 in Virgo
Иррегулярная
галактика в созвездии
Стрельца
Видимая часть Вселенной
содержит примерно 100

Млечный Путь: спиральная галактика

с массой 150 миллиардов солнечных масс

Casa, dolce casa ...

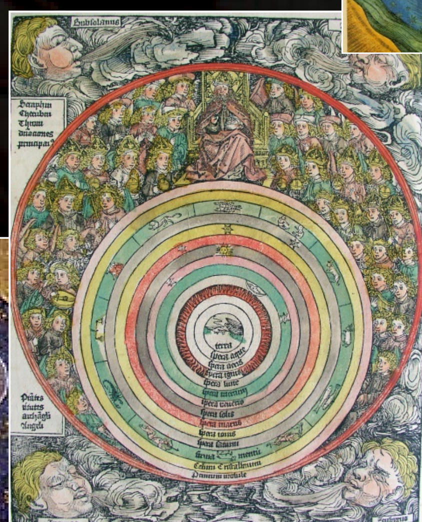
Наш мир был рожден в начале времен.

Он родился 13,7 ллиардов лет назад

W.Blake

L.Cranac

Cronaca di Norimberga



Monreale

Fonte	***Epoca Creazione***	
Ebrei	V secolo a.C.	3760 a.C.
Eusebius	IV secolo d.C.	3184 a.C.
Kepler	XVII secolo d.C.	3993 a.C.
Hevelius 3963 a.C		
Newton	XVIII secolo d.C.	3998 a.C.
Usher 4004 a.C.		

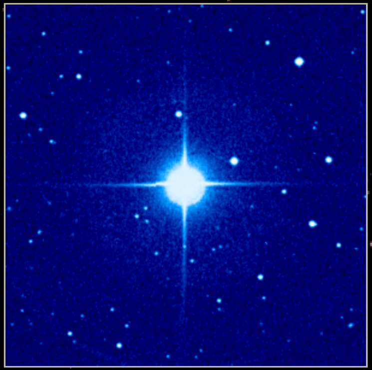
Возраст Вселенной сегодня: ca. 6000 лет

M. Buonarroti

Чем дальше в космос тем глубже в прошлое

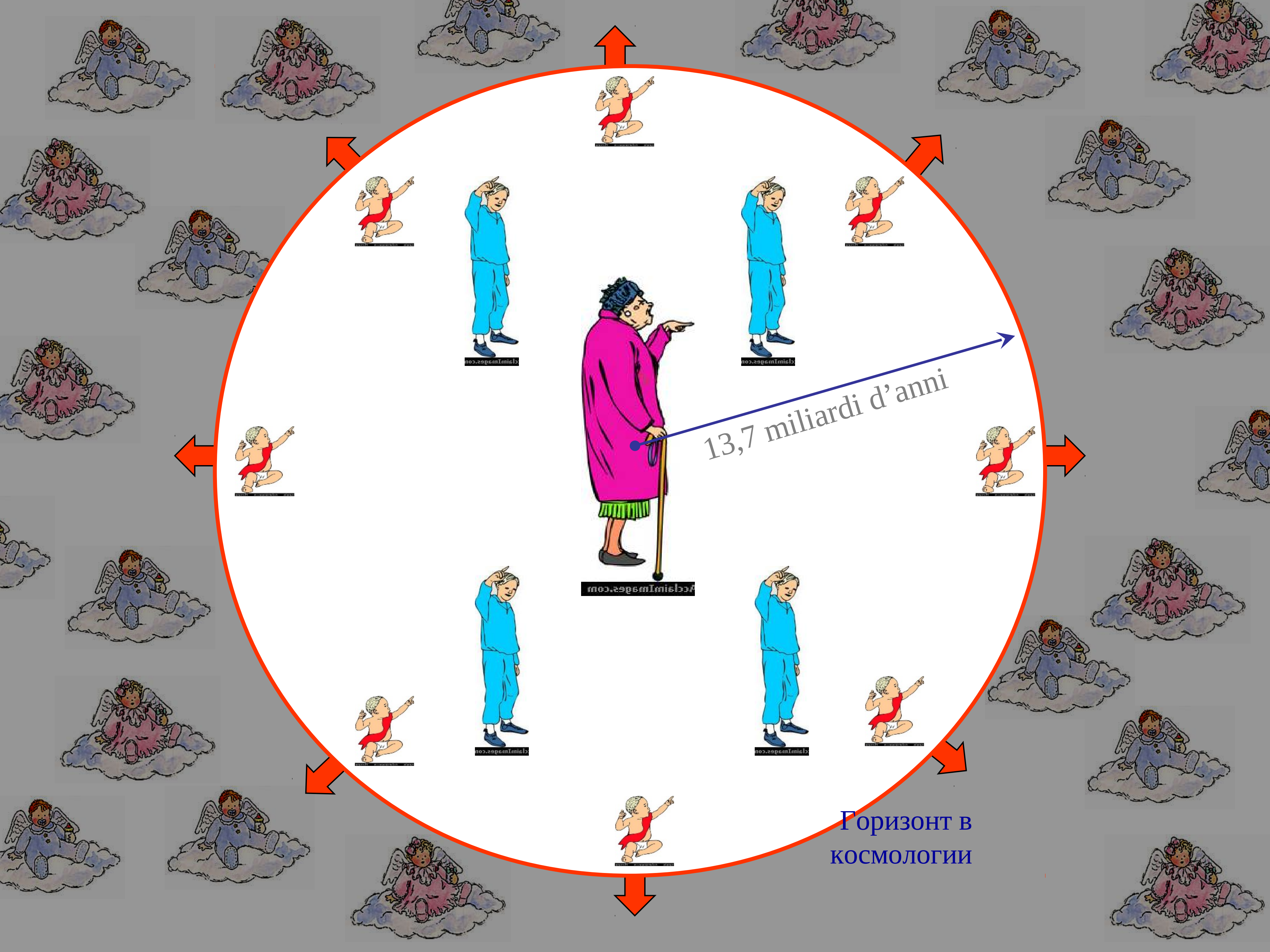
Солнце от нас на расстоянии 150 миллионов км, или в 8 световых минутах. Его мы видим как оно было 8 минут назад.

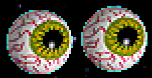
Ближайшая звезда, Proxima Cen, видна как она была 3,8 лет назад.



Галактика Andromeda видна сегодня такой какой она была 2,2 миллиона лет назад.

Другие галактики **в** *Hubble Deep Field*: мы видим их сегодня такими как они были примерно 11 миллиардов

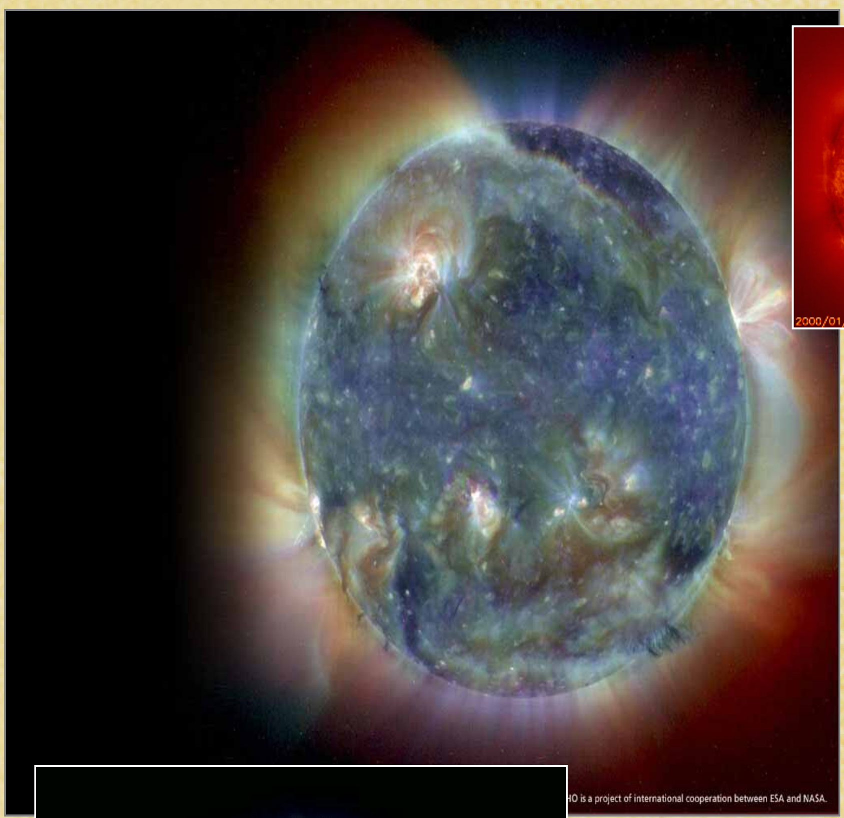

13,7 miliardi d’anni
Горизонт в космологии

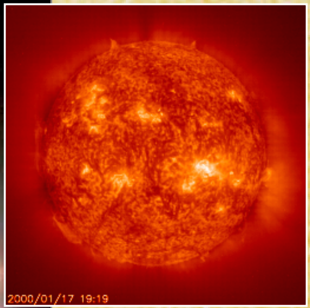


Сейчас мы посетим и постараемся понять этот бесконечный космос, начнем наше путешествие во времени и пространстве.

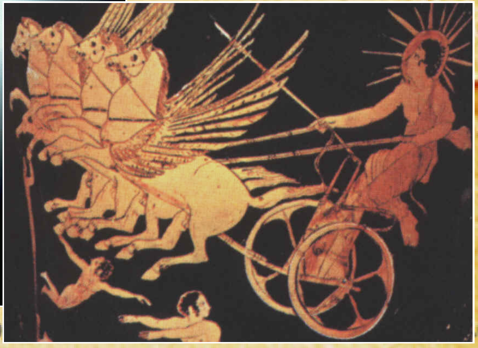
Начнем свое путешествие «здесь и сейчас».

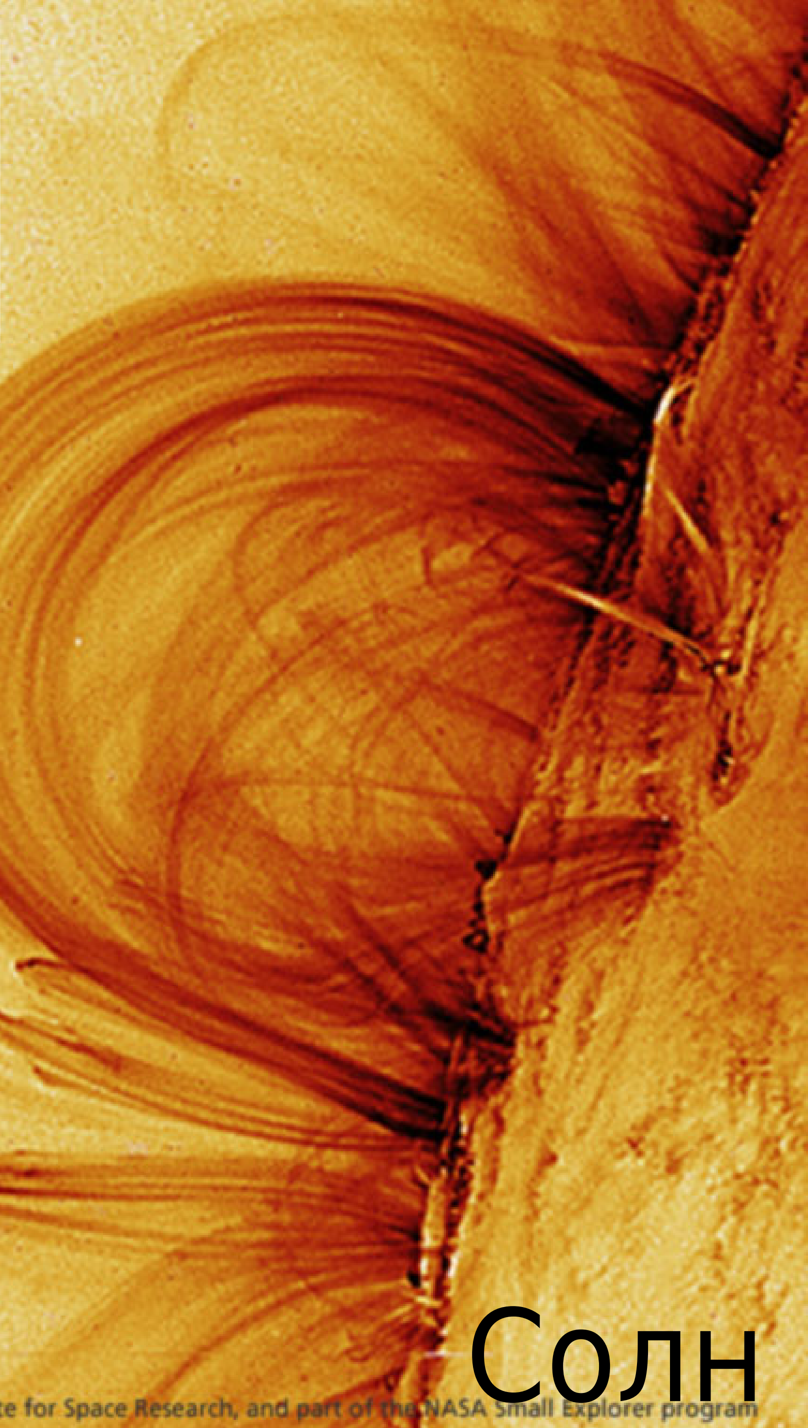
Солн


HO is a project of international cooperation between ESA and NASA.

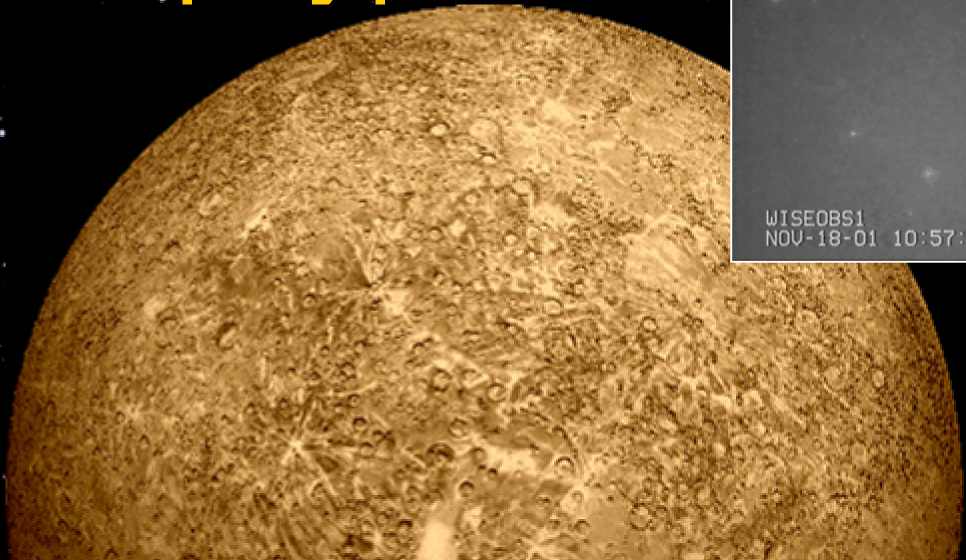

2000/01/17 19:19

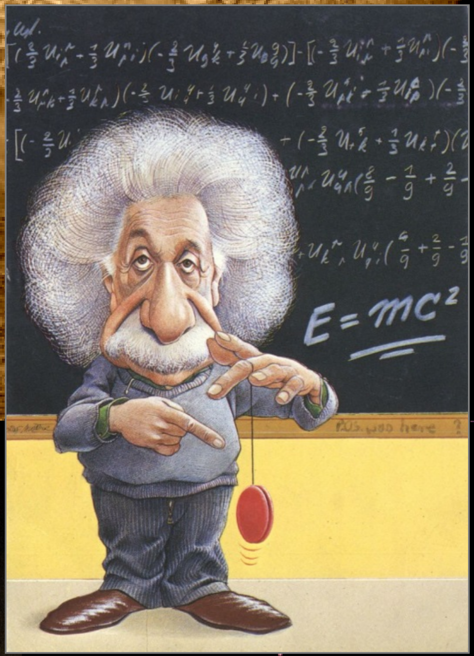

Corona

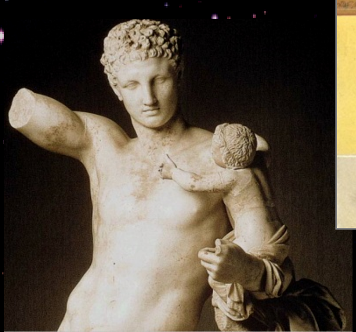



The Transition Region and Coronal Exp
ockheed Institute for Space Research, and part of the NASA Small Explorer program

Меркур



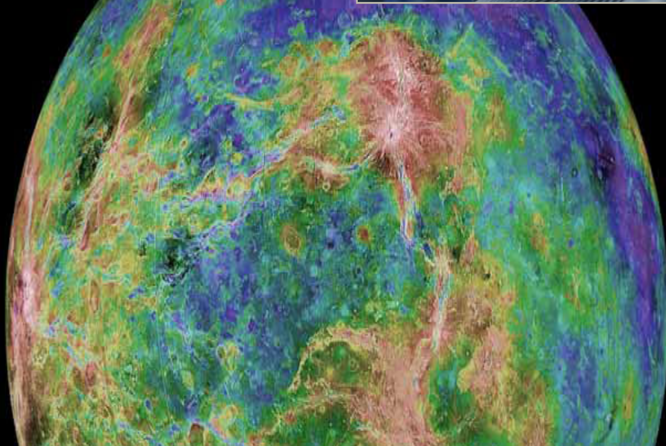


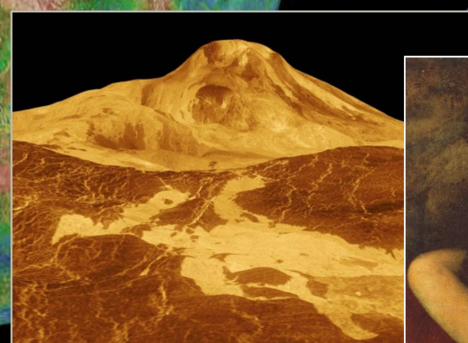


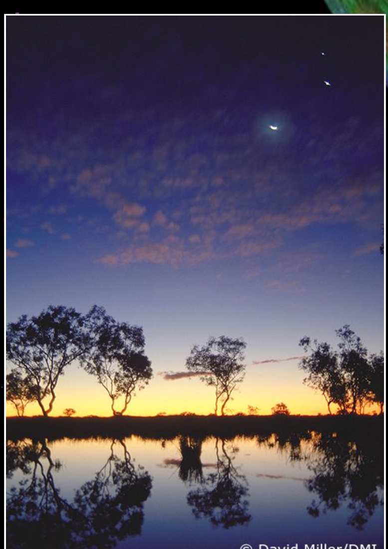
Средний размер орбиты: 58 миллионов км
Период обращения: 88 дней
Период вращения: 1400 часов
Диаметр: 4880 км
Масса $3{,}3\times 10^{23}$ кг
Орбита сильно эксцентричная: с 46 до 70 миллионов км
Температура: от 90 до 700 °K
Средняя плотность: 5,43 г/см^3 vs 3,34 Луны

Венера

Размер орбиты: 108 миллионов км
Период обращения: 220 дней
Диаметр: 12104 км
Масса $4{,}9 \times 10^{24}$ кг
Орбита почти круговая
Период вращения: 243 дней
Близнец Земли (с юной поверхностью)
Покрыта облаками: создают эффект теплицы
Температура: от 400 до 740 °K
Ветры на высоте: 350 км/ч



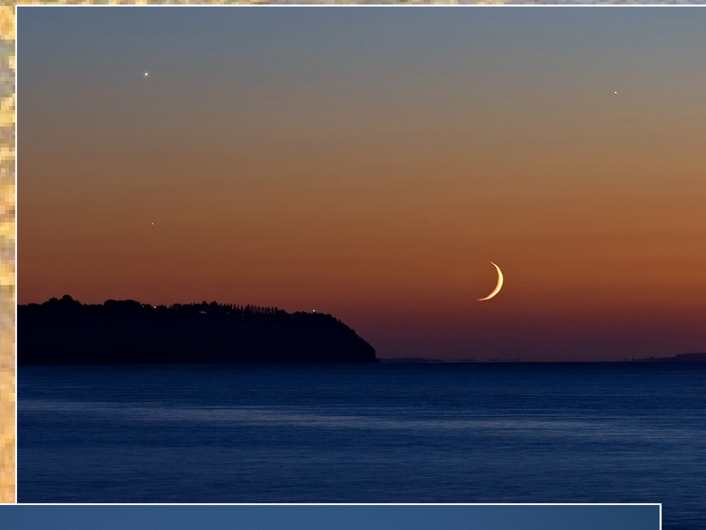




Vespero ed Espero

Giorgione

Восход



C.Friedrich

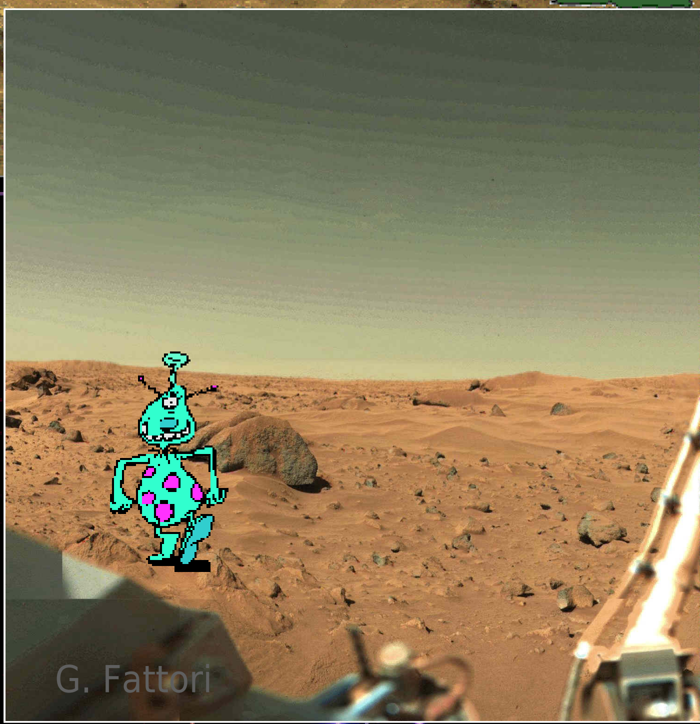
Марс

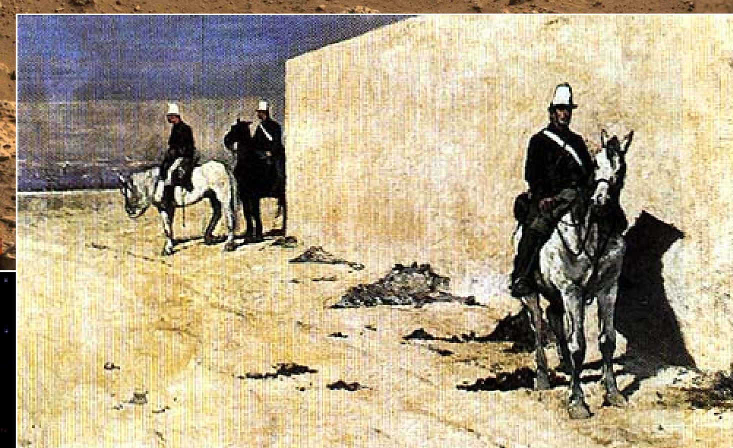
Размер орбиты: 228 миллионов км
Период обращения: 1,88 лет
Период вращения: 25 часов
Диаметр: 6794 км
Масса 6.4×10^{23} кг
Температура: от 140 до 300 °K
Период вращения: 243 дней
Атмосфера состоит из CO_2

D.Velazquez

J.L. David

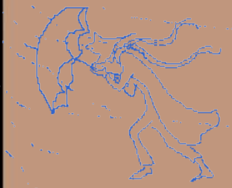
Первые марсианские панорамы





G.Fattori

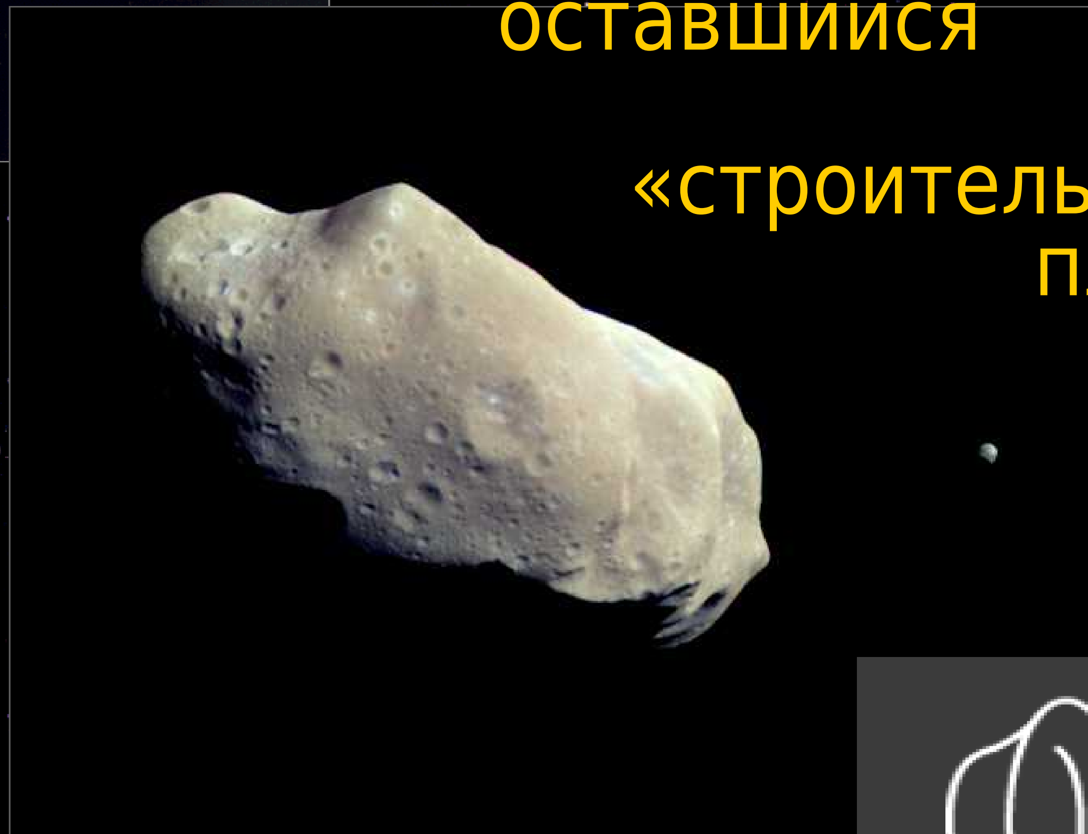
Пылевая буря на Марсе снятая Spirit’ом

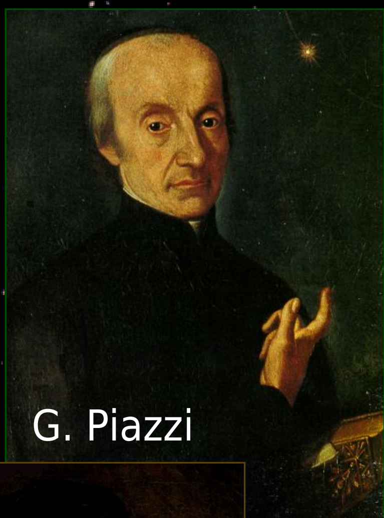


E.Hopper

Астероид
Ida

Неизпользованный материал оставшийся от «строительства» планет





G. Piazzi

K.F. Gauss

Юпитер

Размер орбиты: 778 миллионов км
Период обращения: 11,9 лет
Период вращения: 9 часов и 51 минута
Диаметр: 142 984 км
Масса 1.9×10^{27} кг
Химический состав: 75% H e 25% He

D.Ingres

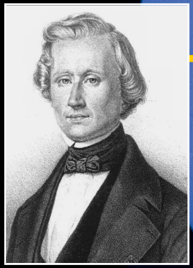
P.Veronese

Сатурн

Размер орбиты: 1 429 миллиардов км
Диаметр: 121 000 км
Масса 5,7$\times$ 10^{26} кг
Период вращения: 10 часов

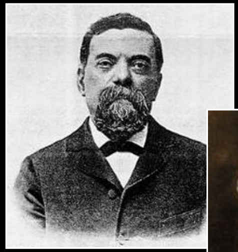
Уран (13 марта 1781)

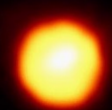
N.Poussin



тун

(23 сентября 1846)

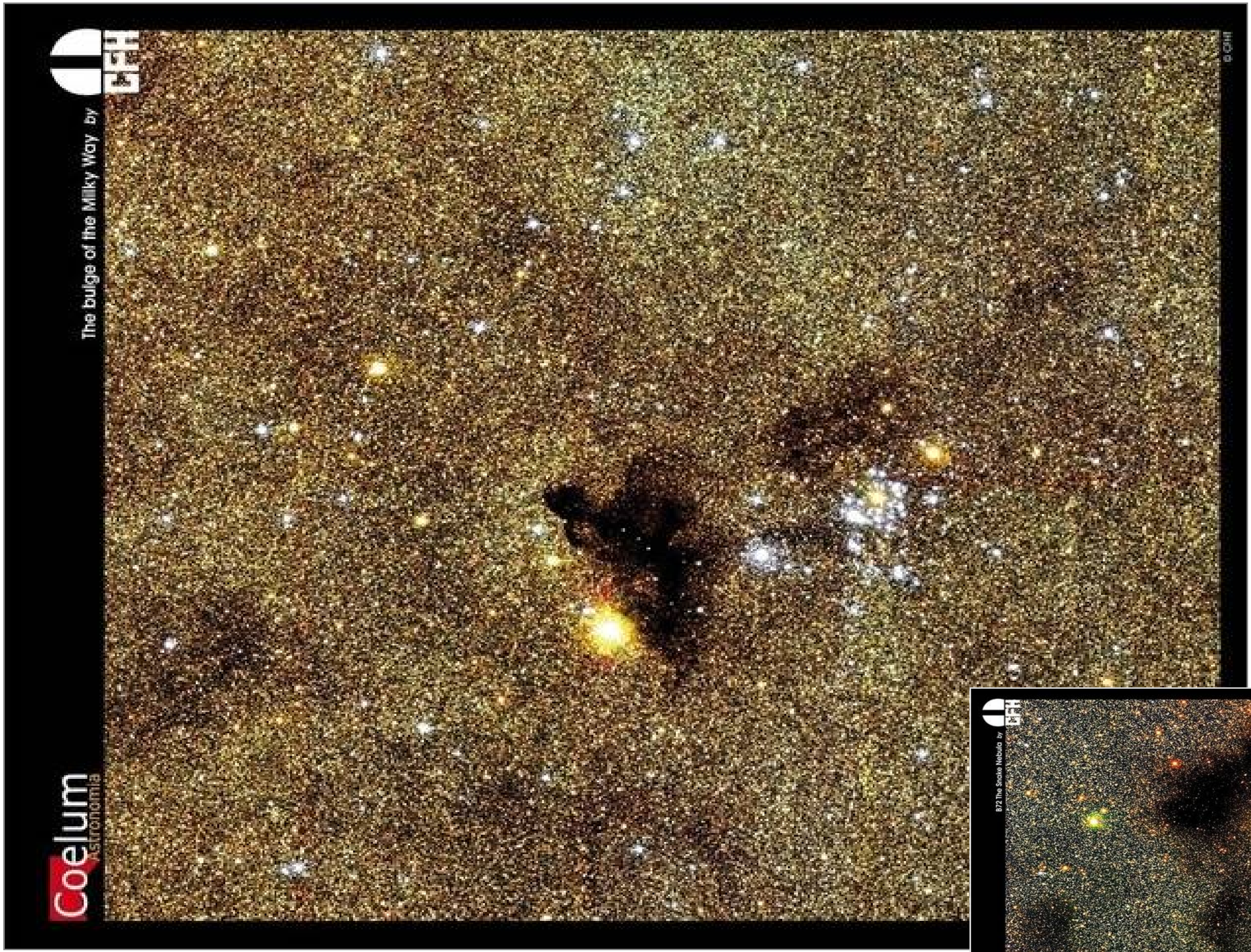


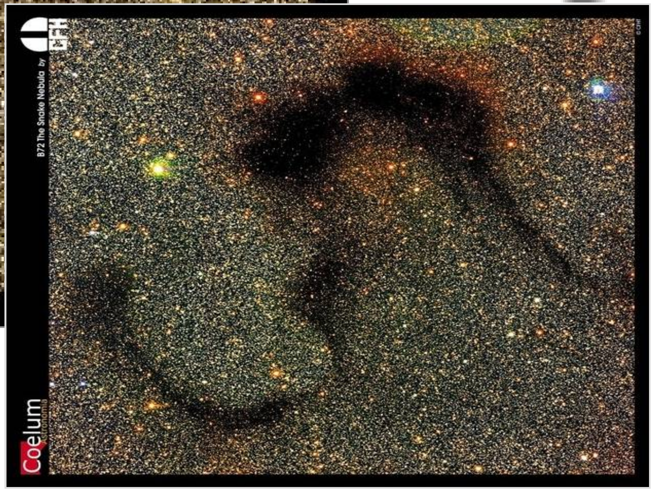


Плутон

(23 января 1930)

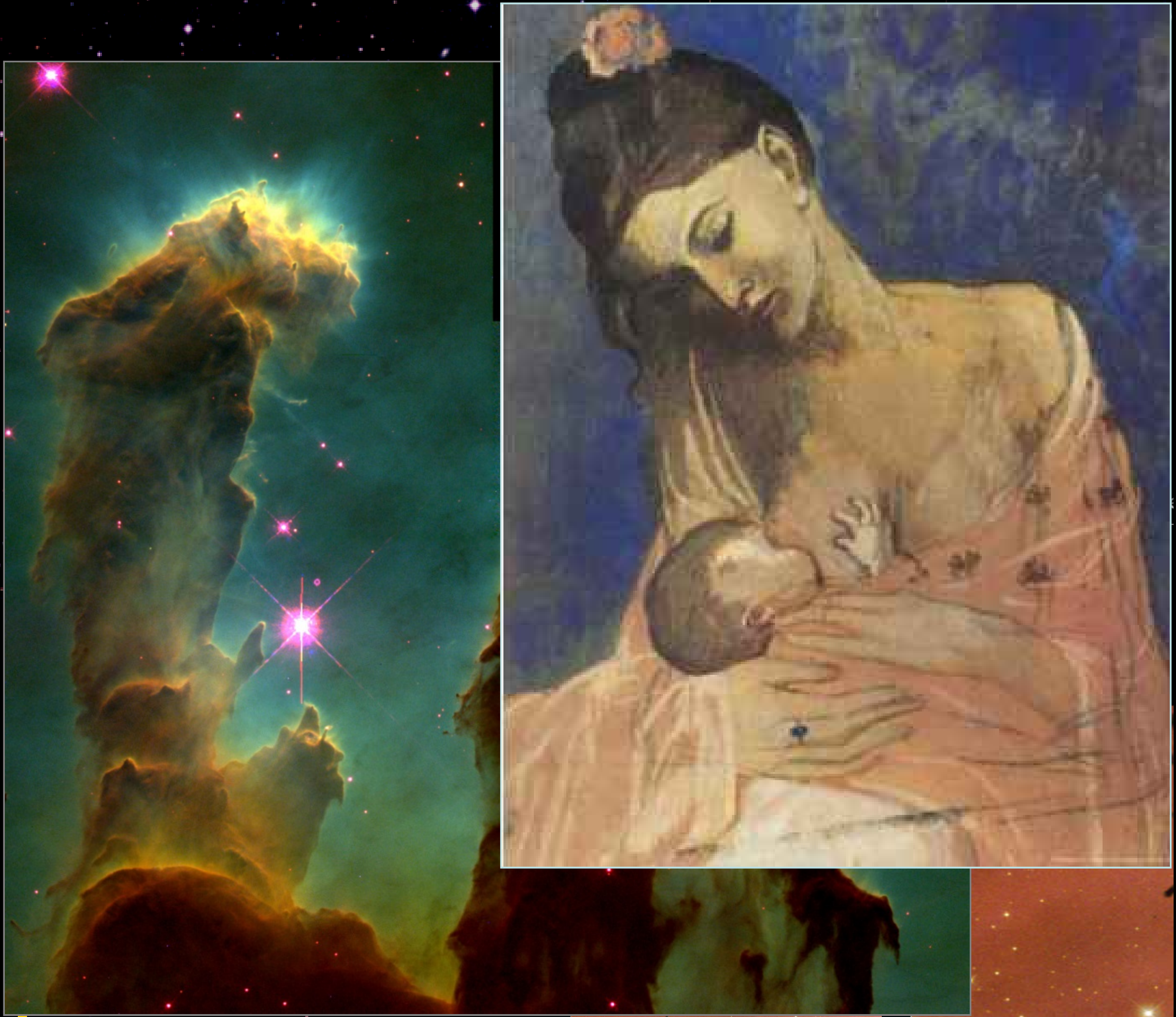
1 спутник (Caronte)

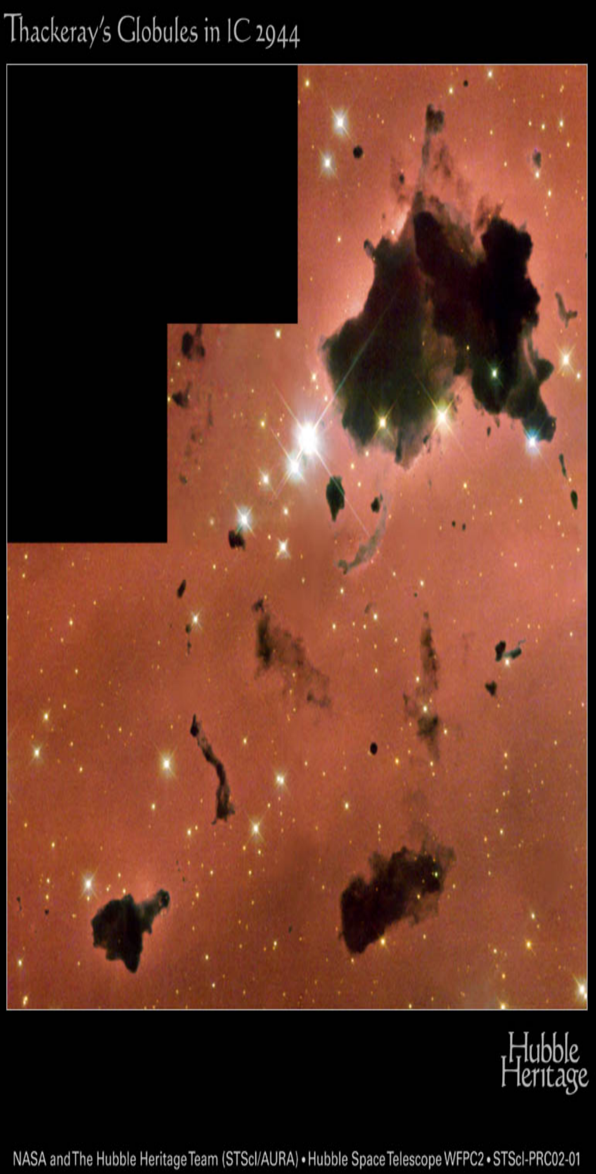


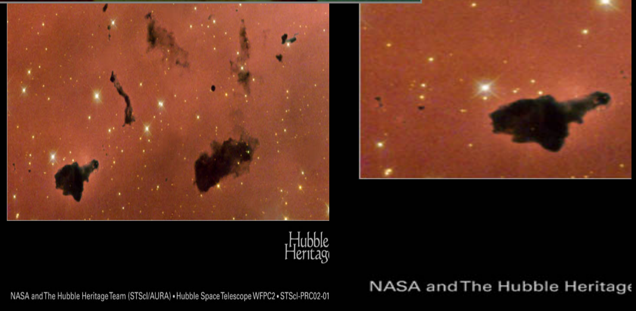


Звездные поля во Млечном Пути, с газом,

.Picasso

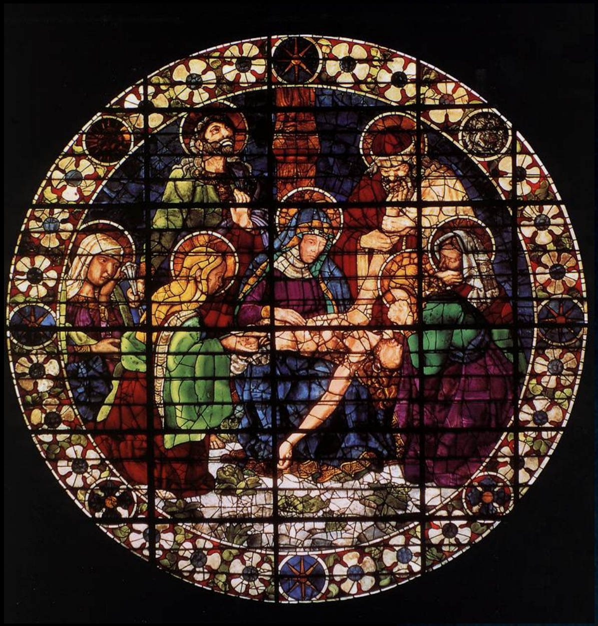
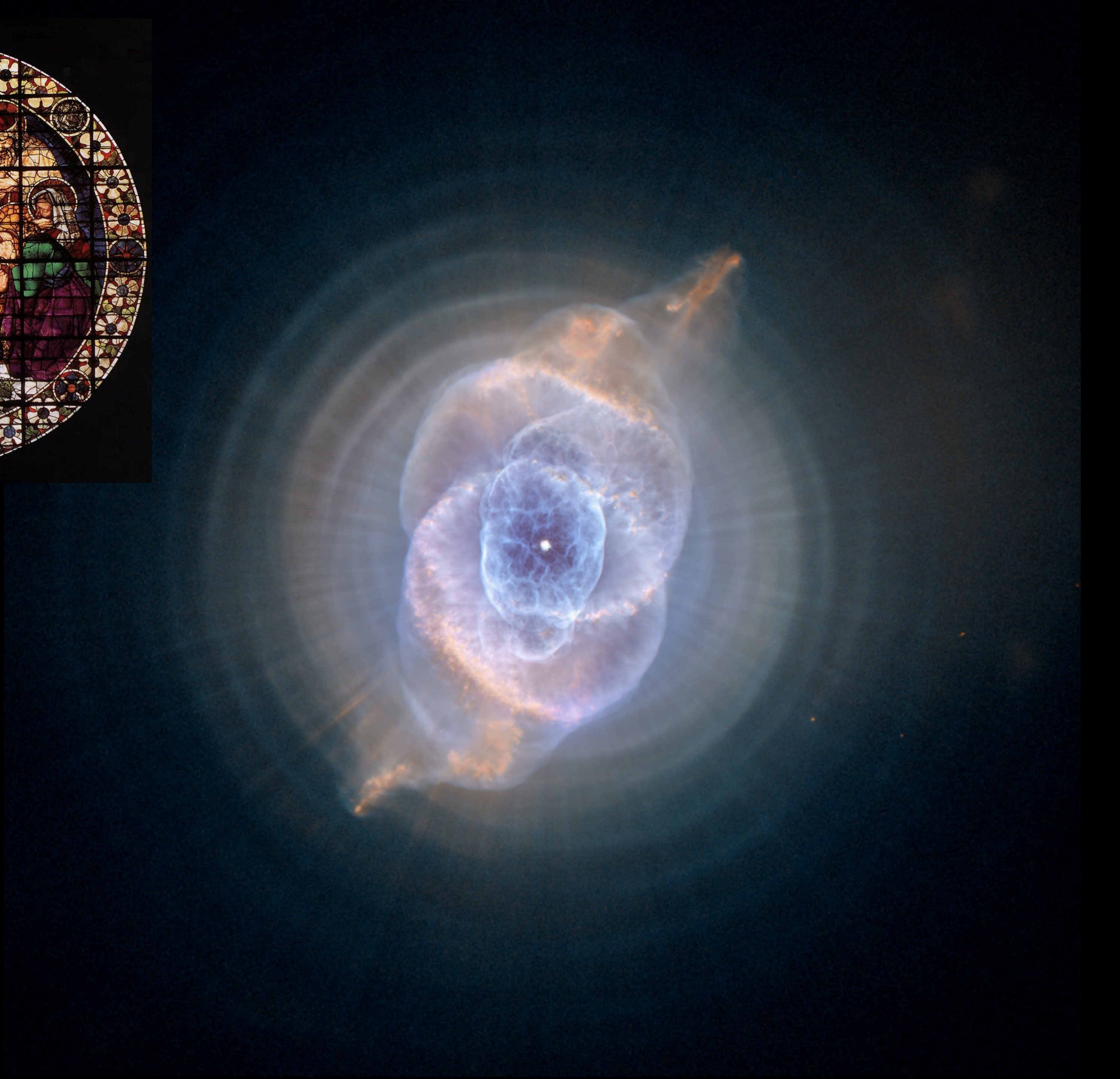






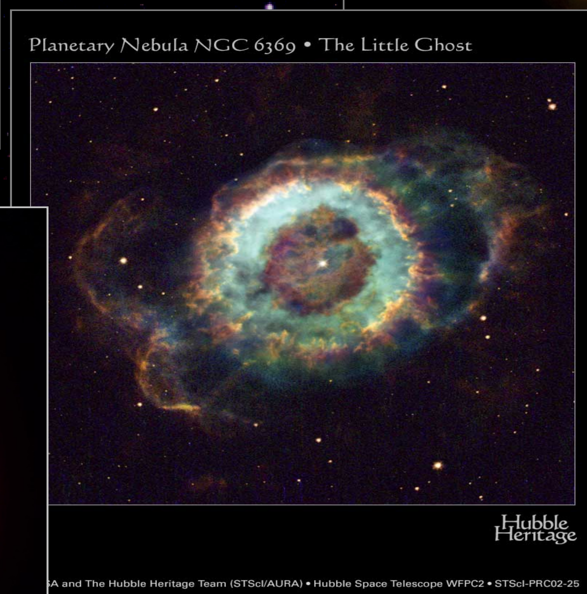
Газ, пыль и новые звезды

Туманность в Орионе

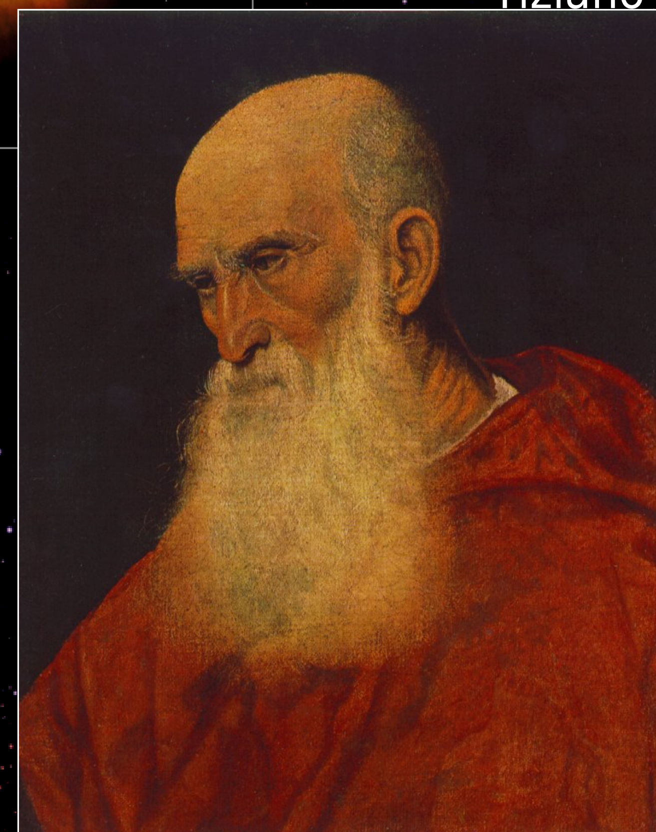



S.Dalì

Старость звезд

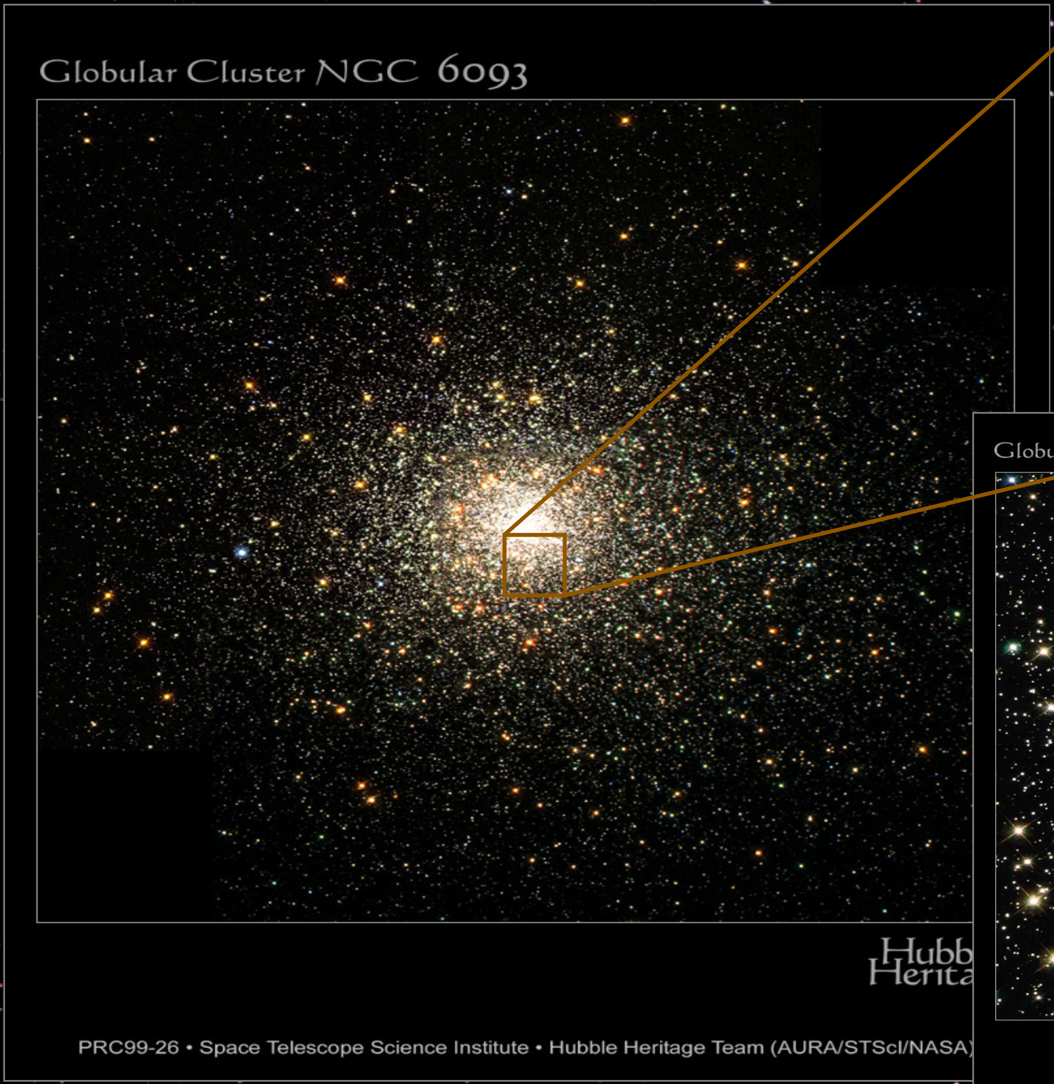


Tiziano V

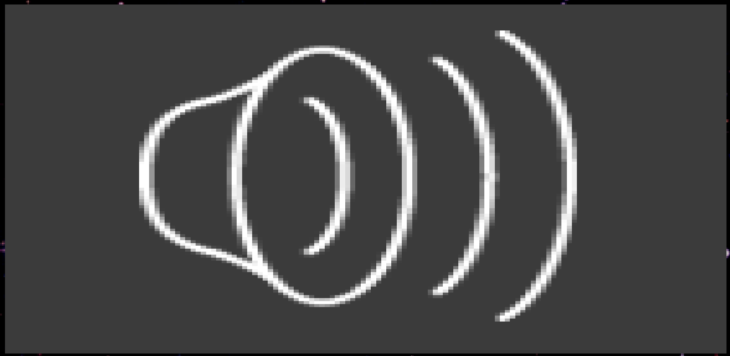


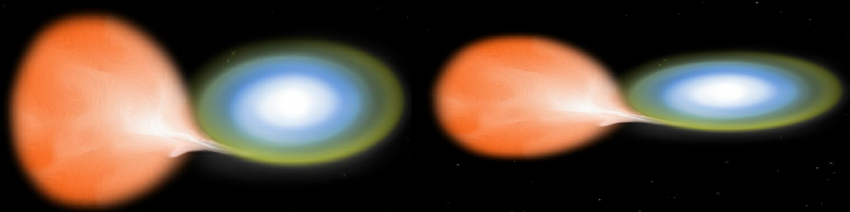
Звездные скопления

G.Pellizza da Volpedo

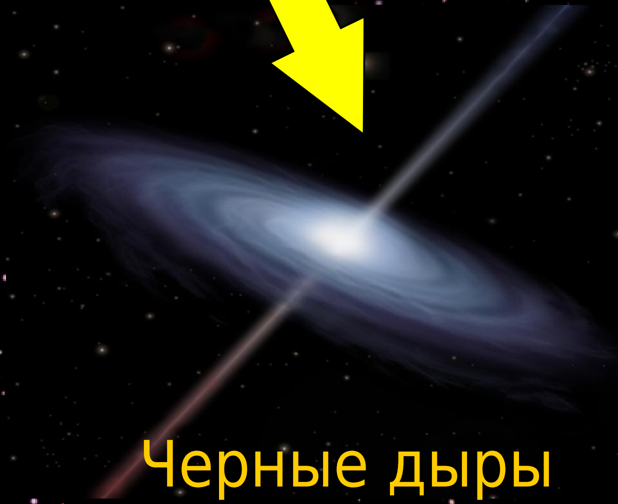


Взрывающиеся звезды





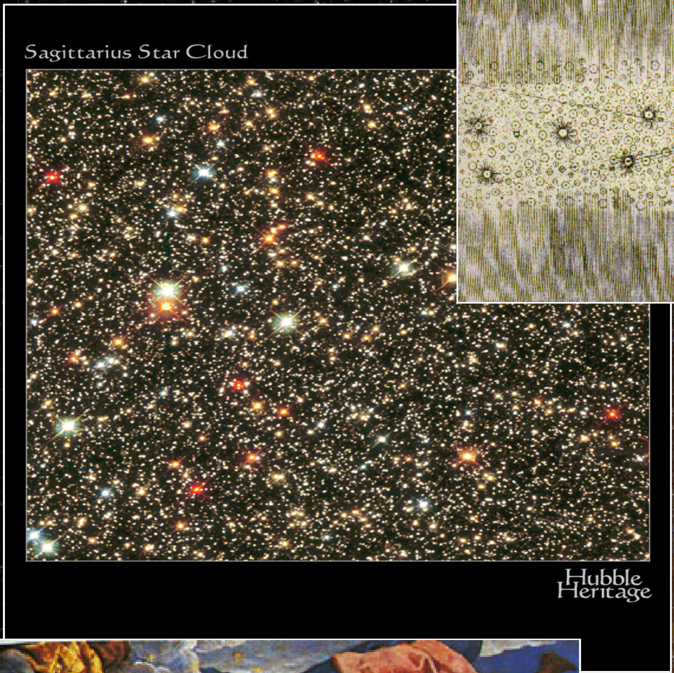
Двойные
взаимодействующие звезды

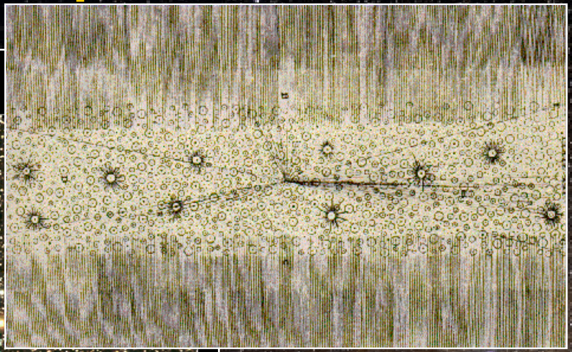


Черные дыры

Туманность в Крабе
Аккреционный диск окружающий нейтронную звезду в созвездии Краба
Остаток сверхновой в Кассиопее
璿璣玉衡圖
十二律呂旋相爲宮圖
五聲八音之圖
七政之圖
五音相生清濁之圖
Kepler's Supernova Remnant • SN 1604
Hubble Heritage
NASA, ESA and The Hubble Heritage Team (STScI/AURA)
Hubble Space Telescope ACS • STScI-PRC04-29c

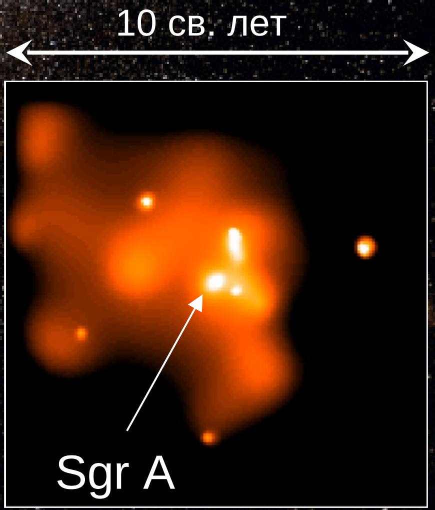
Центр Млечного Пути в Стрельце





T.Wright

D. Tintoretto



Центр Галактики со сверхмассивной черной дырой и холодным газом, наблюдаемым спутником Chandra

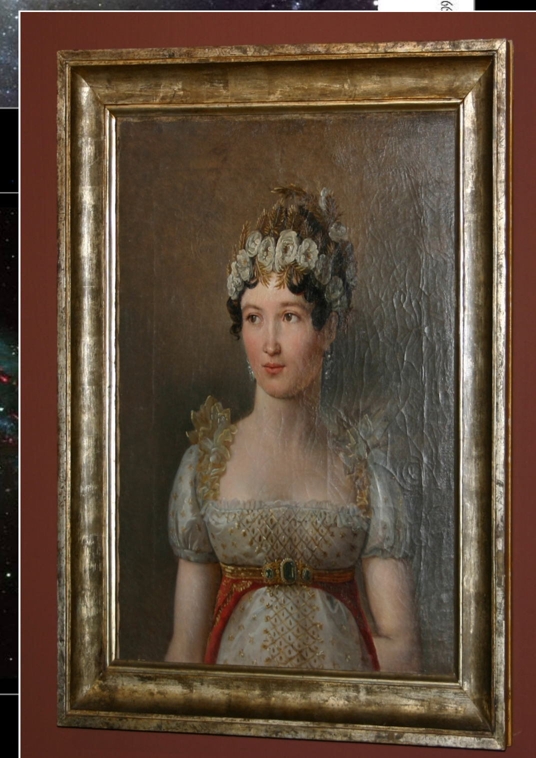
M87:10 тысяч
...звезд

F.Lemoyne

Часть размером 5000 св.лет

галактики-спутники

Эллиптическая

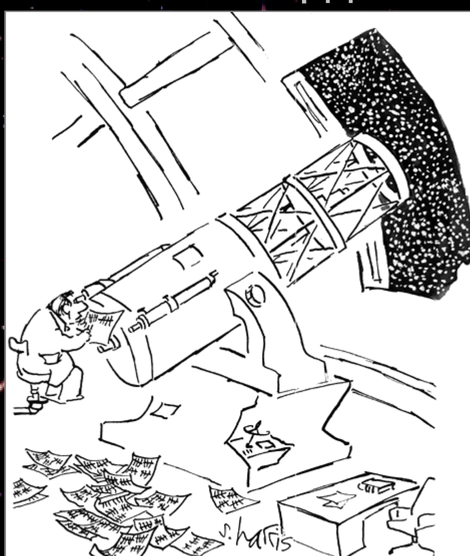


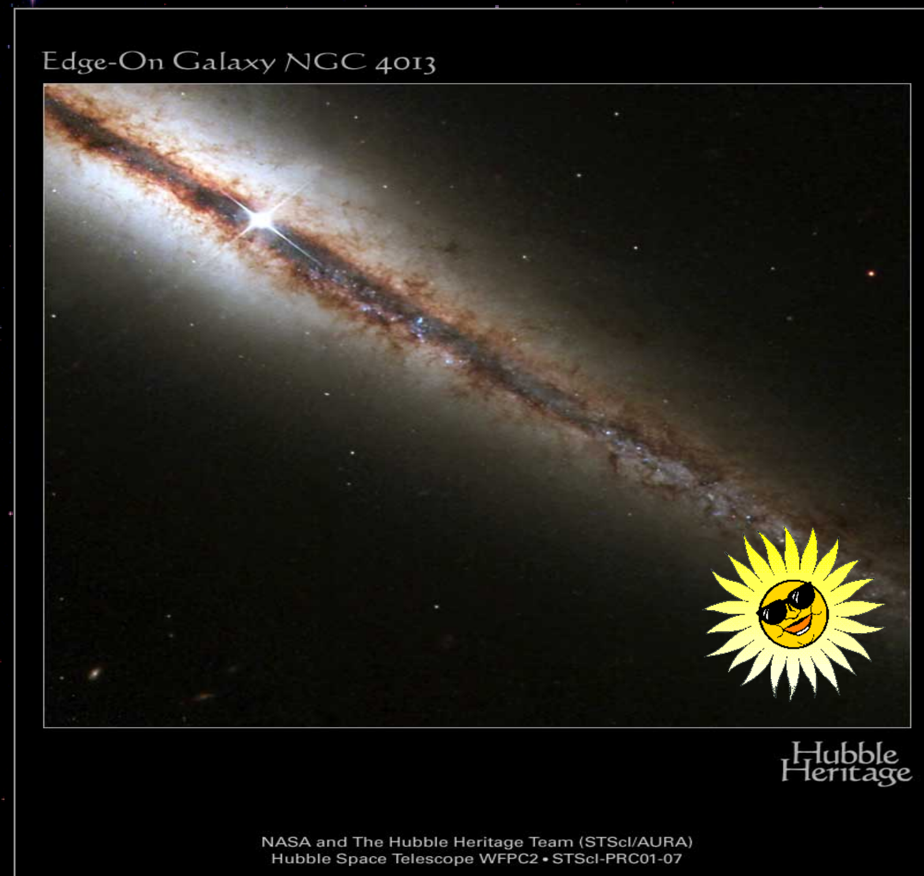
Спиральные галактики

J.B. Wicar

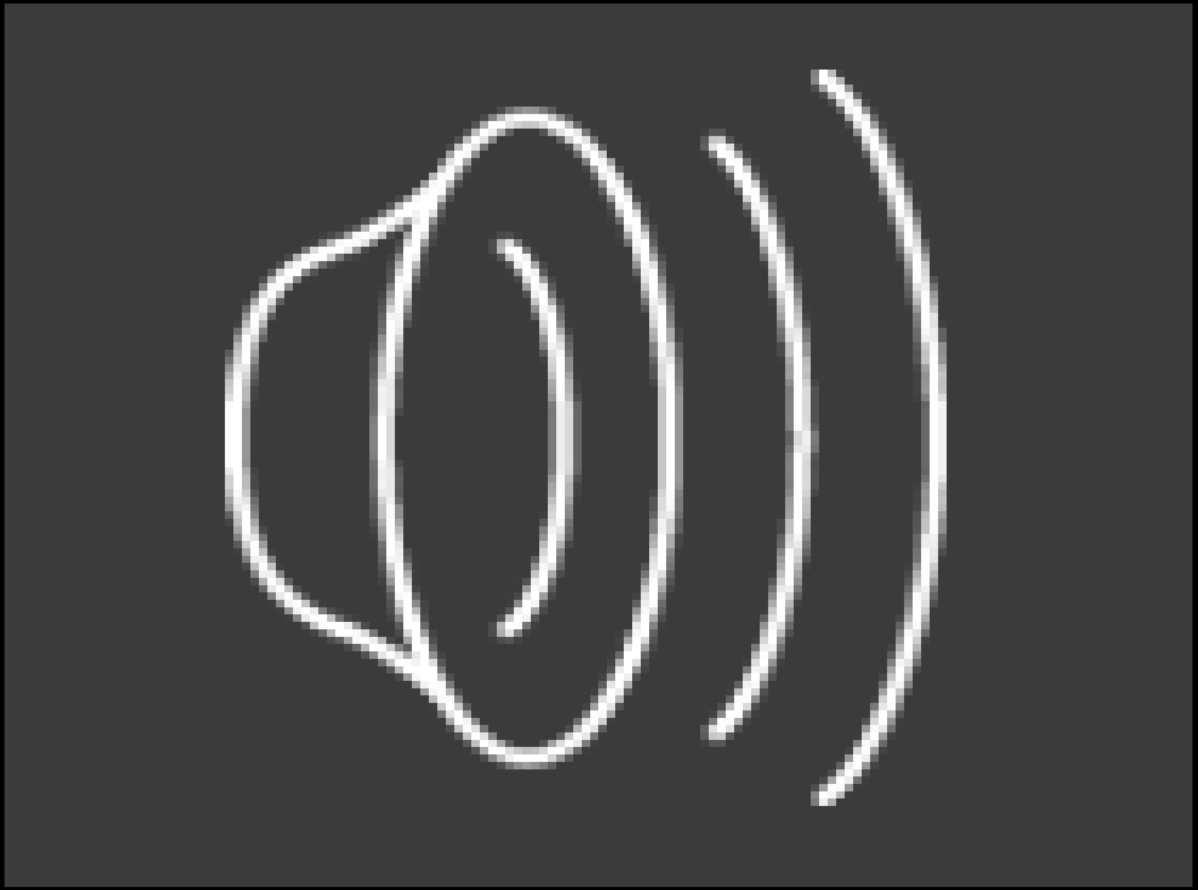
Двойник Млечного Пути

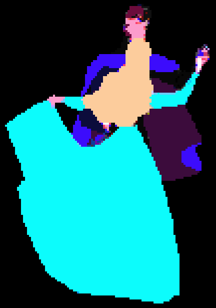
100 миллиардов звезд



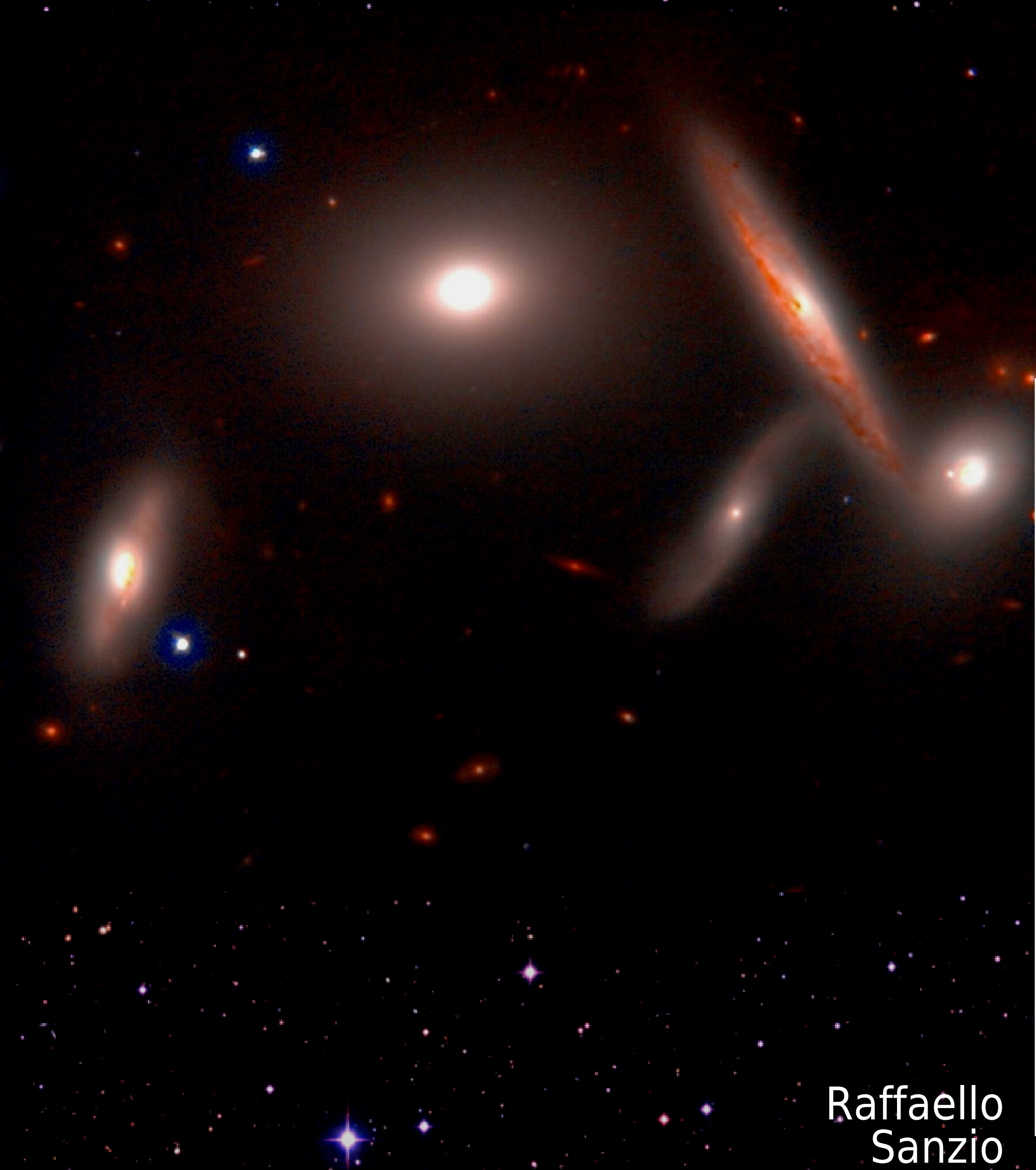


Слияние галактик: численное моделирование

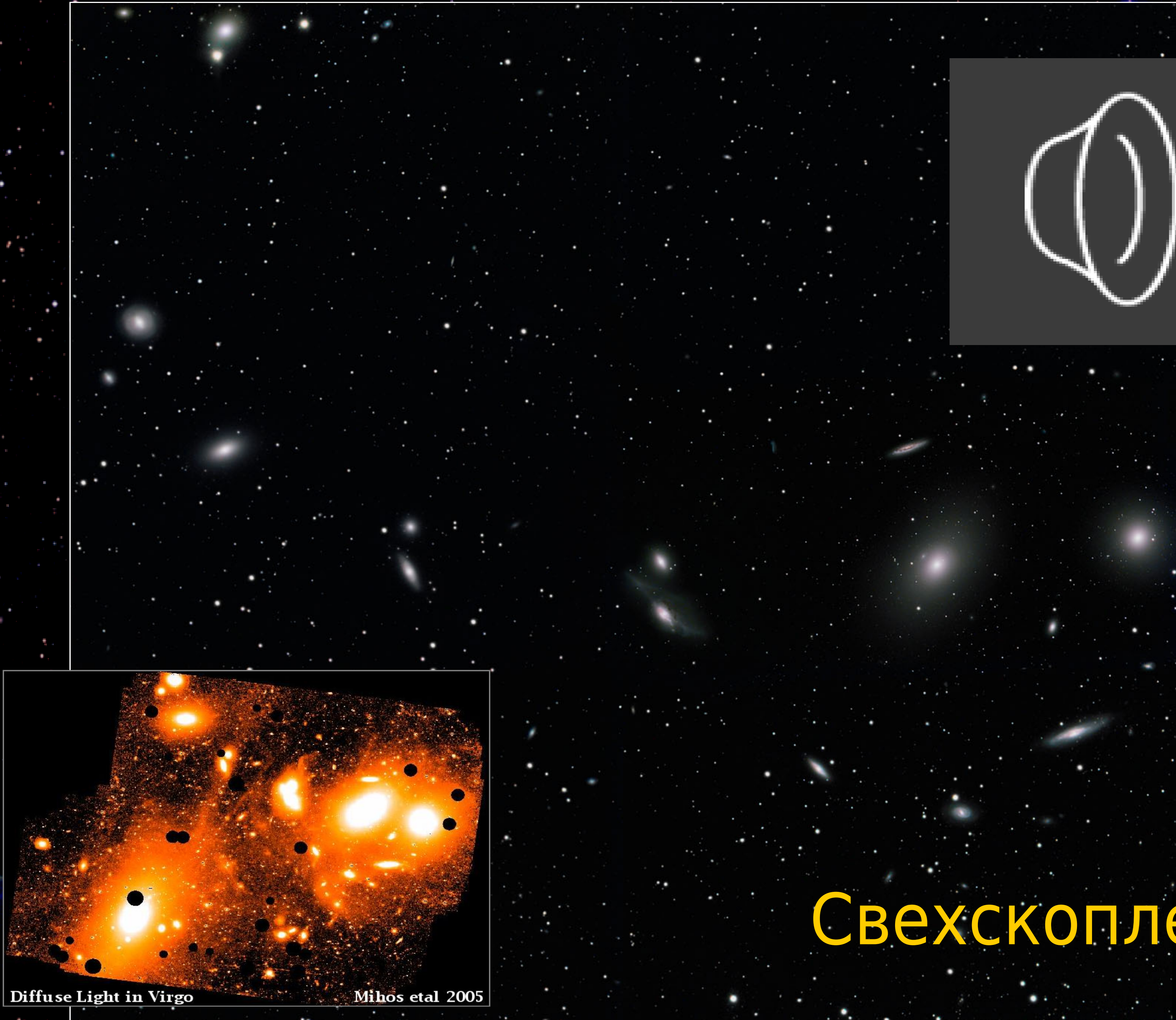




уппы галактик

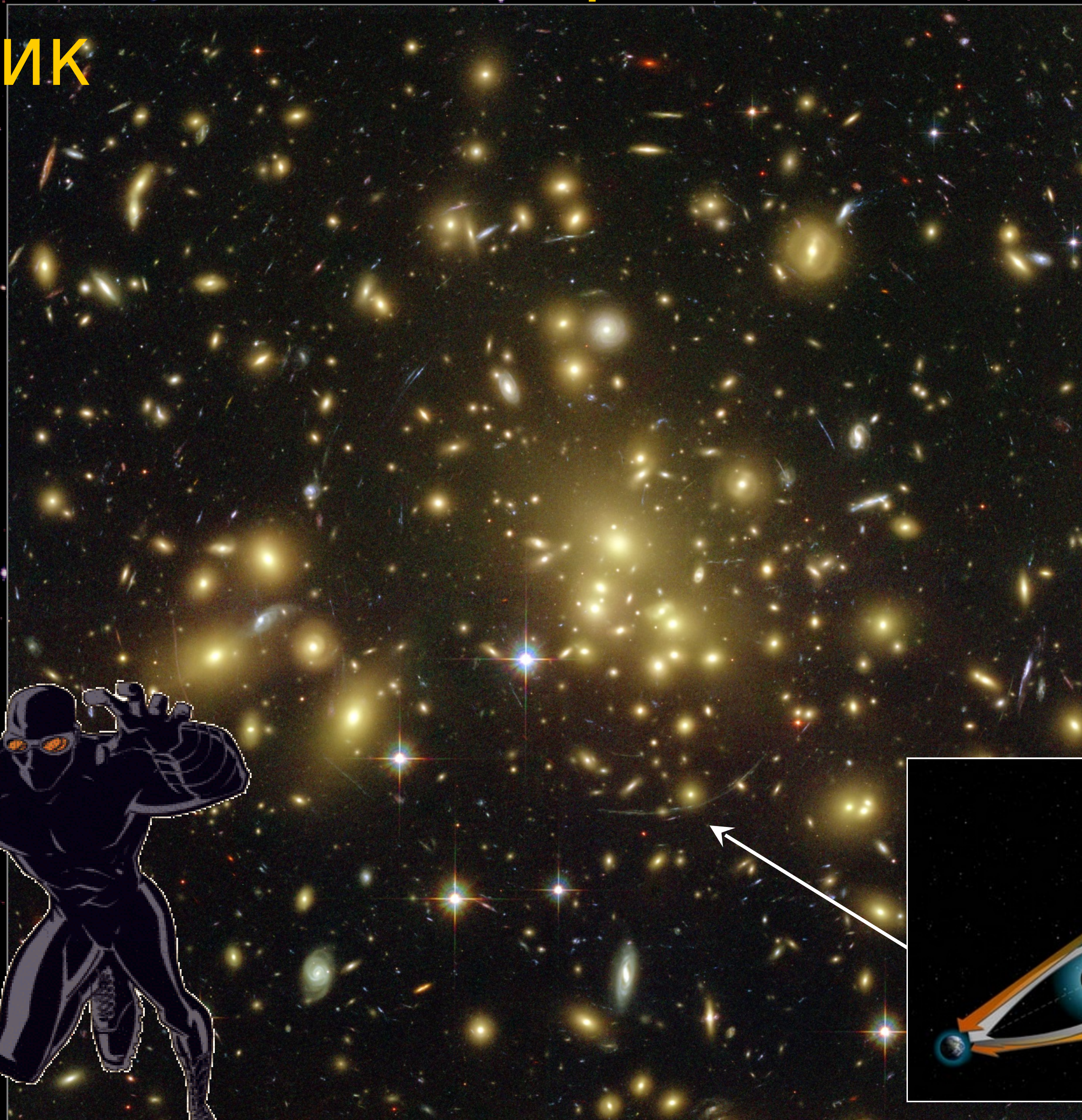


Raffaello
Sanzio

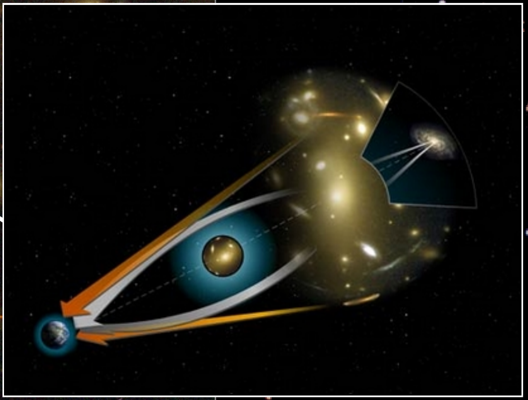


Свехскопление в Деве

Сверхскопление с мириадом галактик

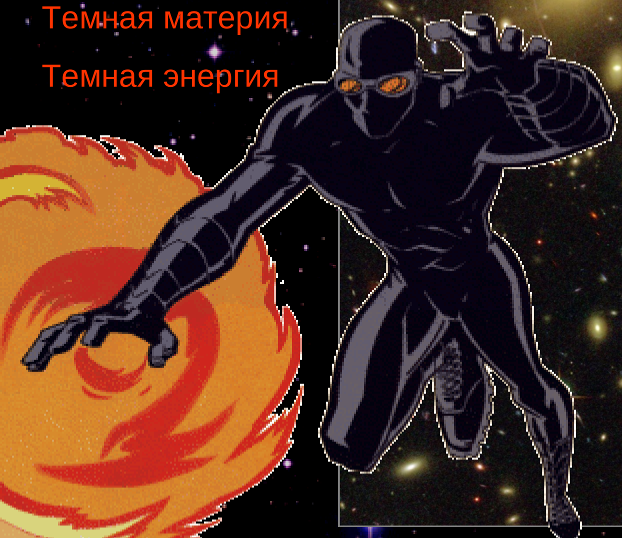


Арки

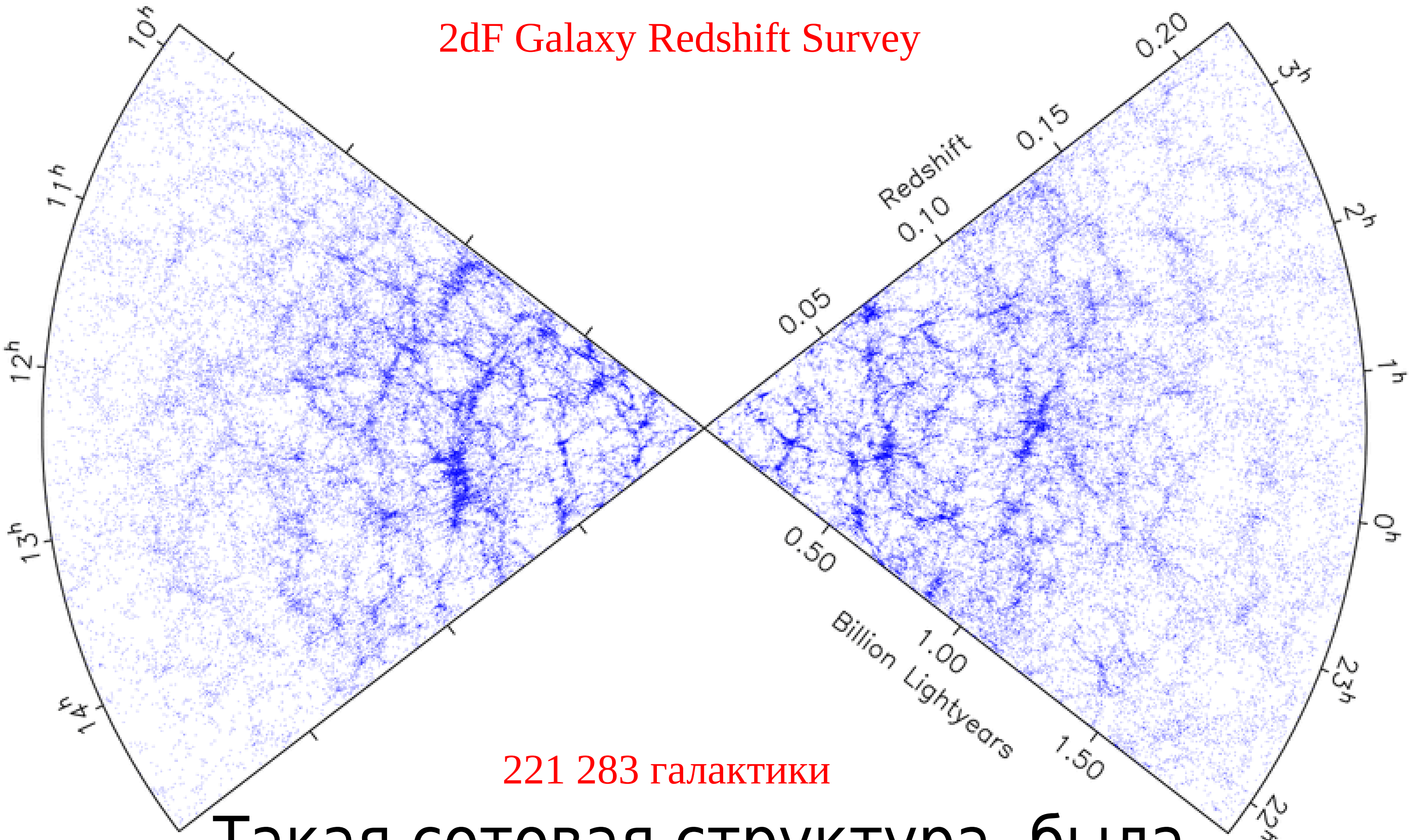


Темная материя

Темная энергия



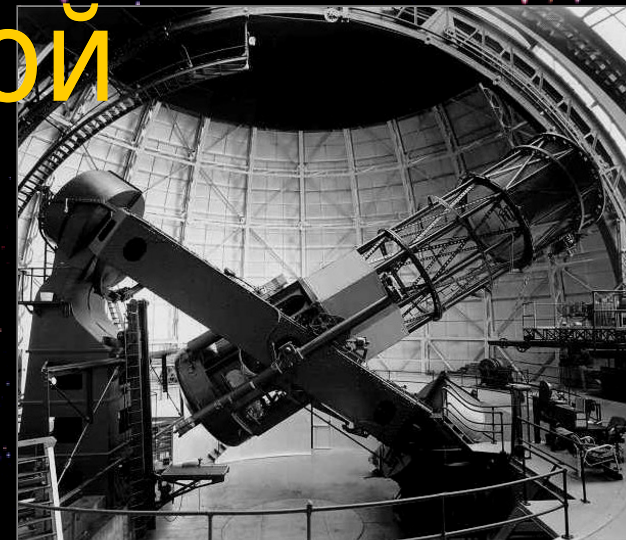
Галактики и скопления галактик расположены в виде сотовой структуры, есть филаменты и «стенки» из галактик, разделенные гигантскими космическими пустотами



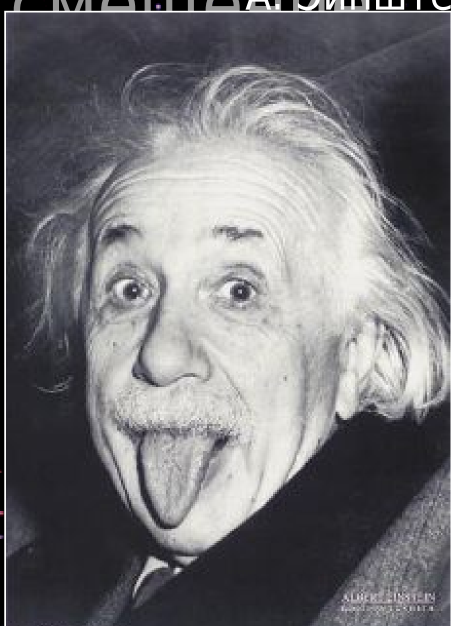
Такая сотовая структура была предсказана Я.Б.Зельдовичем

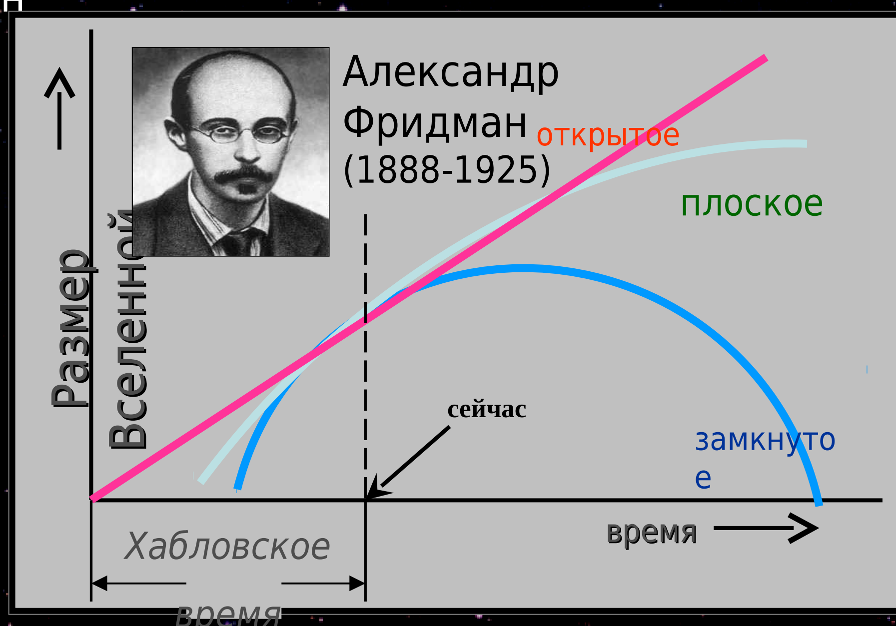
Расширение Вселенной

Сейчас мы знаем, что Вселенная расширяется, поскольку наблюдается красное смещение в спектрах и чем дальше галактика – тем больше смещение



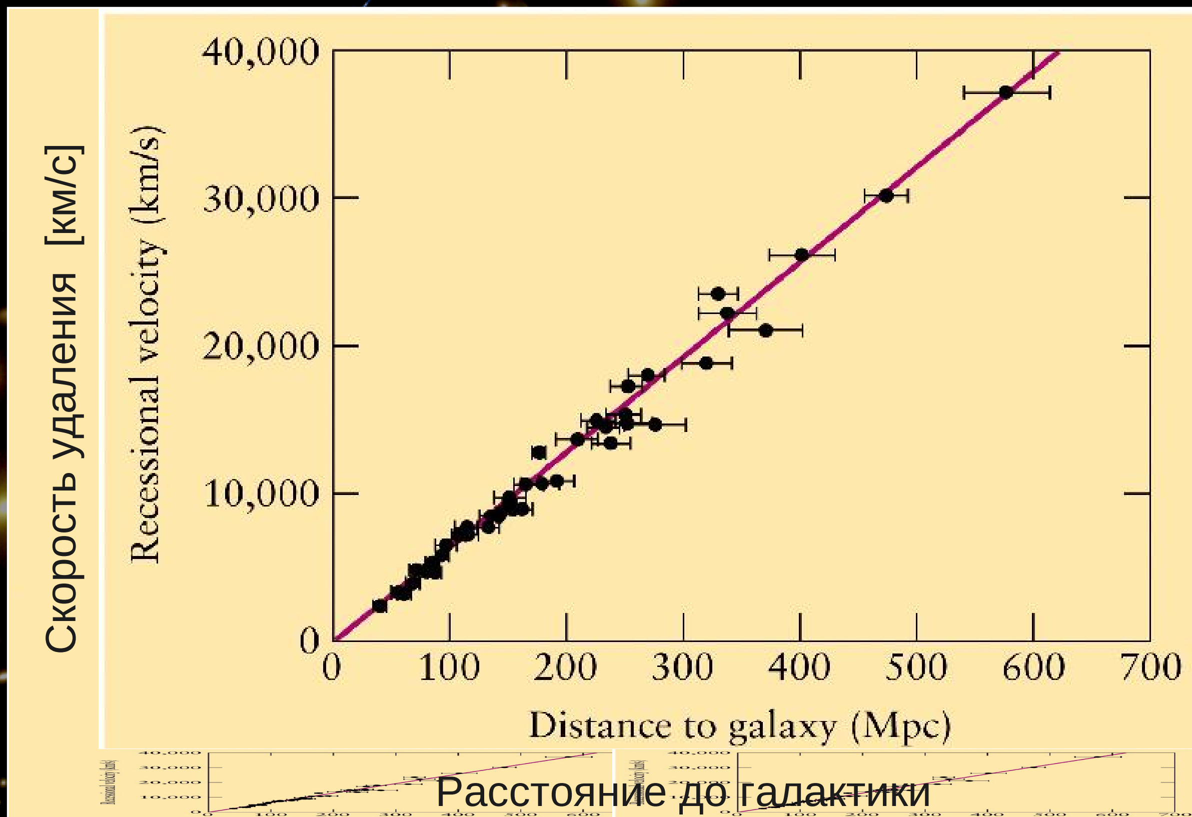
А. Эйнштейн





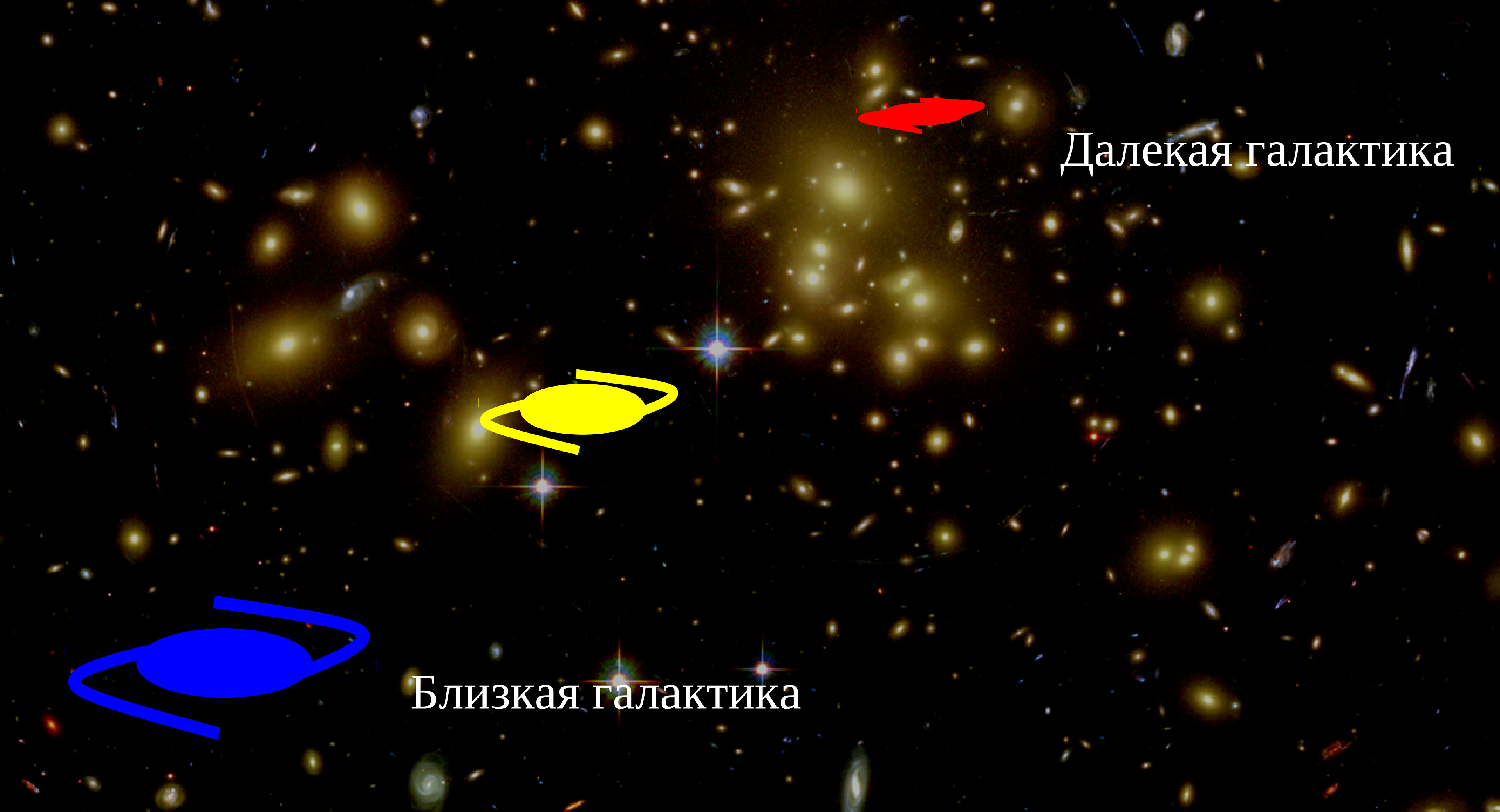
Э. Хаббл

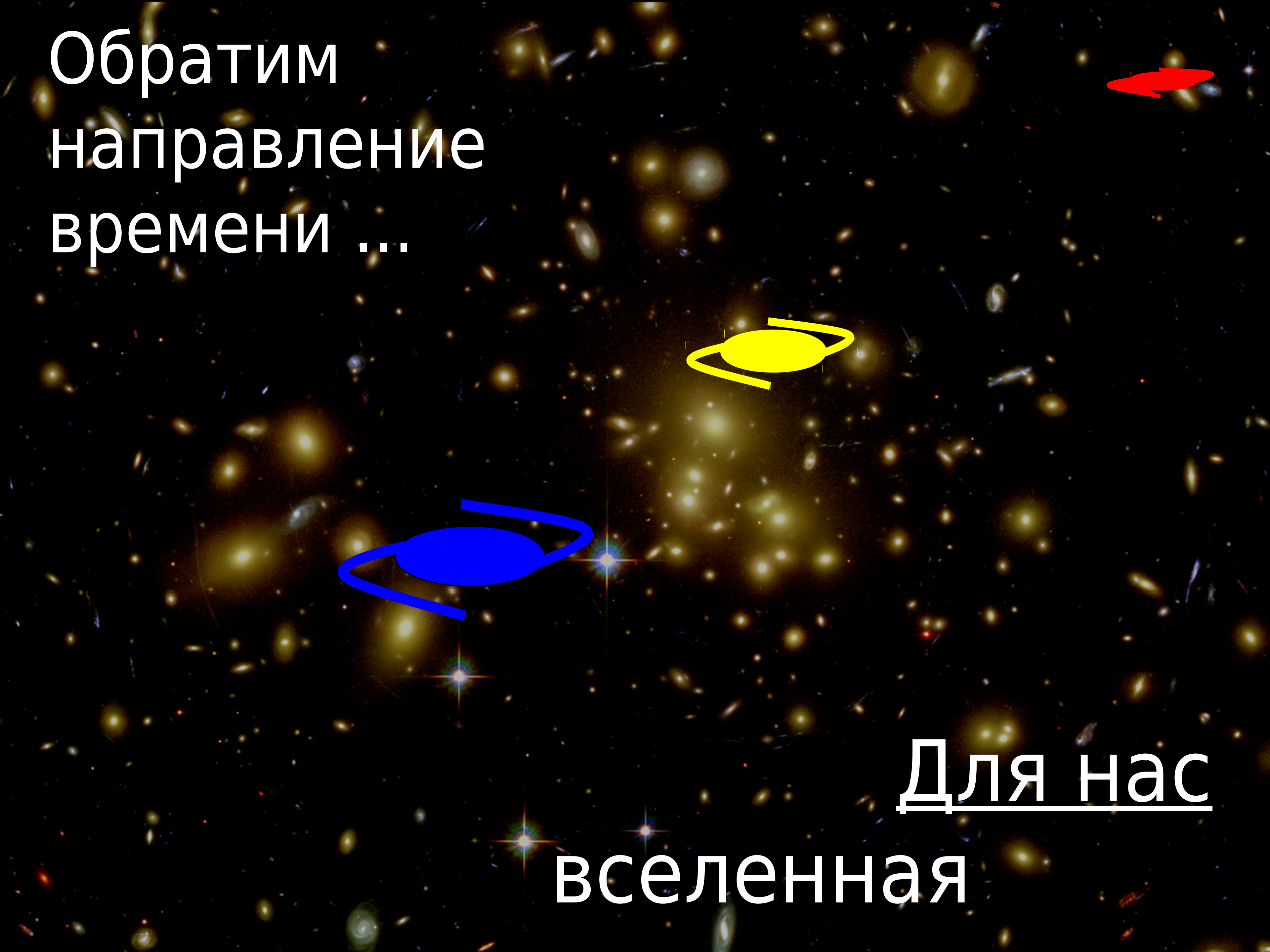
Диаграмма Хаббла, скорость удаления галактики как функция от расстояния до галактики



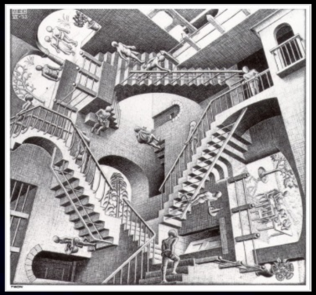
Константа пропорциональности скорости удаления как функция расстояния называется **Постоянной**

Вселенная расширяющаяся “по Хабблу”

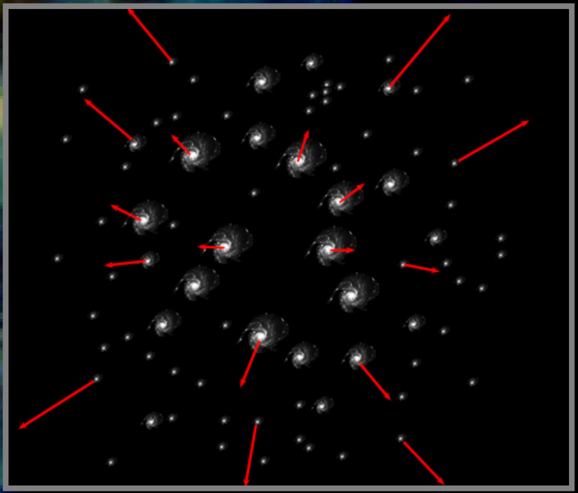



Обратим направление времени …
Для нас
вселенная

Горячая Вселенная

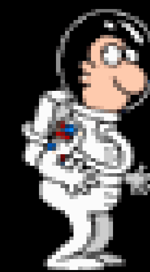


Георгий Гамов
(1904-1968)



Consequens consequetibus

Большой Взрыв

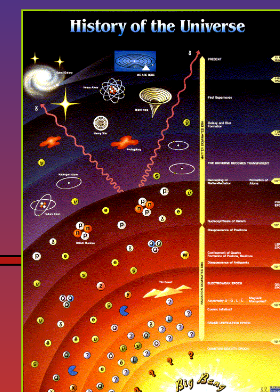


Время нарастает (из прошлого в будущ

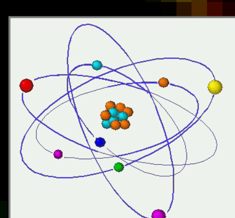
Размер

уменьшение

температуры $\boldsymbol{T}$ и плотности $\boldsymbol{\rho}$



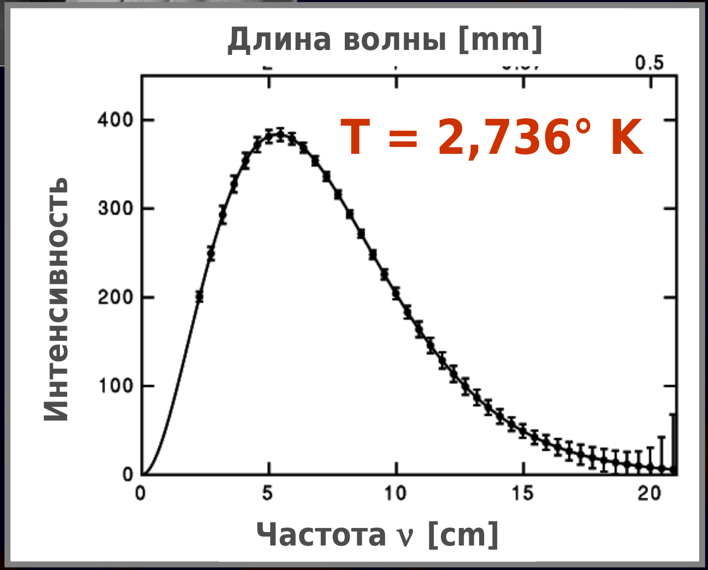
Стрела времени (от простого к сложному)



P. Gauguin

Реликтовое излучение

Реликтовое излучение было открыто Арно Пензиасом и Робертом Вильсоном в 1965.



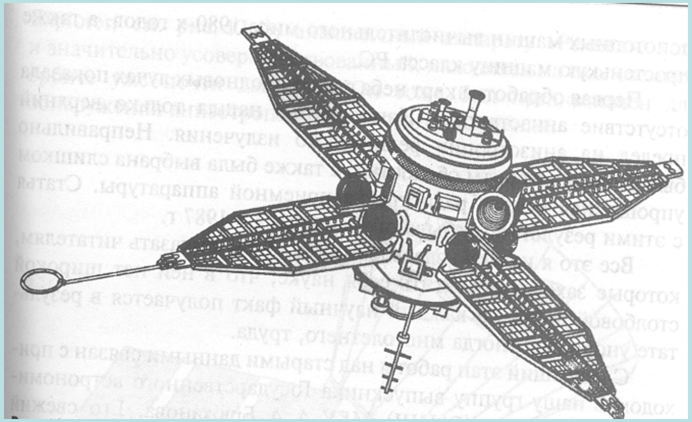
ЧЕРНОЕ ТЕЛО

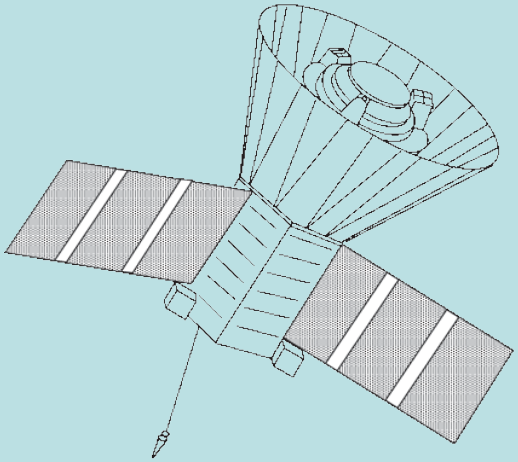
T ≈ 3°K

При испытании нового радиометра *Bell Telephone Company* открыли присутствие “фонового шума”, независящего от направления на небесной сфере.

Сразу после открытия это излучение было интерпретировано как остаток самых ранних эпох развития нашей Вселенной, открытие стало решающим аргументом в пользу теории «Горячей Вселенной»

РЕЛИКТ и СОВЕ





- В 1992 году в результате работы спутника Реликт и спутника СОВЕ была открыта ***анизотропия реликтового излучения***.

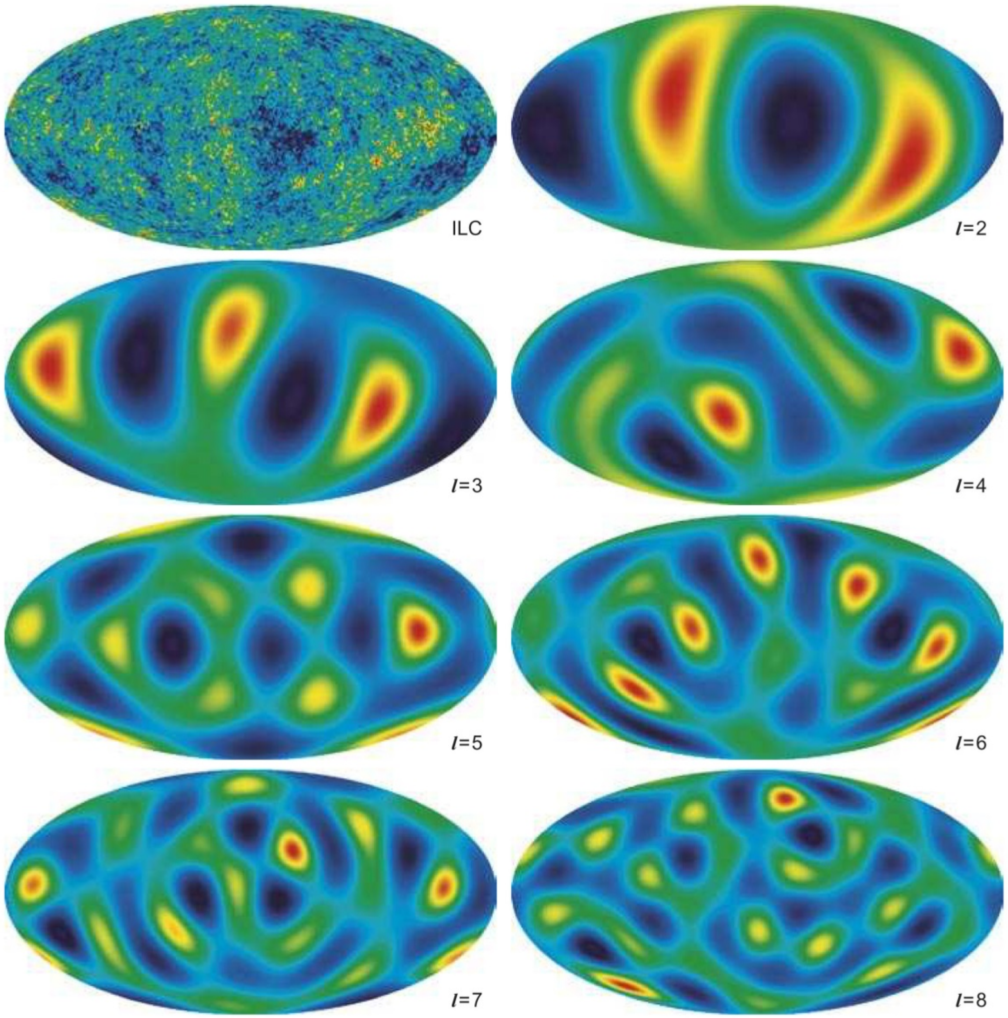
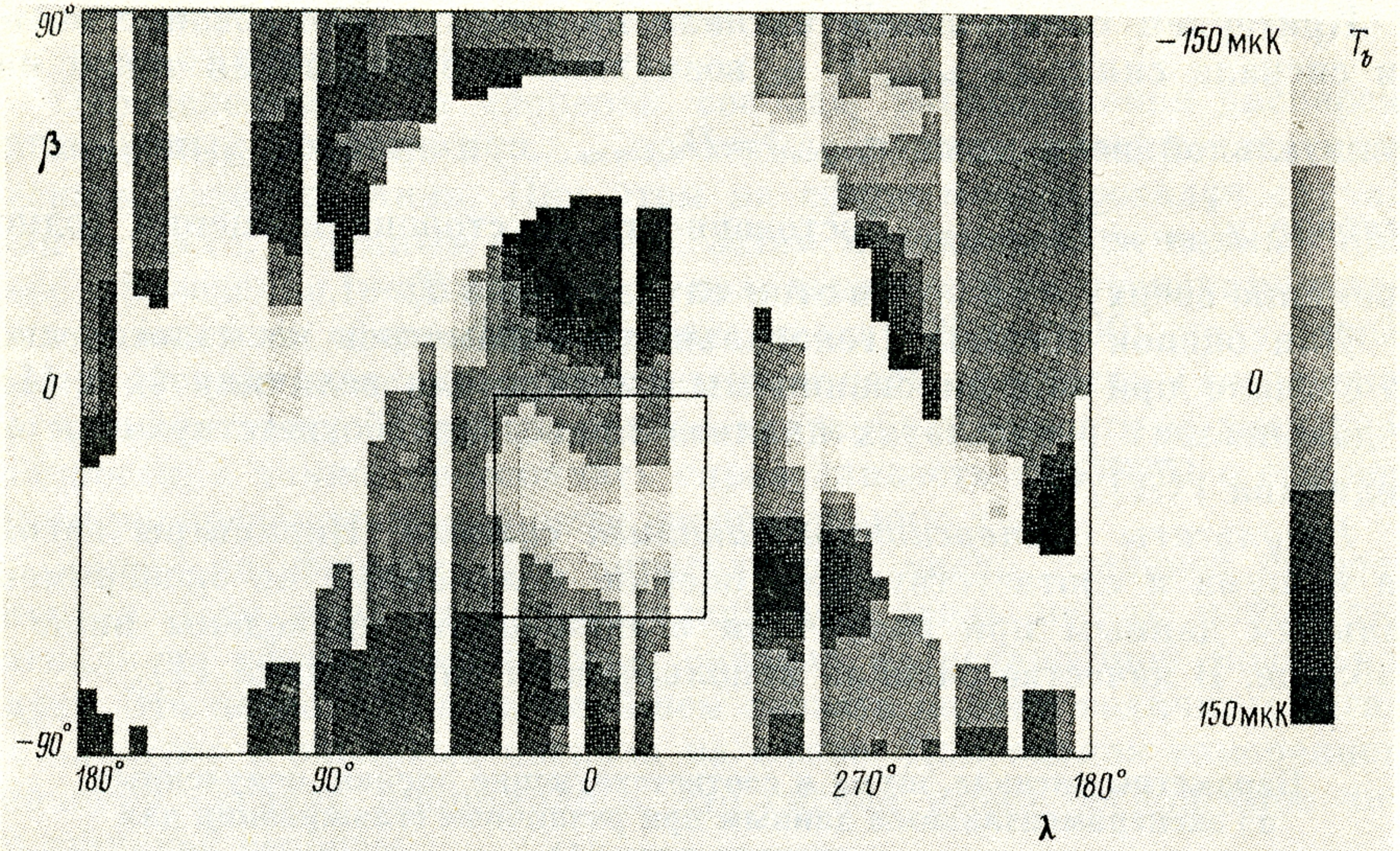
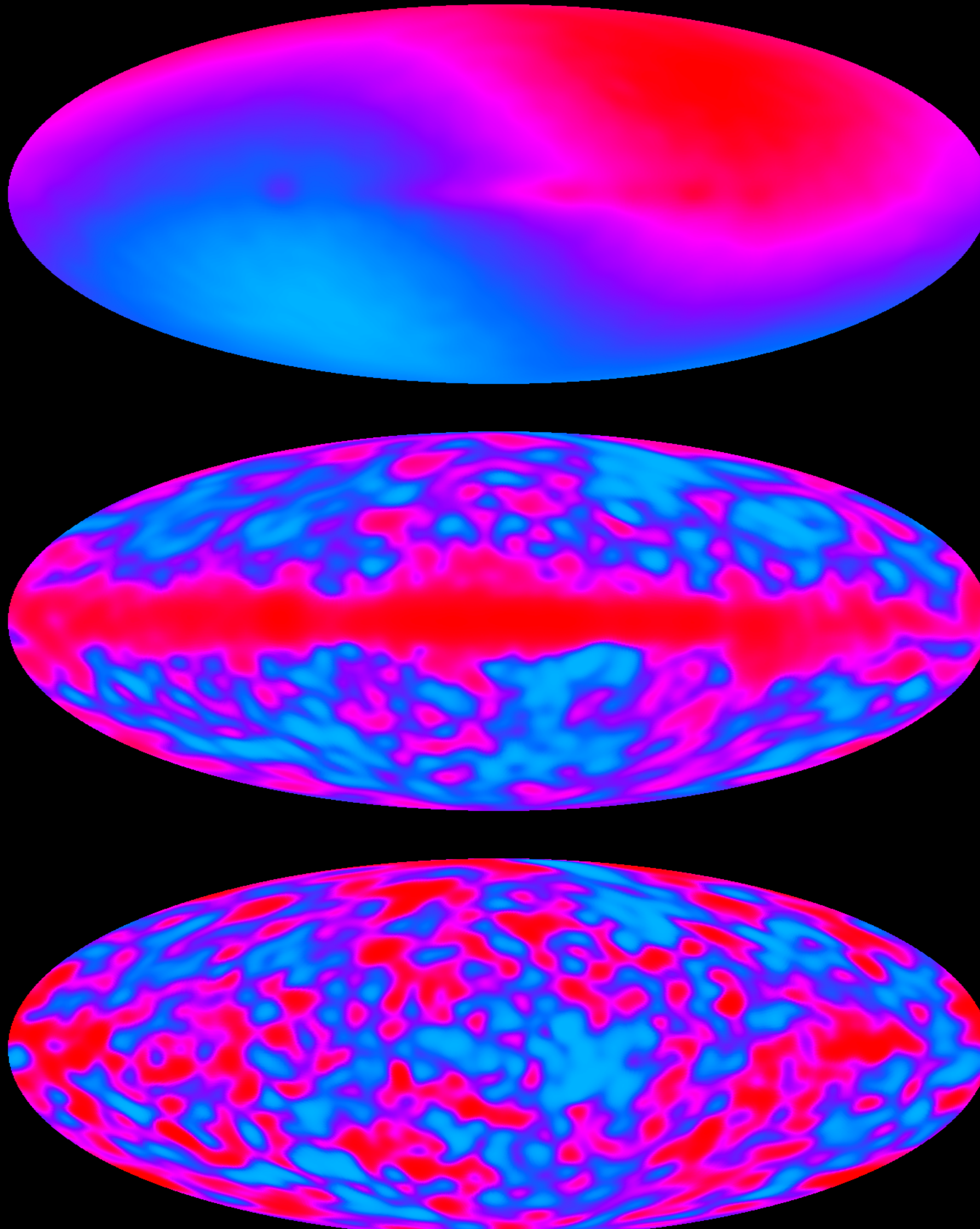
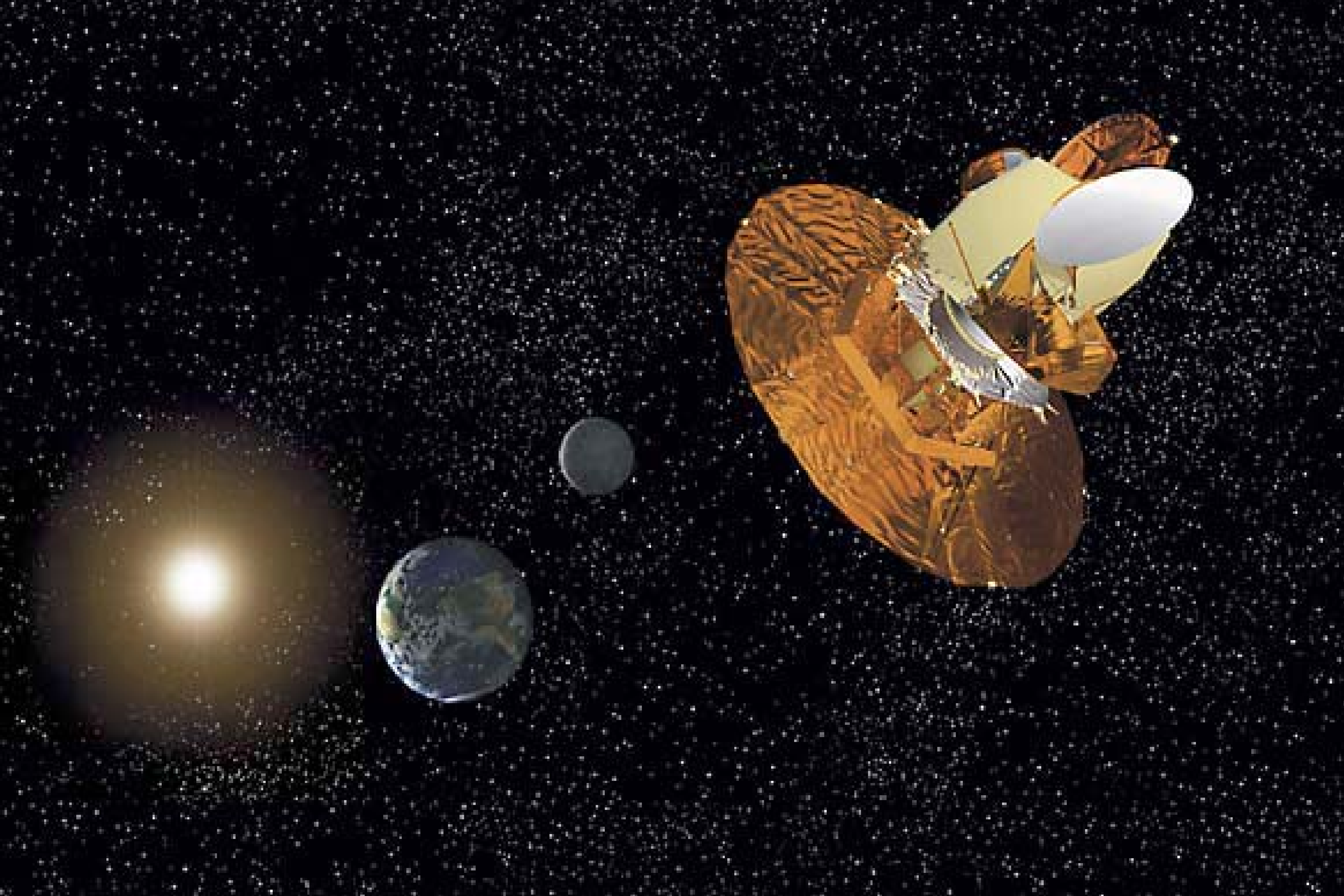


Fig. 14.— Maps of power spectrum modes $l = 2 - 8$ computed from full-sky fits to the ILC map, shown at top left. Many authors note peculiar patterns in the phase of these modes, and many claim that the behavior is inconsistent with Gaussian random-phase fluctuations, as predicted by inflation. For example, the $l = 5$ mode appears strikingly symmetric (a non-random distribution of power in m), while the $l = 2$ and 3 modes appear unusually aligned. The significance of these *a posteriori* observations is being actively debated. See §8 for a more detailed discussion.

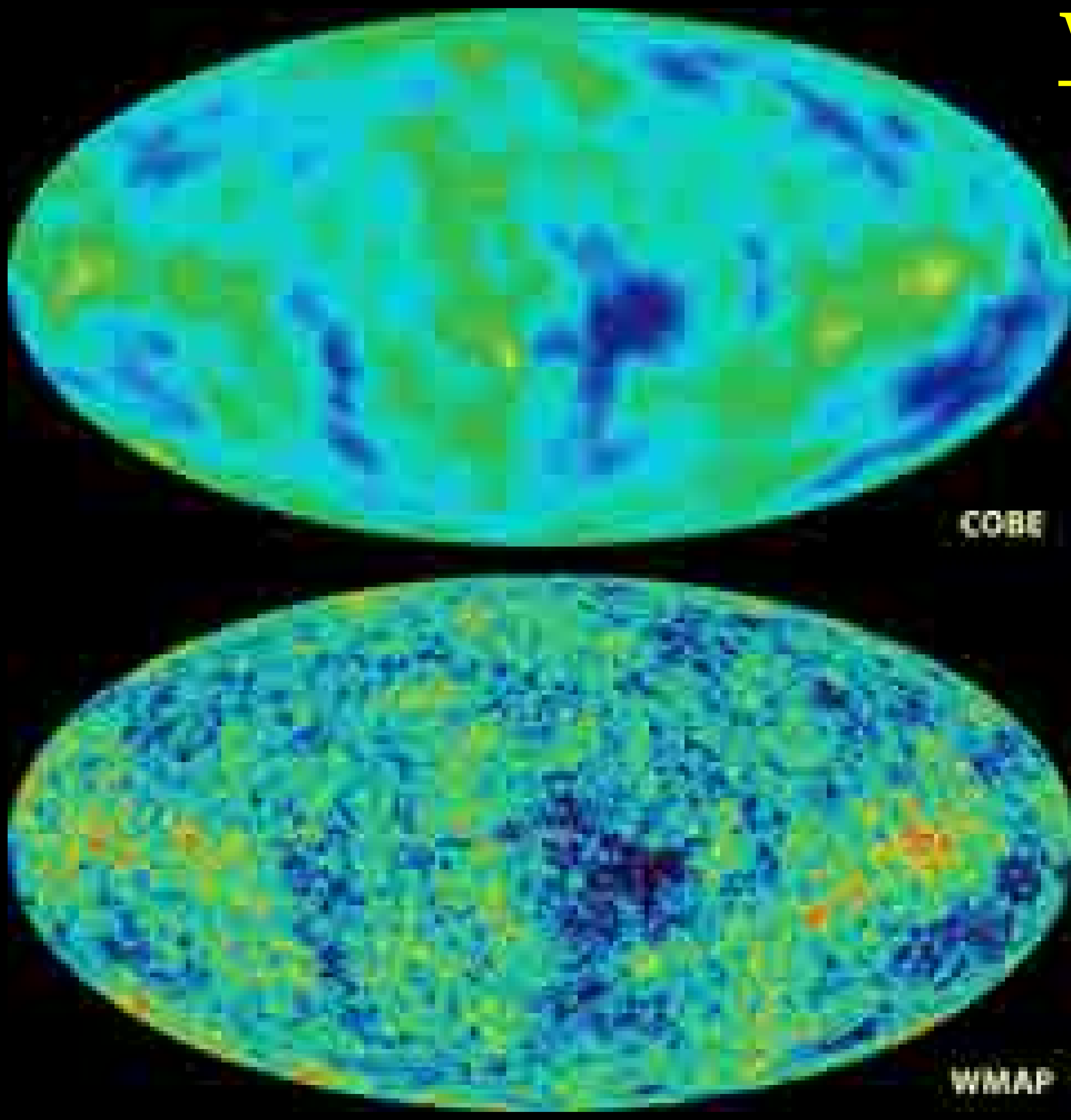

90°
β
0
−90°
180°
90°
0
270°
180°
λ
−150 мкК
T_b
0
150 мкК



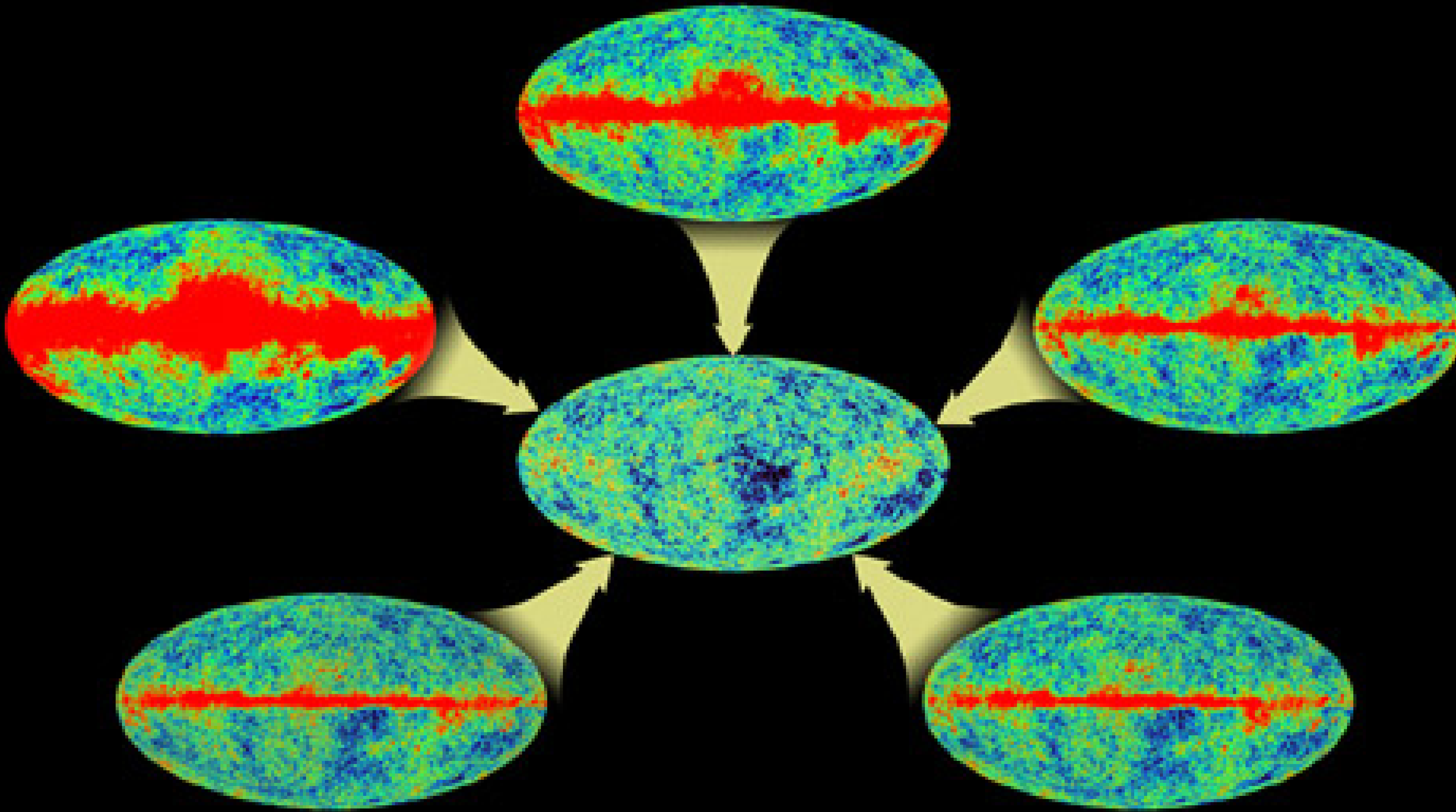
WMAP



WMAP



WMAP



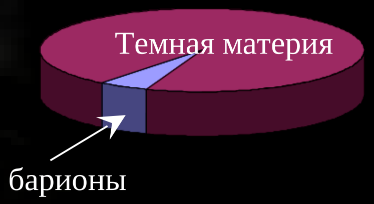
Что еще ?

Hubble Deep Field

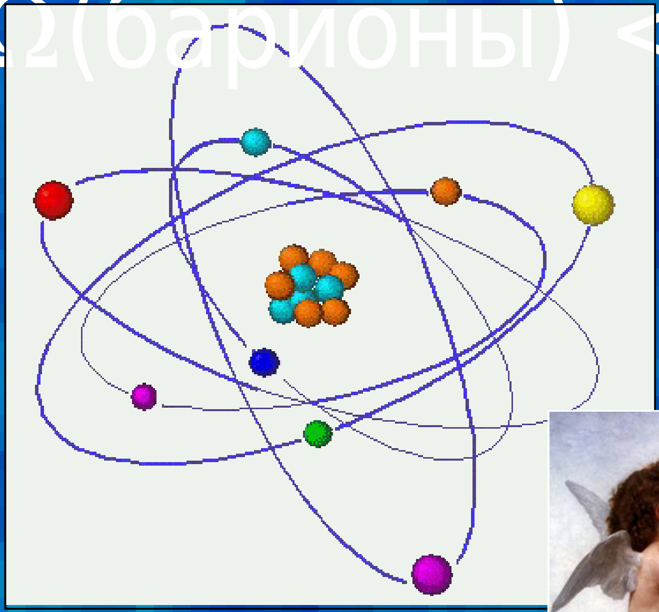
Вселенная состоит из материи неизвестного типа, которая имеет массу, но не излучает свет.

Поэтому она называется

Темная Материя ***(Dark Matter)***



В стандартной модели, Ω(барионы) < 0.05

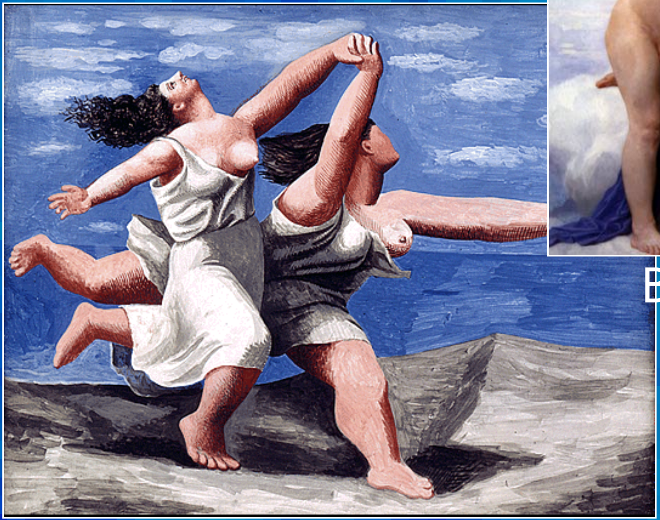


V.van Gogh

Biuquereau

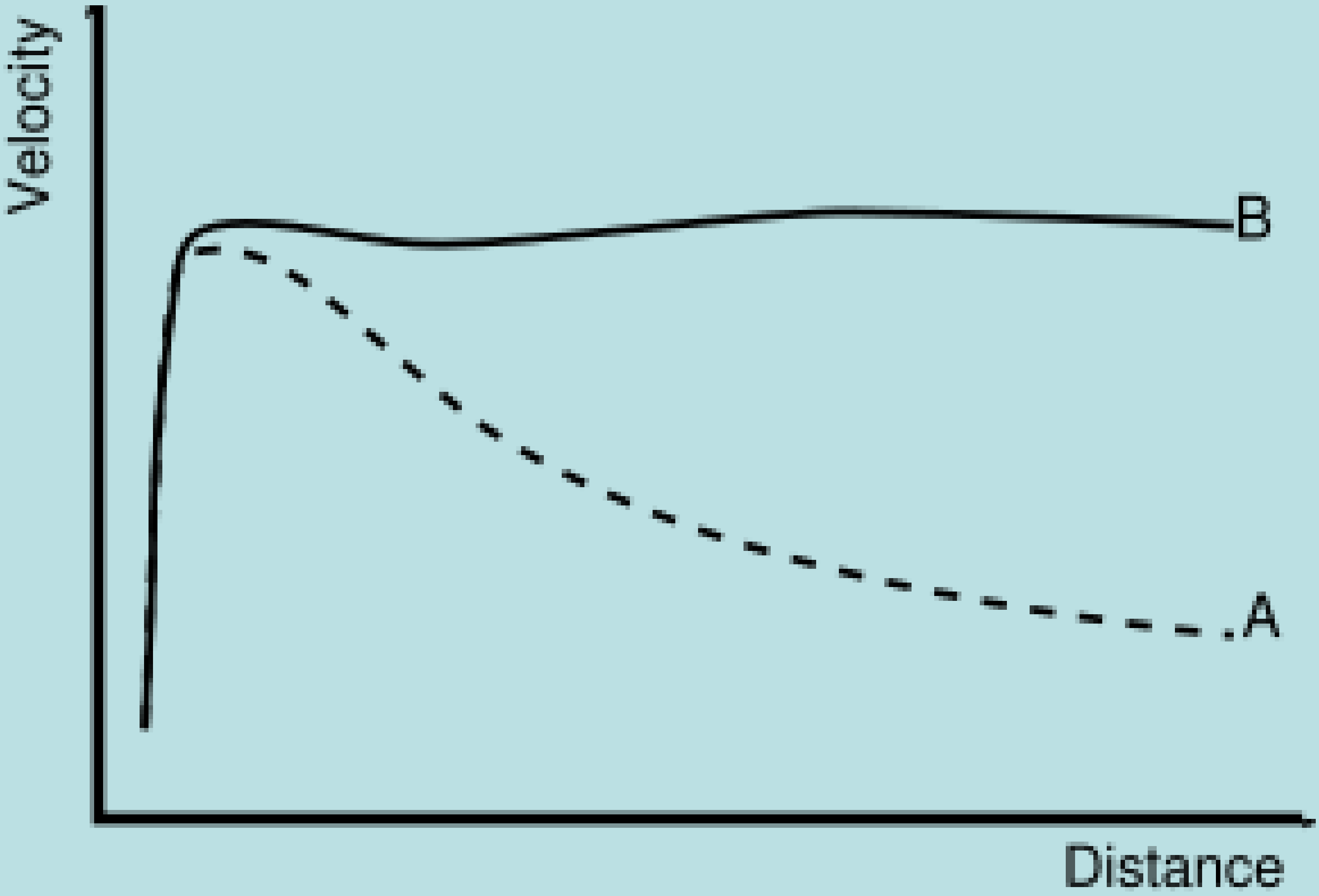
Зардарьян

Левитан

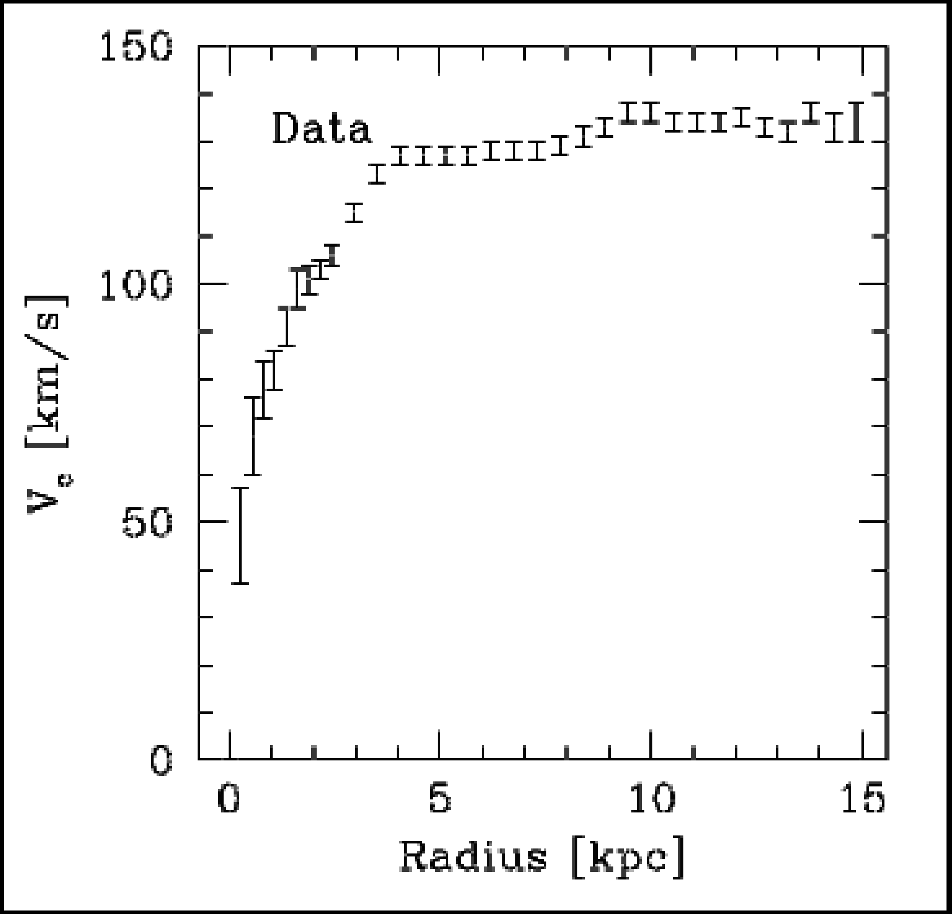


P.Picasso

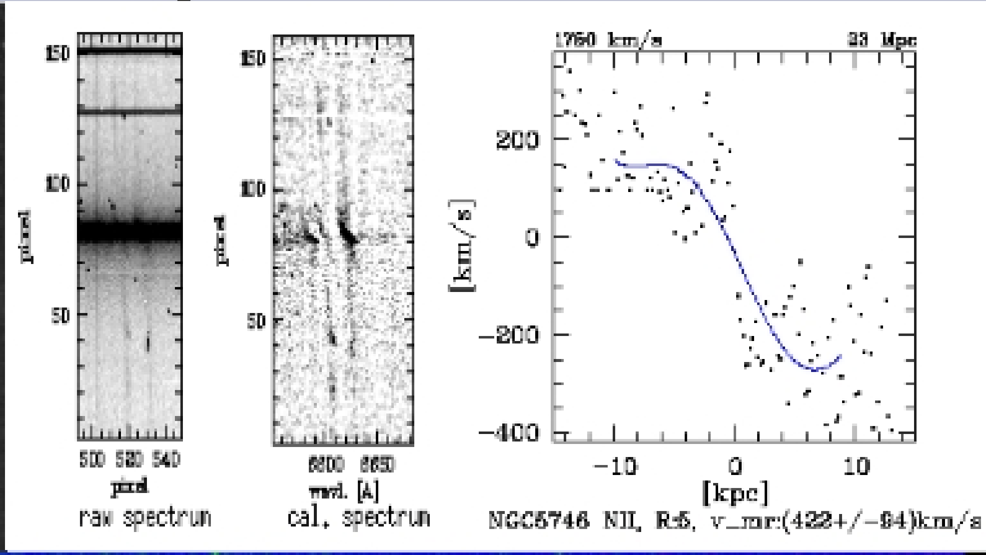
ну, и

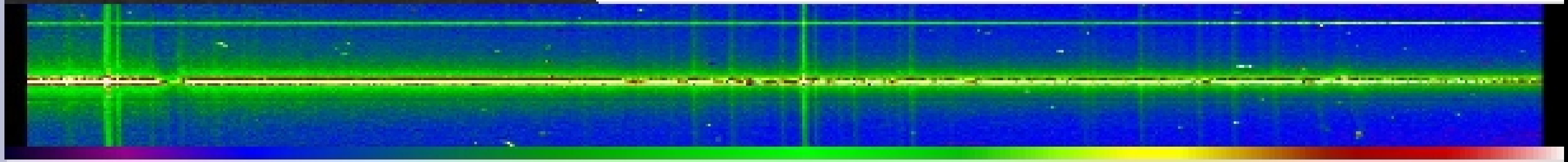

Velocity
B
A
Distance

Галактика NGC2403

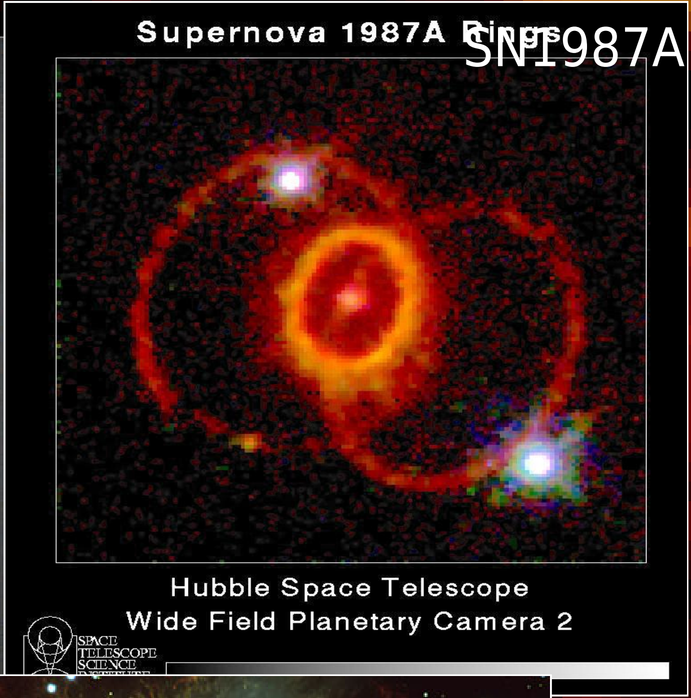


Rotation Curves of a Sample of Spiral Galaxies of the Southern Hemisphere





Based on results of the diploma thesis of Uwe W. Geiersbach
"Rotationskurven einer Sichprobe südlicher Spiralgalaxien"



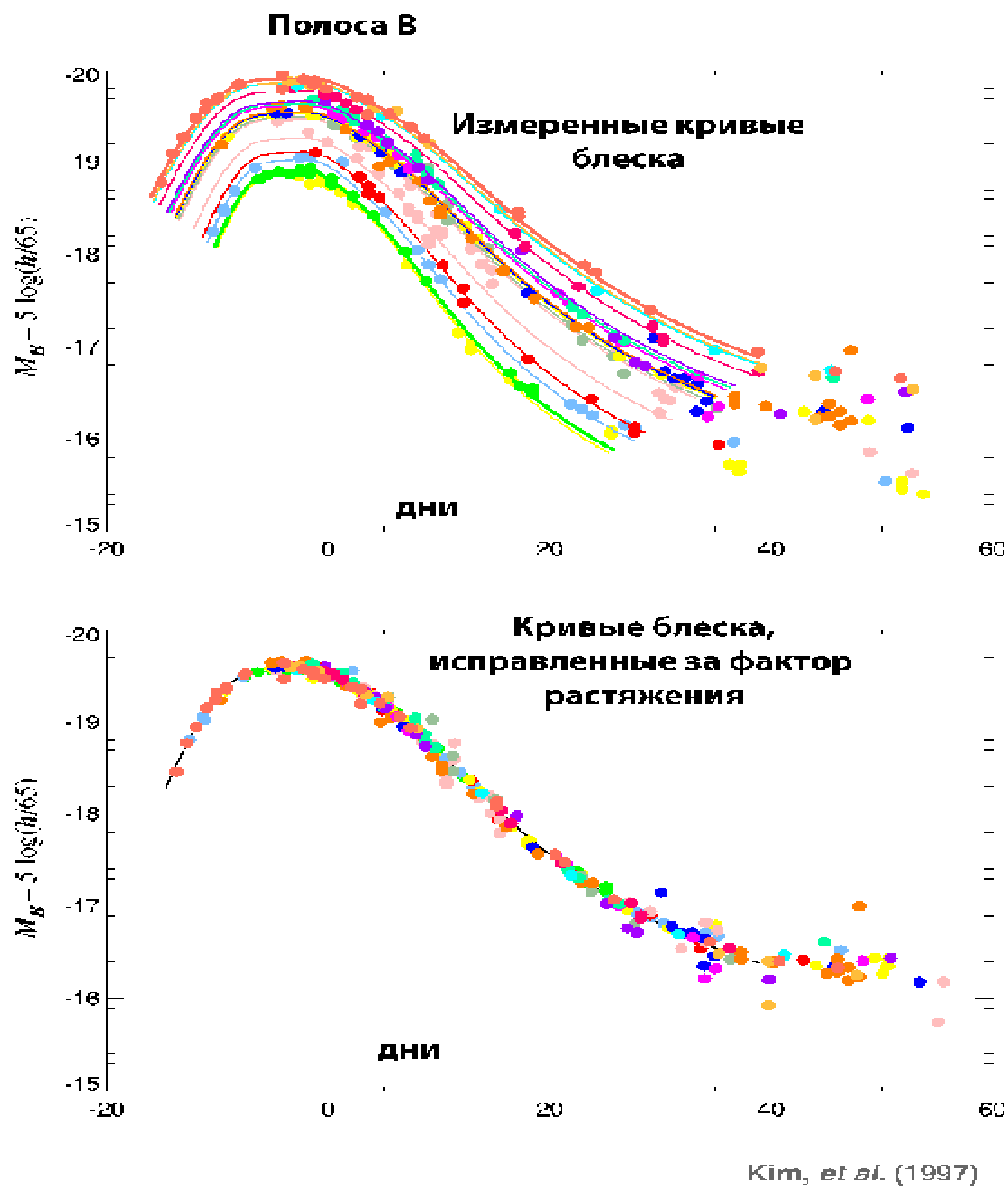
SN1987A

Сверхнова
я

астроном.

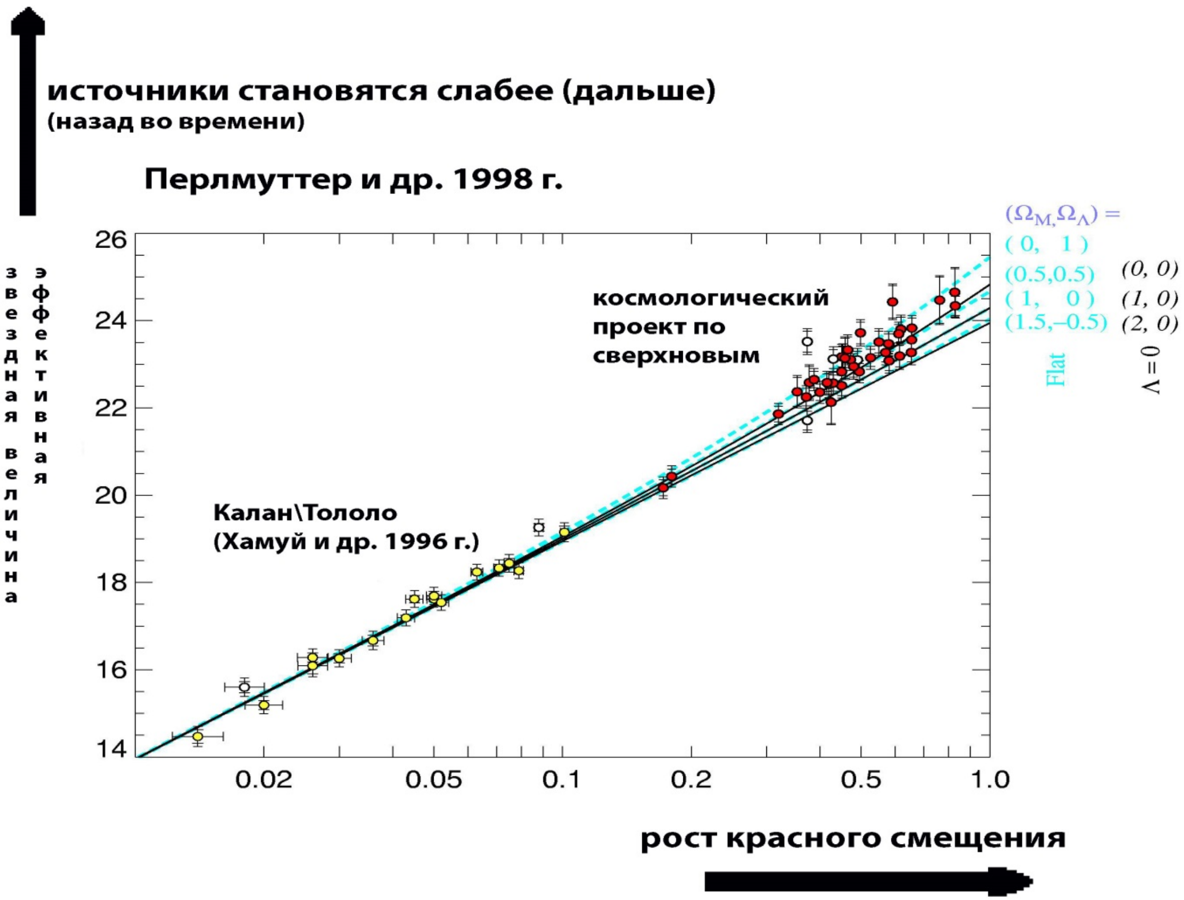
..

Крабовидная



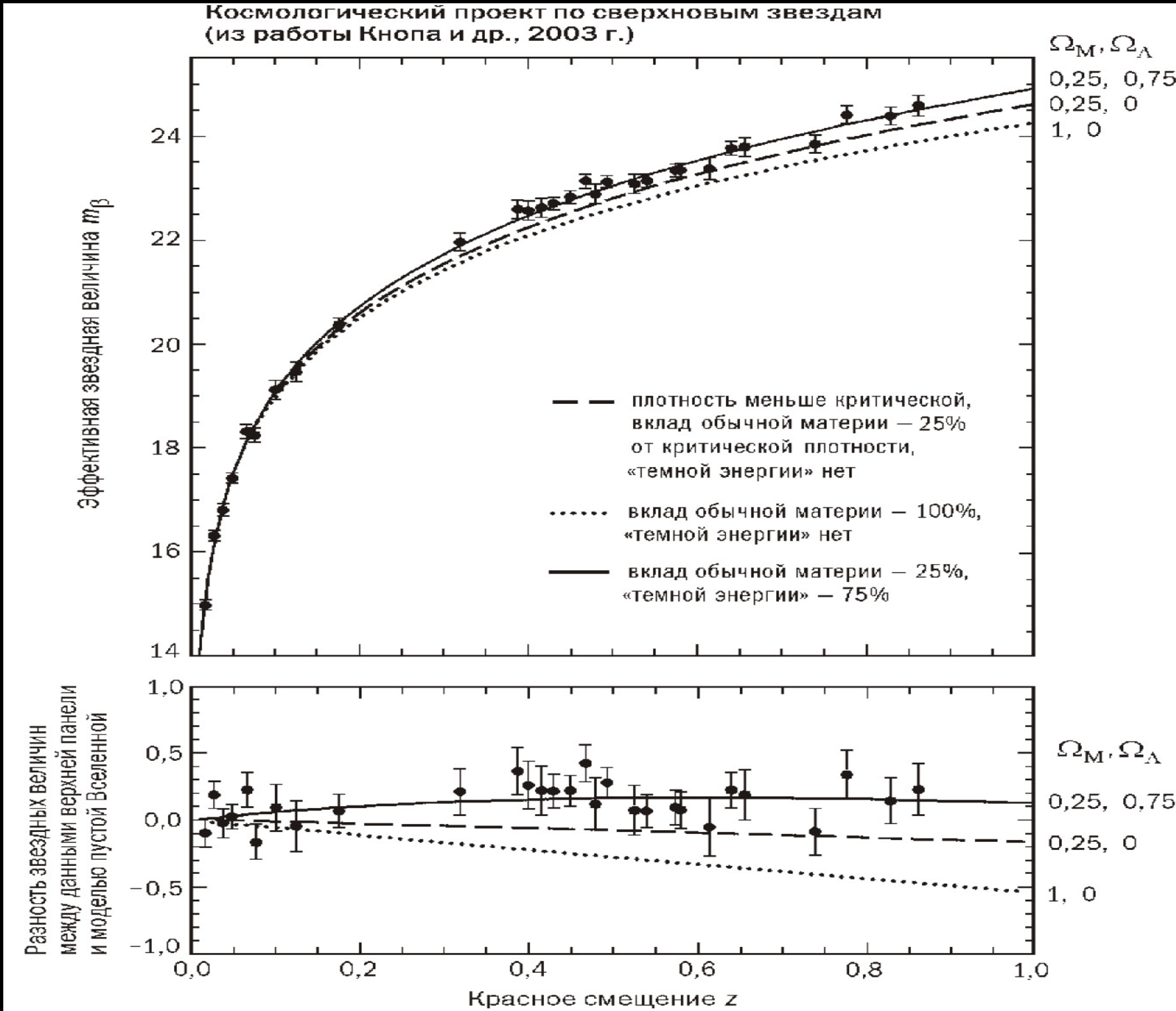
Полоса B
Измеренные кривые блеска
$M_B - 5\log(h/65)$
дни
-20
19
-18
-17
-16
-15
-20
0
20
40
60
Кривые блеска, исправленные за фактор растяжения
$M_B - 5\log(h/65)$
дни
-20
-19
-18
-17
-16
-15
-20
0
20
40
60
Kim, *et al.* (1997)

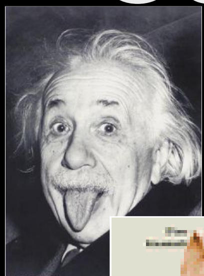
Диаграмма Хаббла для близких звезд



плотность материи
в плоской Вселенной:

$$\Omega_M = 0.28\ [\pm\ 0.085\ \text{statistical}]\ [\pm\ 0.05\ \text{systematic}]$$


Космологический проект по сверхновым звездам
(из работы Кнопа и др., 2003 г.)
Ω_M, Ω_Λ
0,25, 0,75
0,25, 0
1, 0
Эффективная звездная величина m_β
24
22
20
18
16
14
плотность меньше критической, вклад обычной материи — 25% от критической плотности, «темной энергии» нет
вклад обычной материи — 100%, «темной энергии» нет
вклад обычной материи — 25%, «темной энергии» — 75%
Разность звездных величин между данными верхней панели и моделью пустой Вселенной
1,0
0,5
0,0
−0,5
−1,0
0,0
0,2
0,4
0,6
0,8
1,0
Красное смещение z



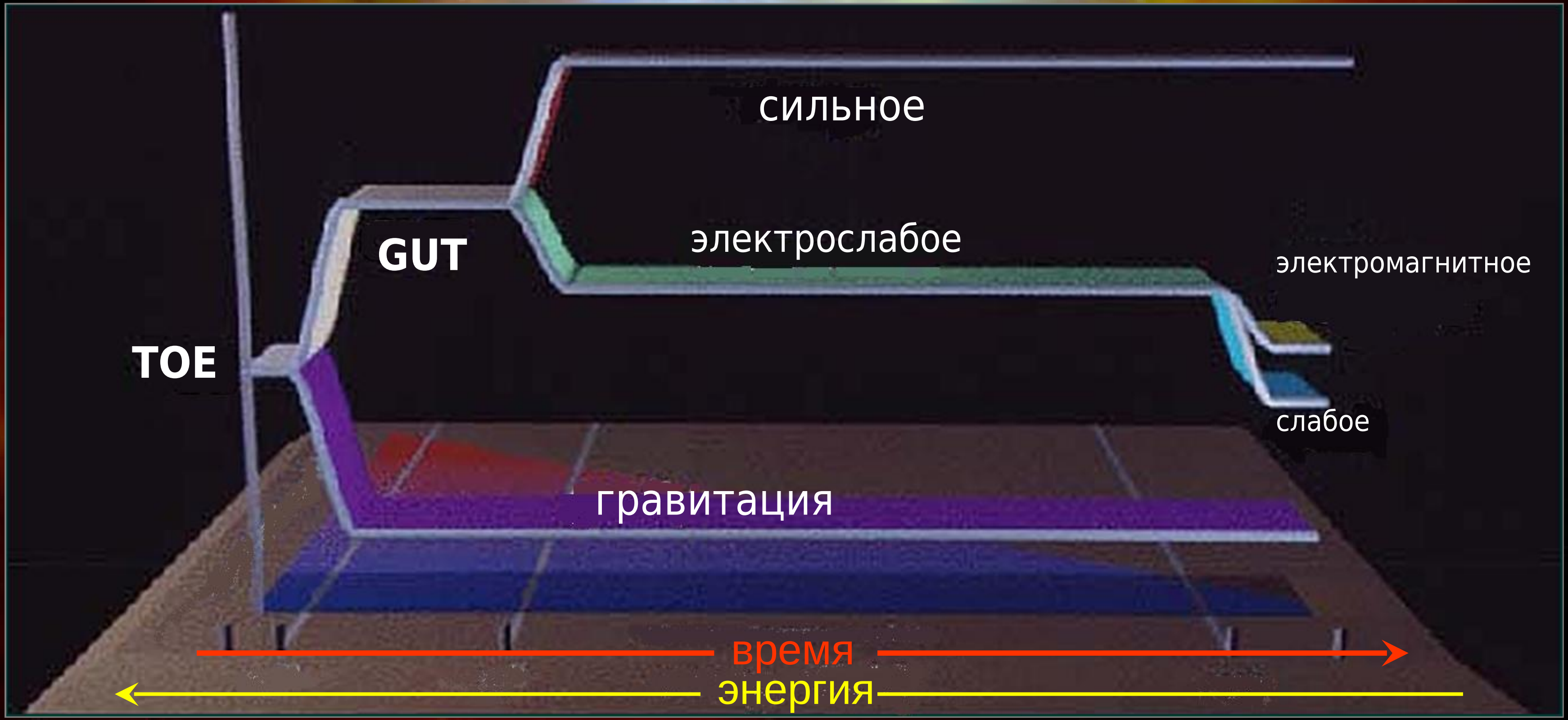
Сейчас астрономы думают, что существует

Темная энергия (*Dark Energy*),

которая имеет природу подобную субстанции, вызвавшей инфляцию через 10^{-35} с после Большого Взрыва

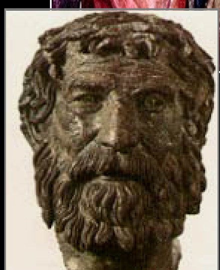
Новая физика

Четыре силы объединяются при высокой энергии



Gian Battista Vico

вчера



земля
вода
огонь
воздух

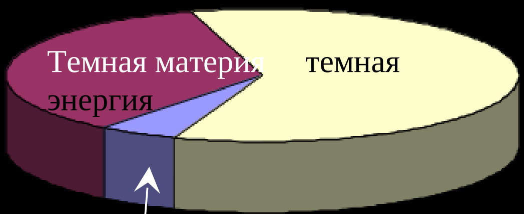
\+ квинтэссенция

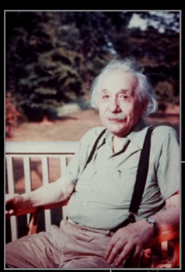
Aristotele

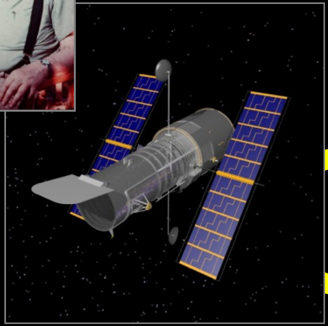
(384-322 a.C.)

pedocle

(495-435 a.C.)







сейчас

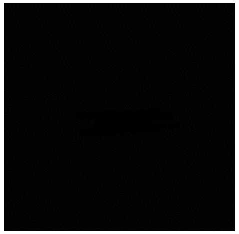
Барионная материя

темная материя

\+ темная энергия или *квинтэссенция*

Michelangelo Buonarroti: Creazione del Sole (1508-1514), Cappella Sistina

Вселенная родилась 13,7 лет назад, с “Большого Взрыва”, из сингулярного состояния



после 0,0000000000000000000000000000001 сек от температура была 10 миллиардов миллиардов градусов

Сейчас

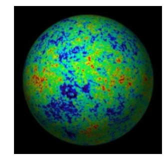
Большой
Взры

?

Антропный Принцип

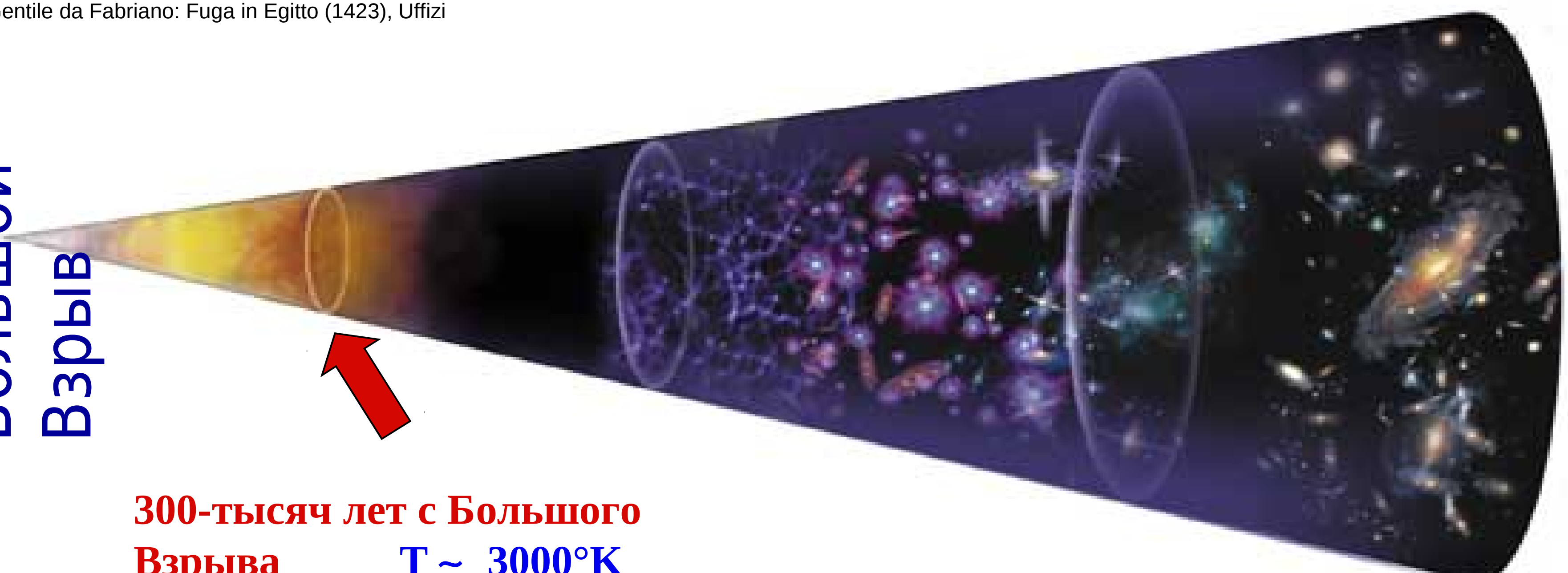
Gentile da Fabriano: Fuga in Egitto (1423), Uffizi

Когда Вселенная имела возраст 300 тысяч лет (***это соответствует одному дню, если мы будем сравнивать Вселенную с человеком 80 летнего возраста***) образовались флуктуации реликта наблюдавшиеся Relict, COBE, BOOMERANG e WMAP.



Сейчас

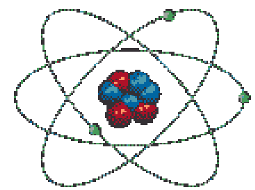
Большой Взрыв



300-тысяч лет с Большого Взрыва **T ~ 3000°K**

Jaques-Louis Davis: Le Sabine (1799), Louvre

Когда Вселенная имела возраст 200 миллионов лет ***(13 месяцев жизни в нашем сравнении)*** родились первые звезды.

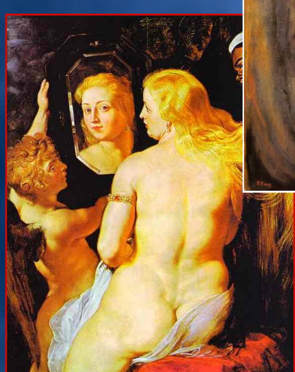


Сейчас

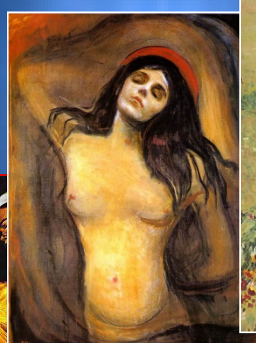
Большой Взрыв

200-миллионов лет с Большого Взрыва

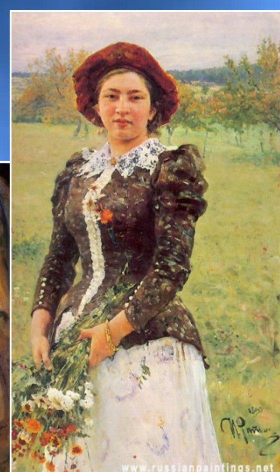
Мы дети этих звезд!



P.P. Rubens: *Venus*

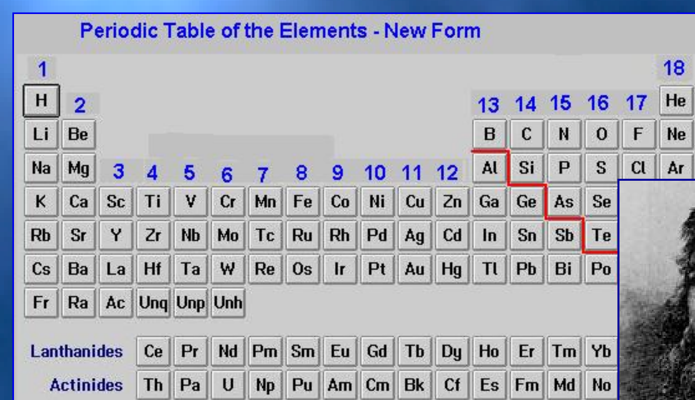


E. Munch:
Madonna



Репин

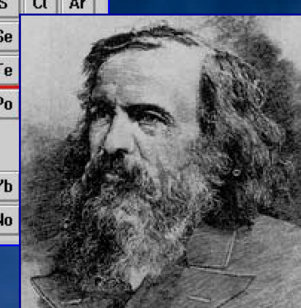
Весна



Periodic Table of the Elements - New Form

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se		
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te		
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po		
Fr	Ra	Ac	Unq	Unp	Unh												

Lanthanides	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
Actinides	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No



Дмитрий Менделеев
(1835-1907)

Diego Velasquez: Las Meninas (1656), Prado

Через миллиард лет ***(6 лет в нашем примере)*** родились галактики – системы с типичной массой 100 миллиардов масс Солнца

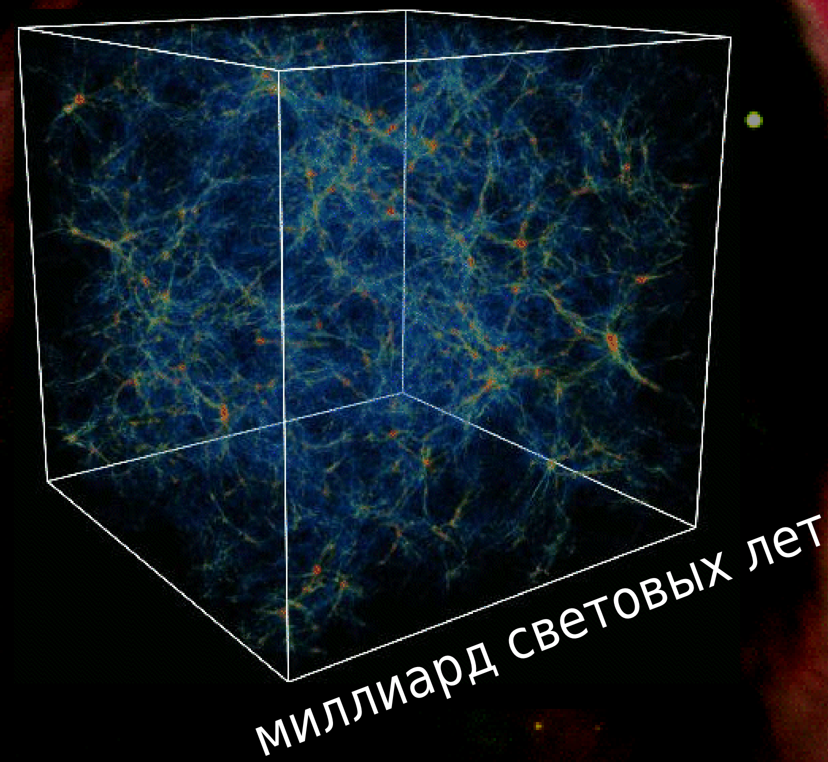
Сегодня

Большой Взрыв

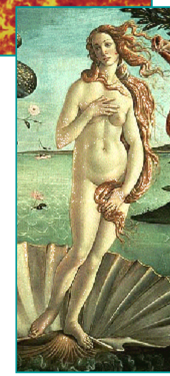
1 миллиард лет с Большого Взрыва

Формирование крупномасштабной структуры Вселенной , рождение галактик

Красное смещение: уменьшается от прошлого к настоящему



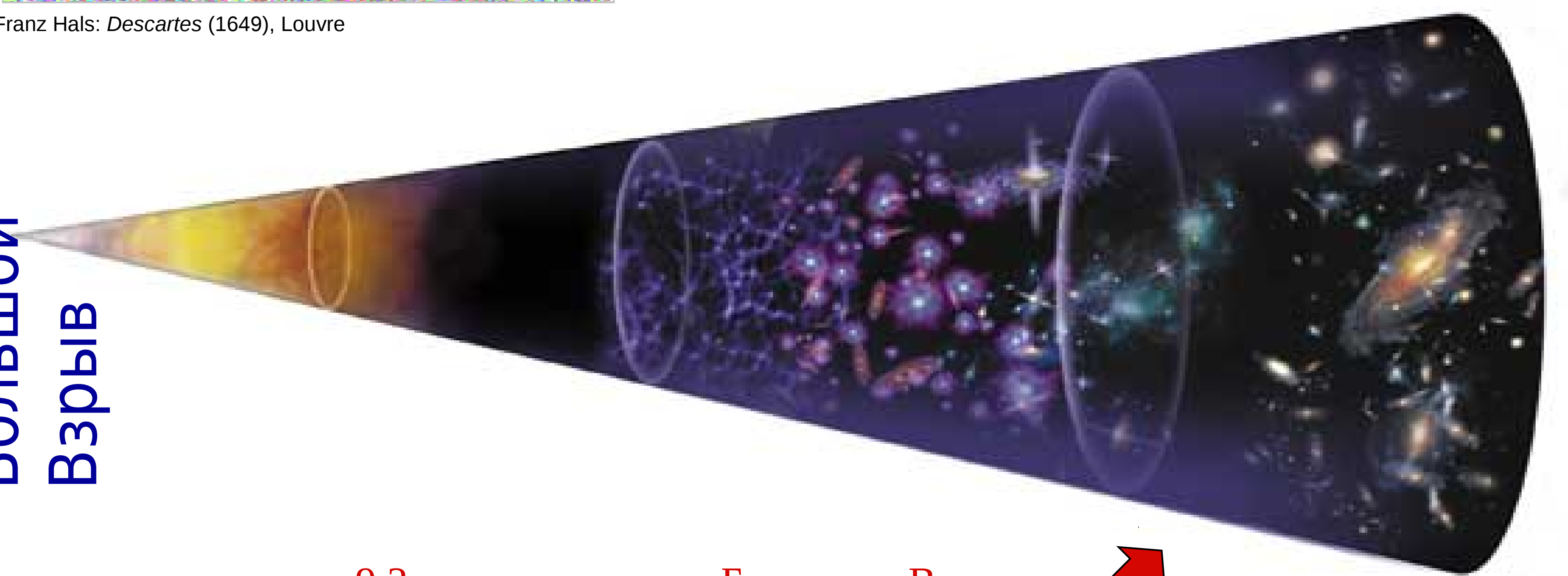
Franz Hals: *Descartes* (1649), Louvre



•Когда Вселенной было 9 миллиардов лет ***(53 года по нашему летоисчислению)*** в галактике называемой Млечный Путь родилось Солнце и его планетная система, в которой была Земля. Потом на Земле родилась жизнь

Сейчас

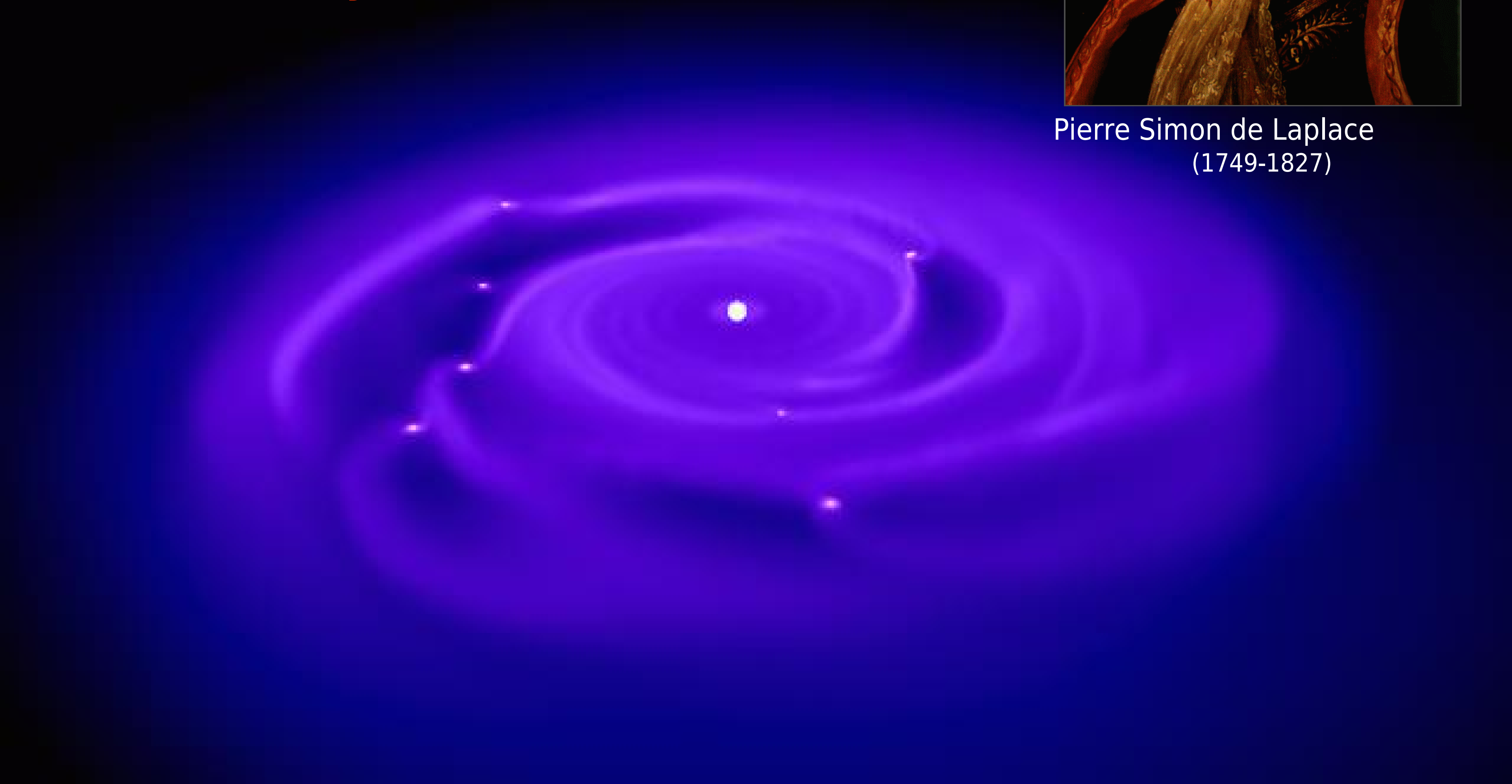
Большой Взрыв

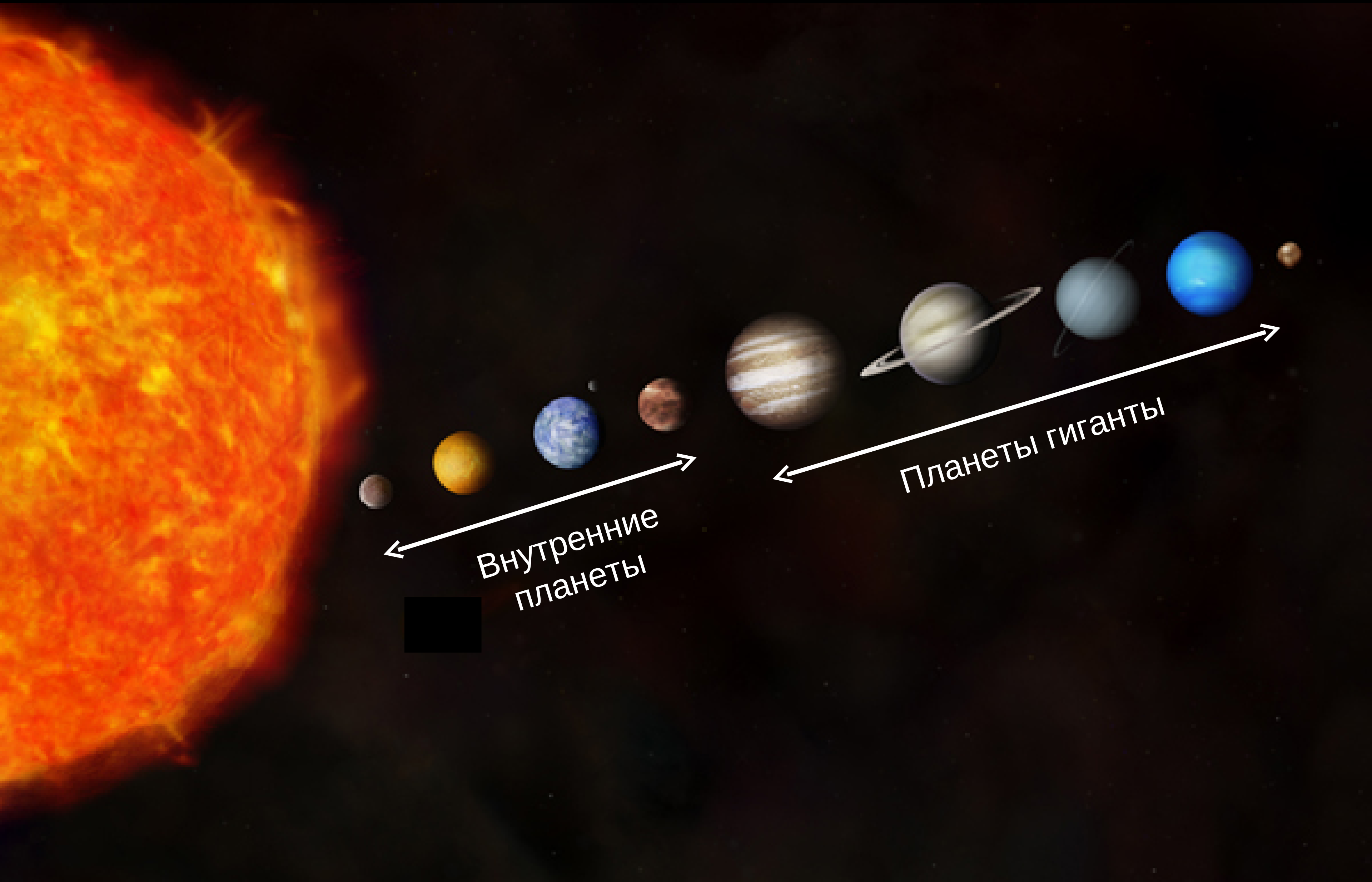


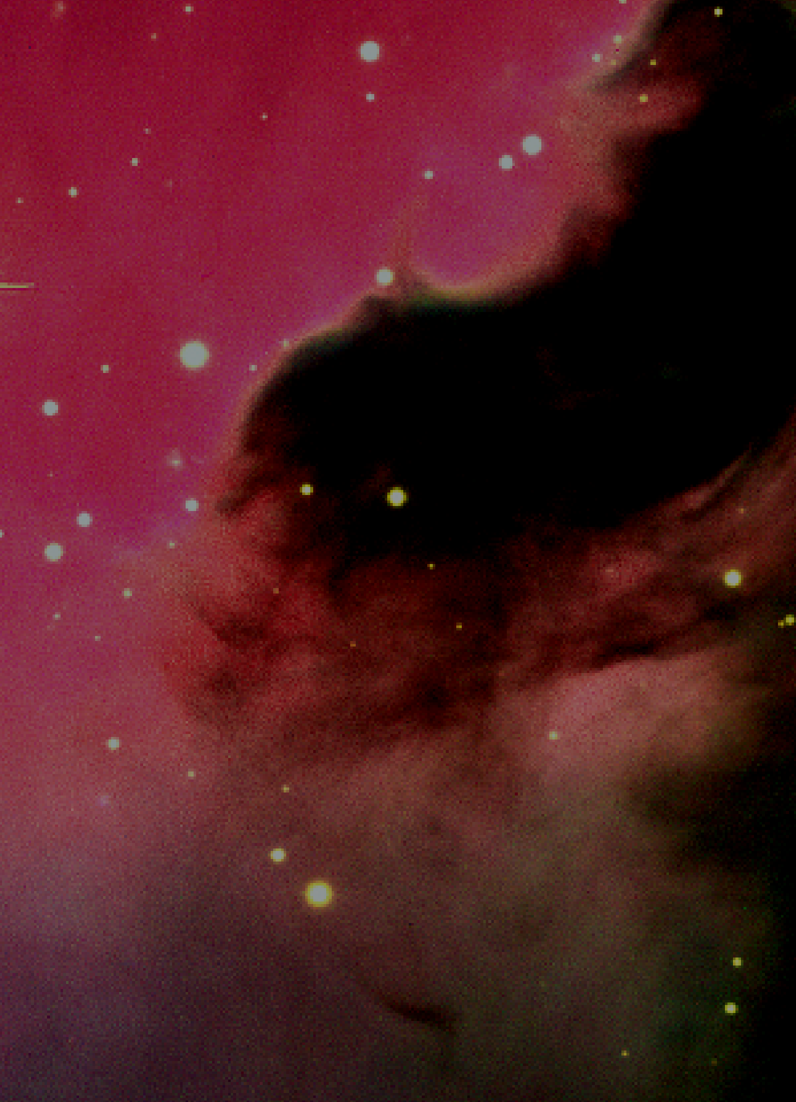
9,2 миллиарда лет с Большого Взрыва

Солнечная система родилась из-за гравитационной неустойчивости газово-пылевой туманности.

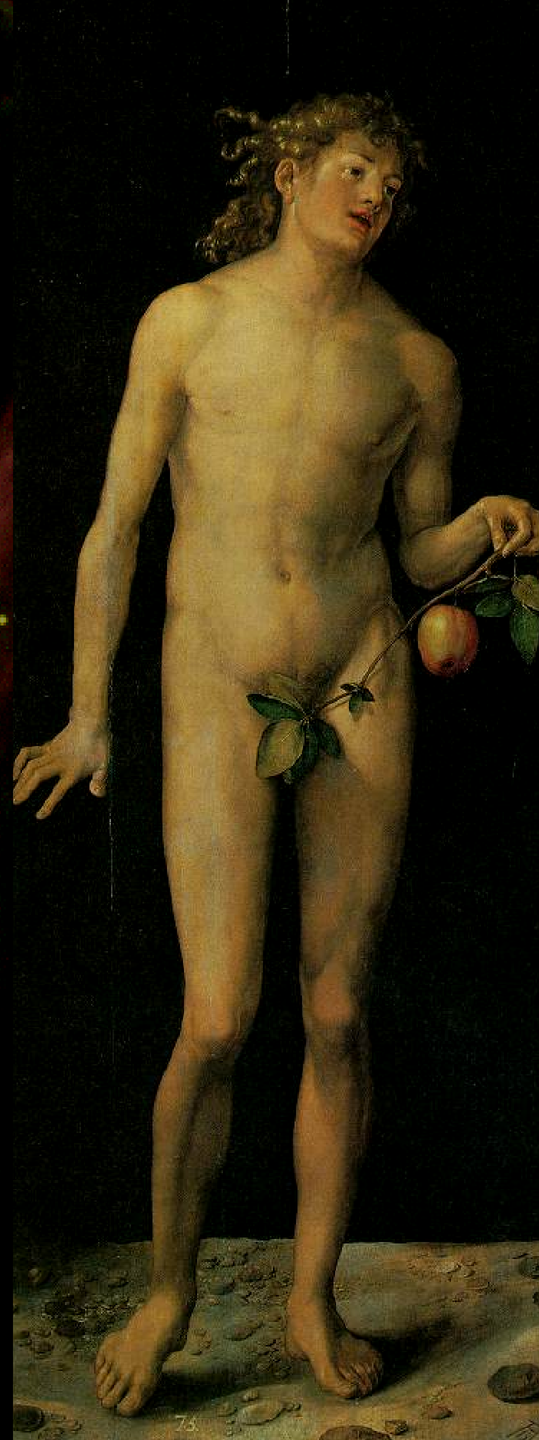
Pierre Simon de Laplace
(1749-1827)



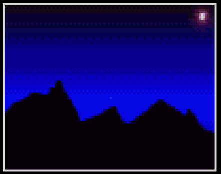

Внутренние
планеты
Планеты гиганты

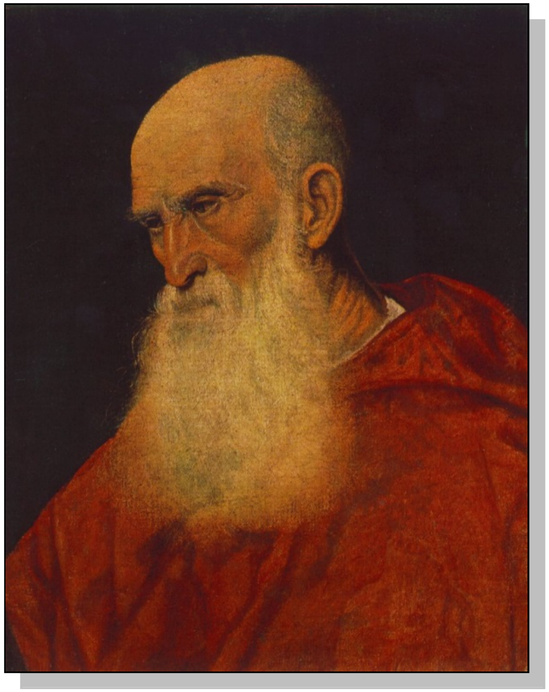


Рождение жизни на



65 миллионов лет назад,
Мексиканский залив
.....



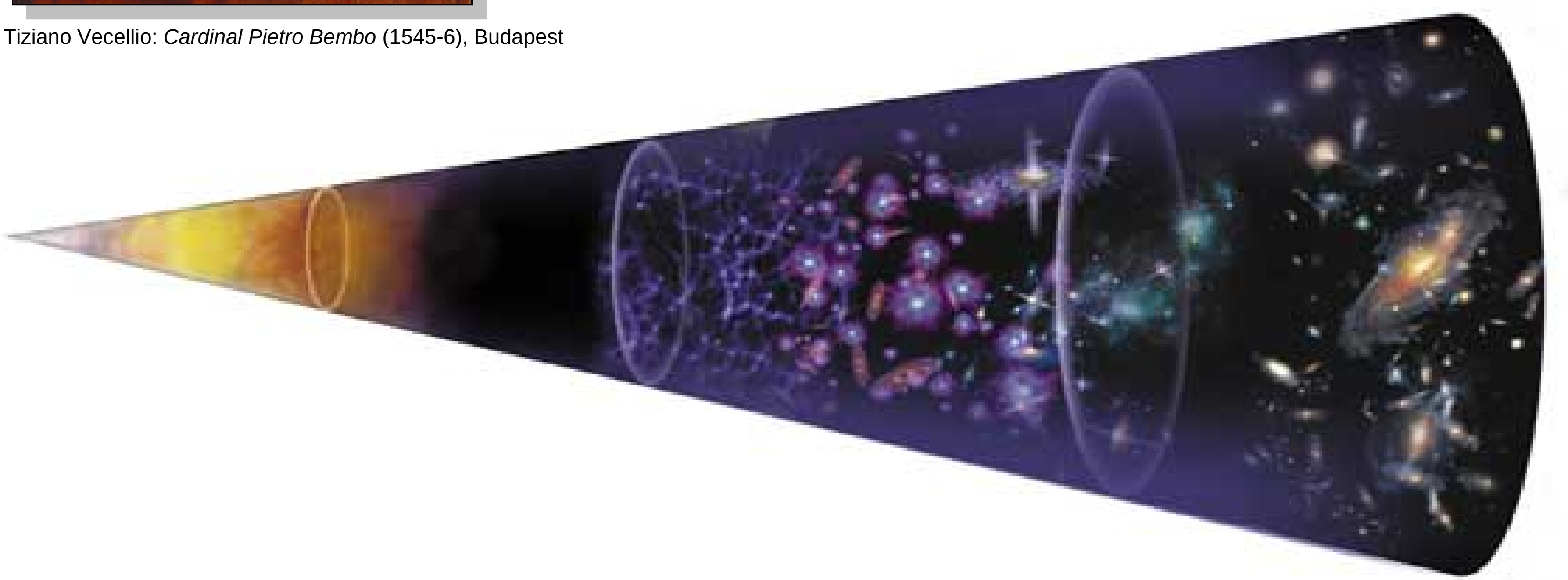


Tiziano Vecellio: *Cardinal Pietro Bembo* (1545-6), Budapest

Сейчас возраст Вселенной13,7 миллиардов лет ***(80 лет)***.

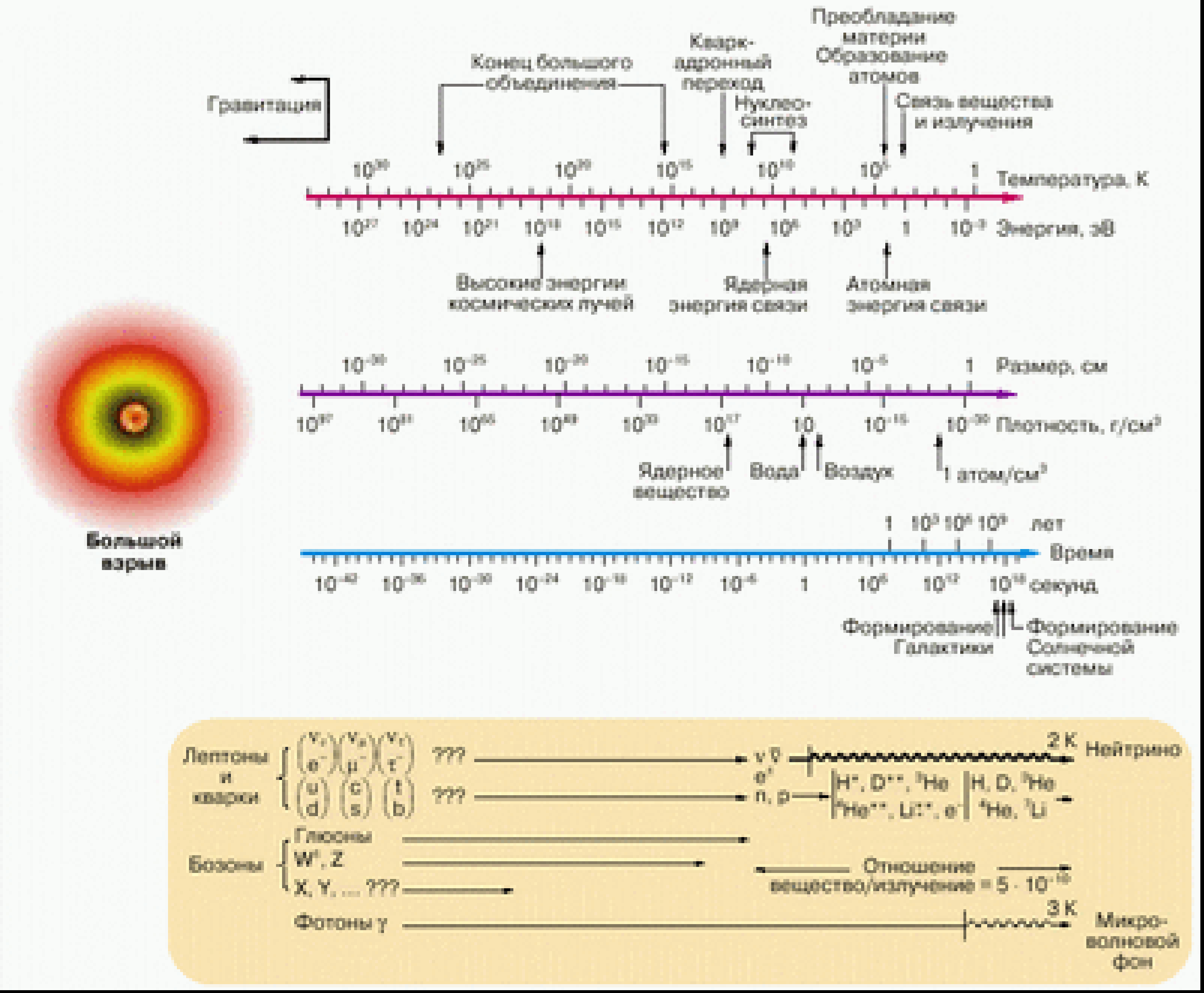
Сейчас

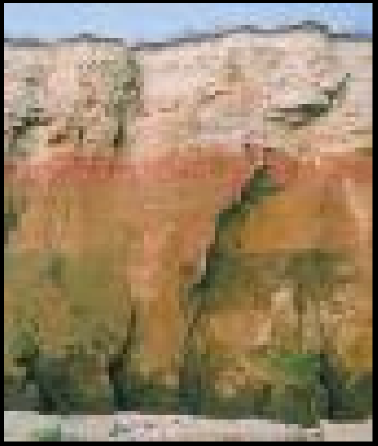
Большой Взрыв



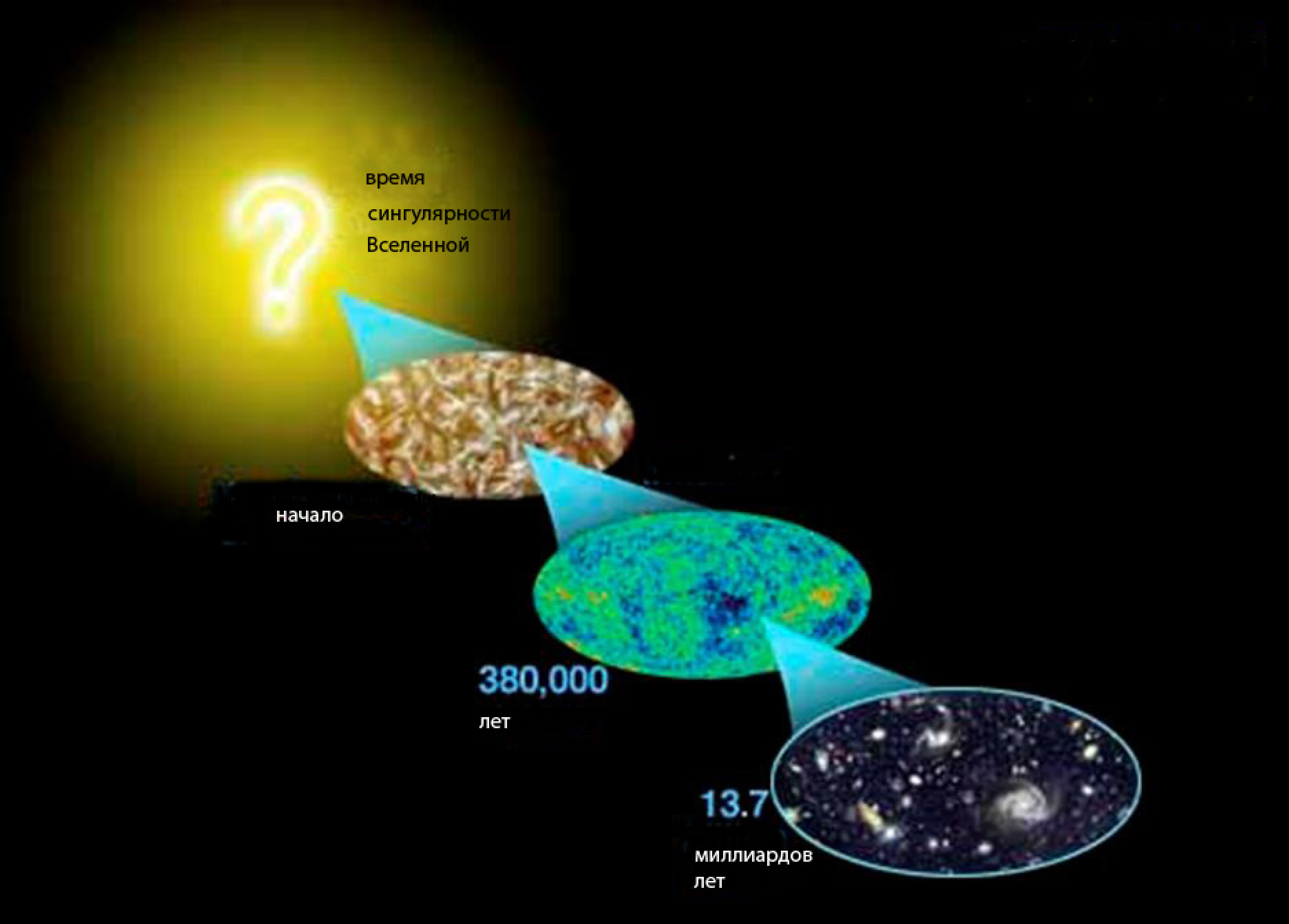
Sidney Harris

Откуда, черт возьми, это

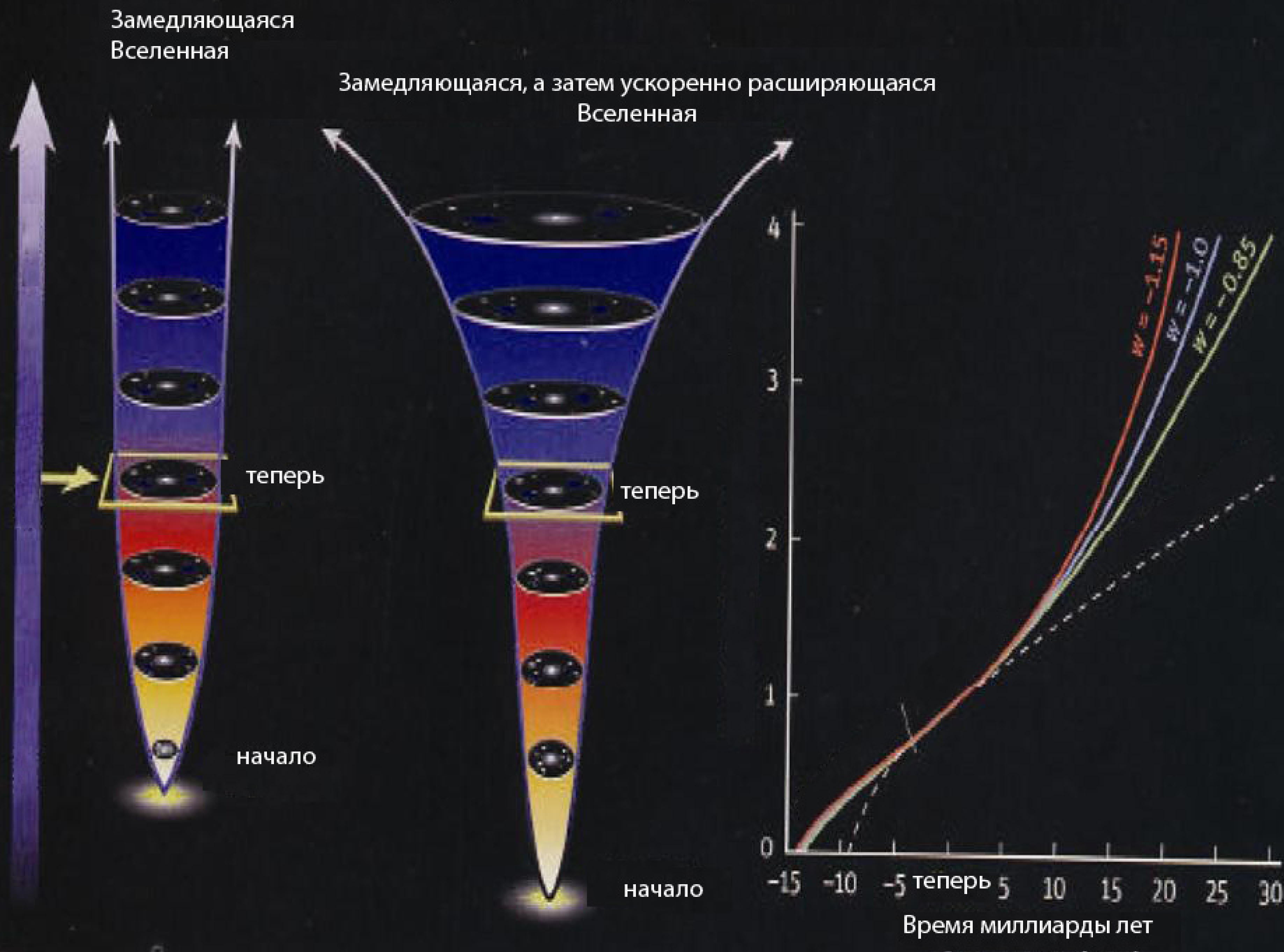


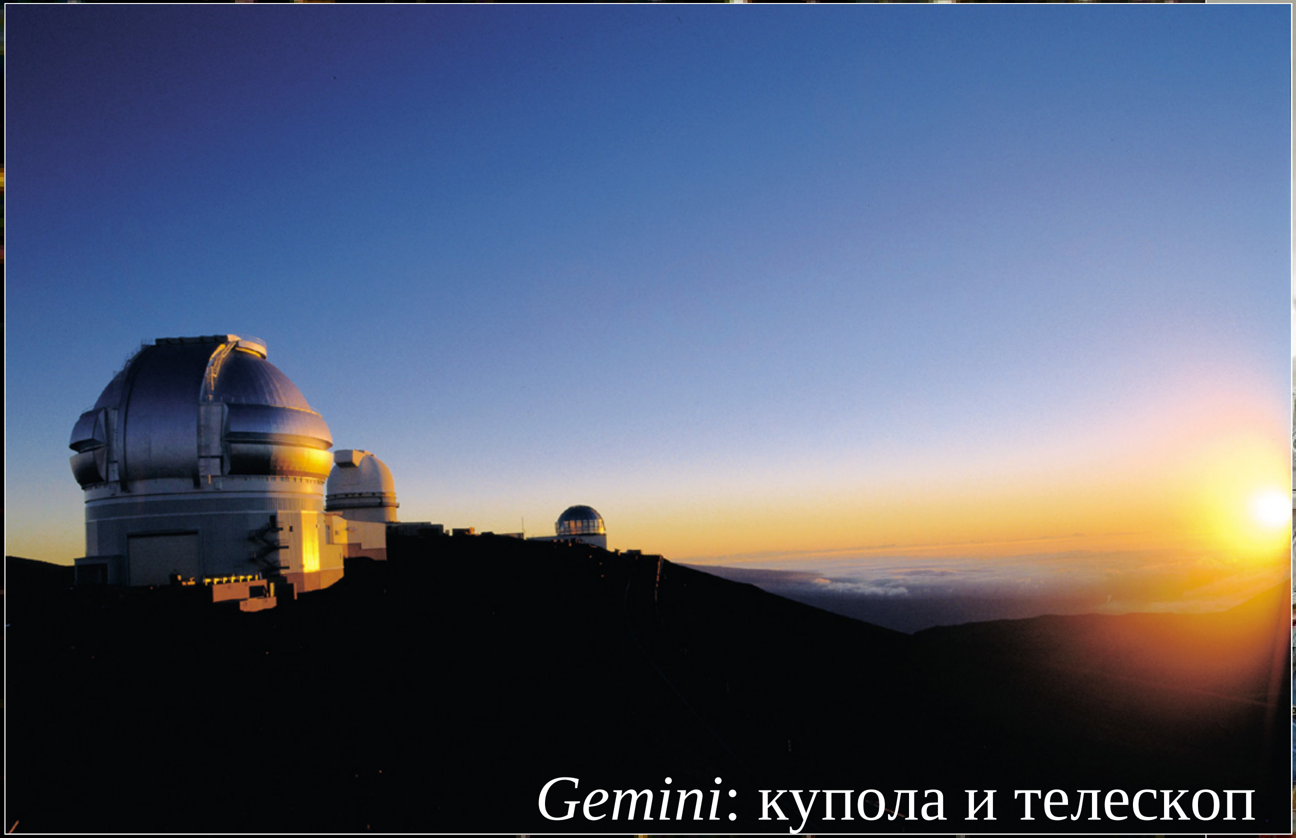


Смена эпох во Вселенной


время
сингулярности
Вселенной
начало
380,000
лет
13.7
миллиардов
лет

Модель расширяющейся Вселенной

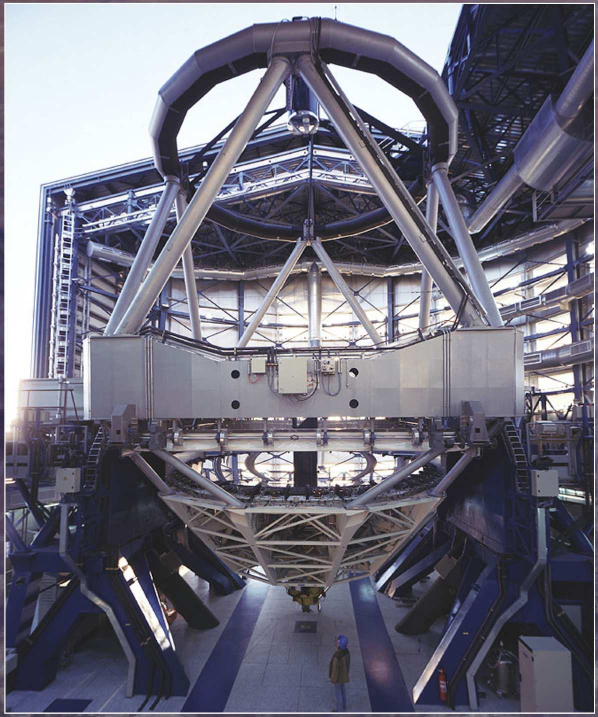




Gemini: купола и телескоп

Mauna Kea, Гаваий, США

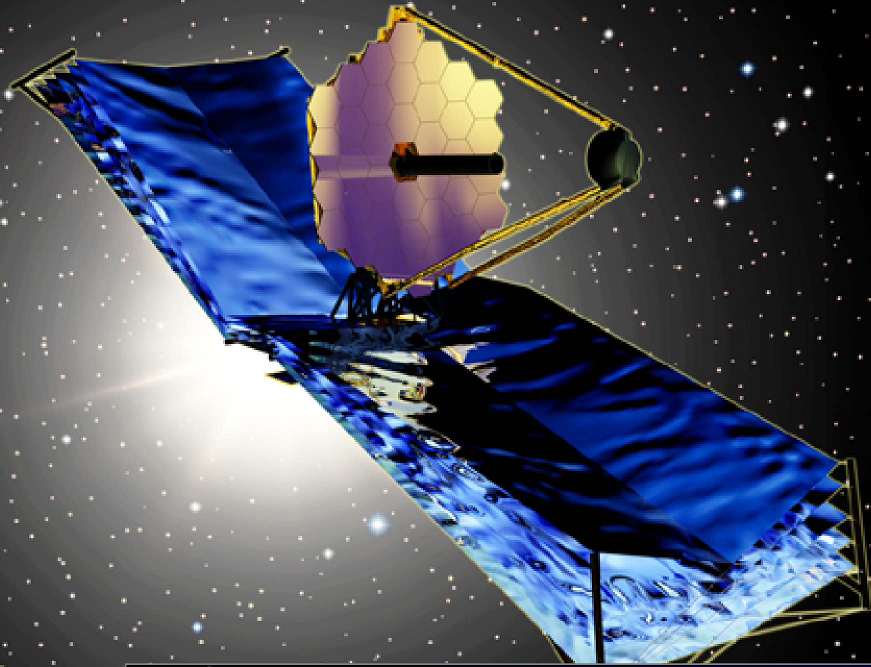
European Southern Observatory на плато Paranal (2600 м), Чили, купола VLT: 4 телескопа с диаметром 8,2 м

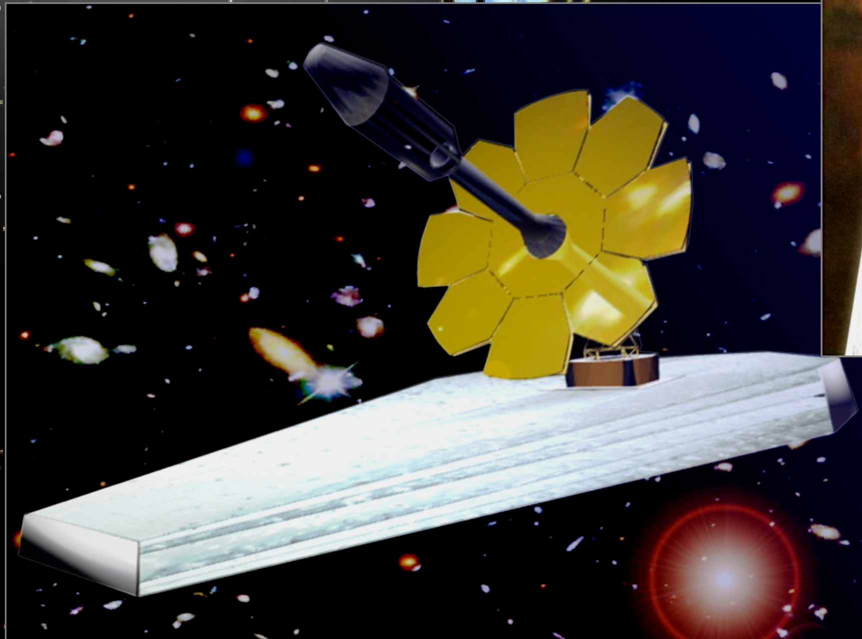


VLA: радиоинтерферометр в Socorro, New Mexico


Зельдович
Шакура, Сюняев
Аккреционный диск вращающийся вокруг Крабовидной туманности
Chandra X-ray Observatory
Chandra
HST

Будущий космический телескоп: **JWST**





E-ELT: телескоп с эквивалентным диаметром 40 метров