

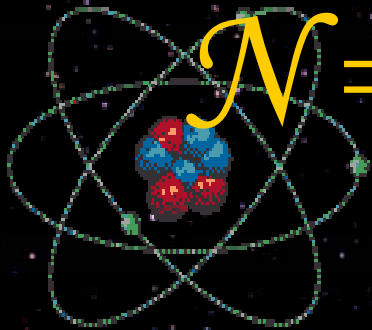
Вселенная в целом

М.В.Сажин,

*Лекции для школьников старших классов.
Астрономический институт им.П.К.Штернберга,
Московский Государственный Университет,,
Москва, Россия; 2015.*



Число атомов в видимой части Вселенной



$\mathcal{N} = 10^{81}$ протонов



то есть

[illegible]

или

$N = \text{миллиард миллиардов миллиардов миллиардов миллиардов миллиардов} \dots$



*1 миллиард миллиардов км = 100 000
световых лет*

*Одна галактика
состоит из сотен
миллиардов звезд*

*300 миллиардов миллиардов км
= 30 миллионов световых лет*

*Одно скопление галактик состоит
из сотен тысяч галактик*

M31 in Andromeda



M87 in Virgo



Иррегулярная галактика в созвездии Стрельца

*Видимая часть Вселенной содержит
примерно 100 миллиардов галактик*



*Млечный Путь:
спиральная галактика
с массой 150 миллиардов солнечных
масс*

30-mila anni luce

Casa, dolce casa ...

Наш мир был рожден в начале
времен.

Он родился 13,7 миллиардов лет
назад

L. Cranac



W. Blake



*Cronaca di
Norimberga*

Monreale



Fonte

Epoca Creazione

<i>Ebrei</i>	<i>V secolo a.C.</i>	<i>3760 a.C.</i>
<i>Eusebius</i>	<i>IV secolo d.C.</i>	<i>3184 a.C.</i>
<i>Kepler</i>	<i>XVII secolo d.C.</i>	<i>3993 a.C.</i>
<i>Hevelius</i>		<i>3963 a.C.</i>
<i>Newton</i>	<i>XVIII secolo d.C.</i>	<i>3998 a.C.</i>
<i>Ussher</i>		<i>4004 a.C.</i>

Возраст Вселенной сегодня: **с. 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.

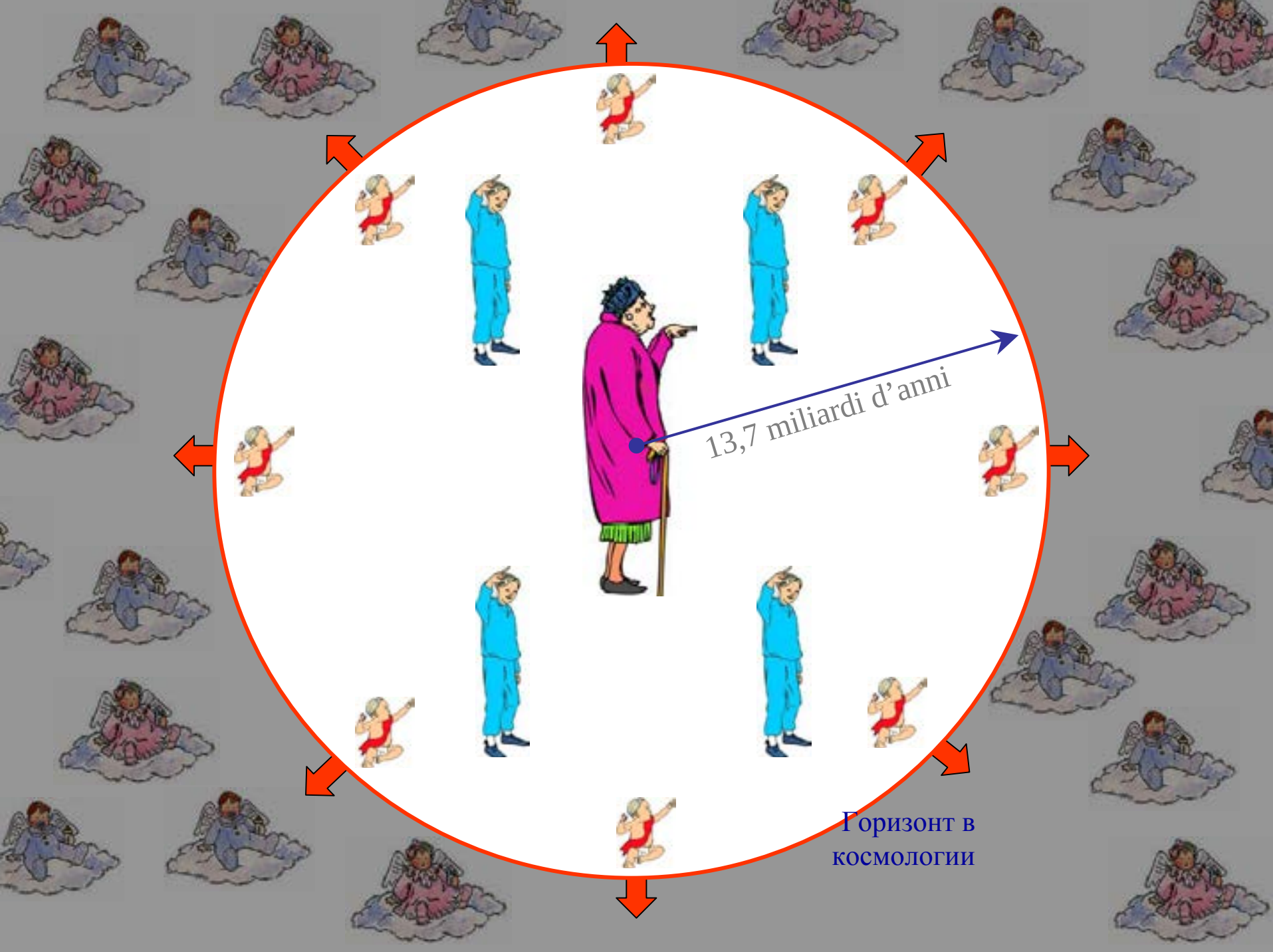
Ближайшая звезда, Proxima Cent, видна как она была 3,8 лет назад.



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

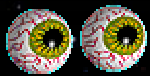
Другие галактики в Hubble Deep Field: мы видим их сегодня такими как они были примерно 11 миллиардов лет назад.





13,7 miliardi d'anni

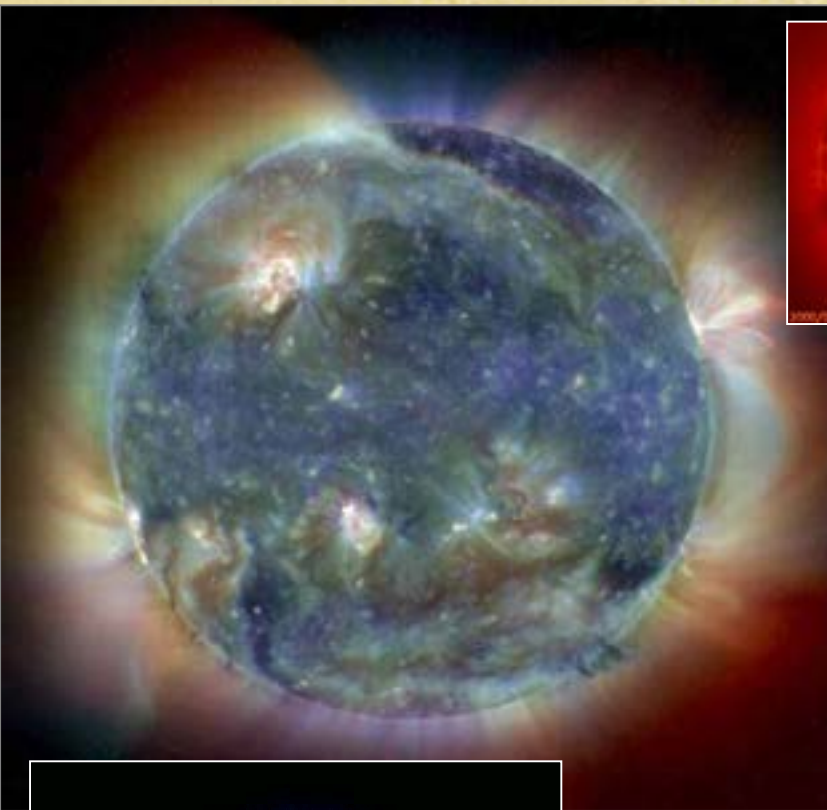
Горизонт в
космологии



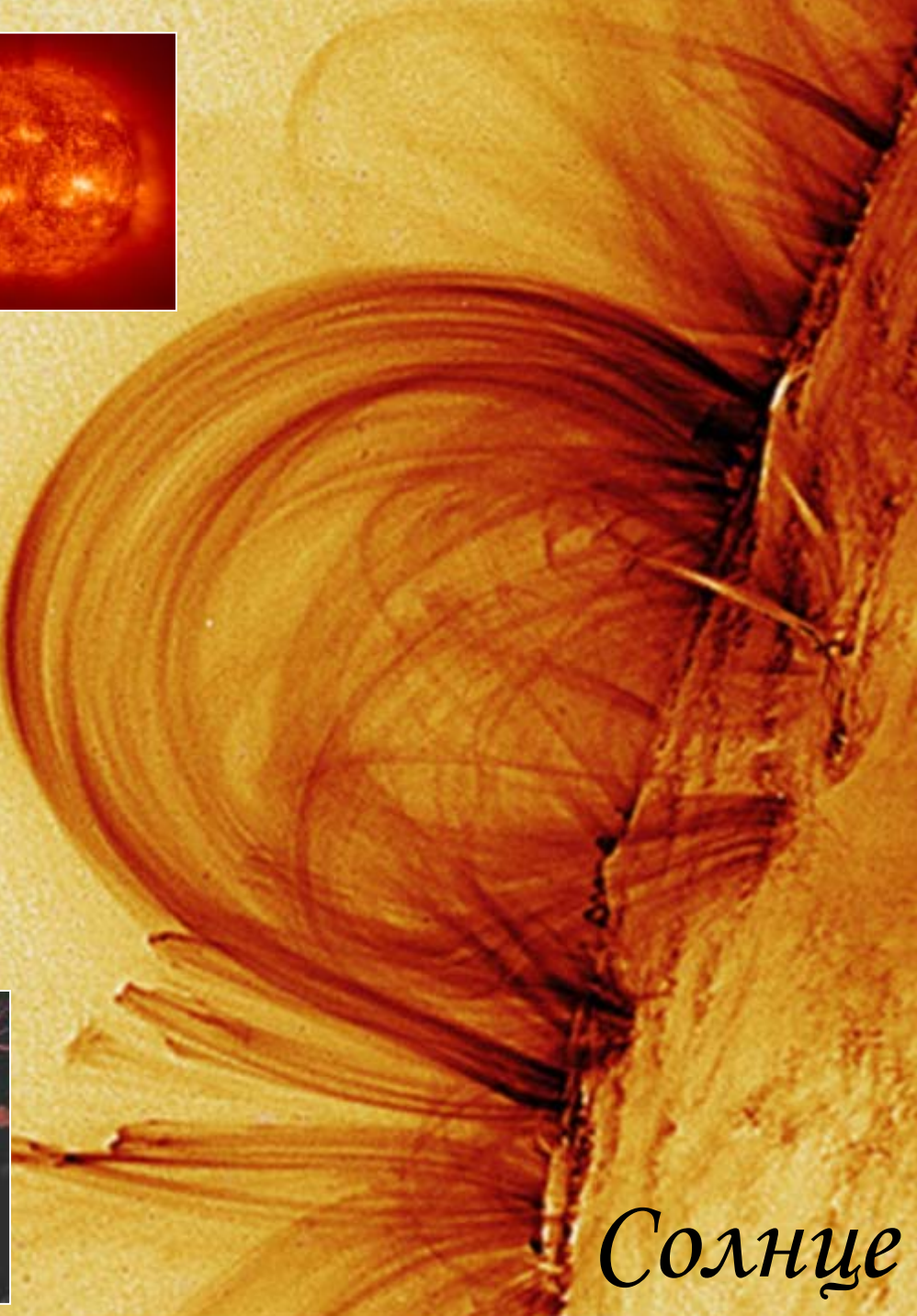
*Сейчас мы посетим и постараемся
понять этот бесконечный космос, начнем
наше путешествие во времени и
пространстве.*

Начнем свое путешествие «здесь и сейчас».



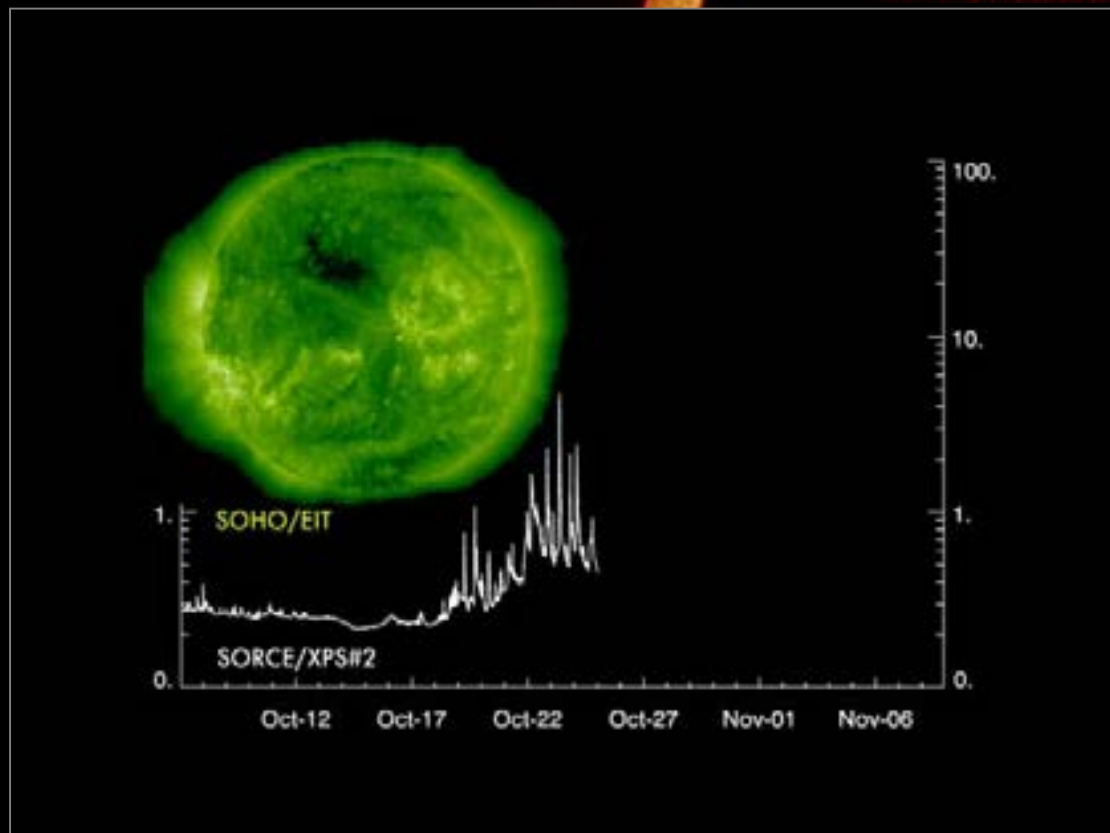


Corona



Солнце

*Солнечные вспышки наблюдавшиеся а
SORCE в X лучах (зеленое Солнце).*

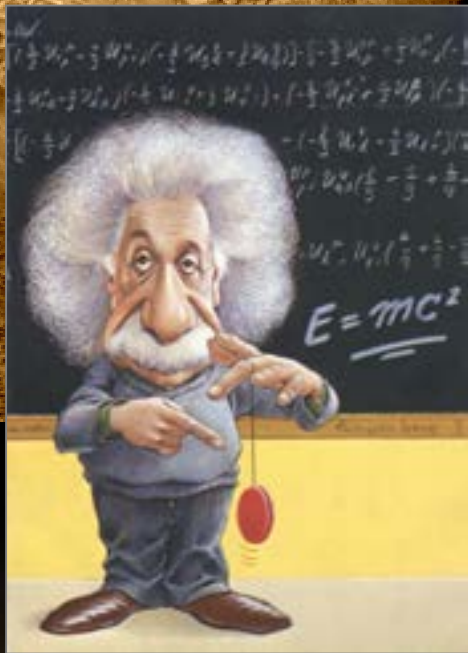
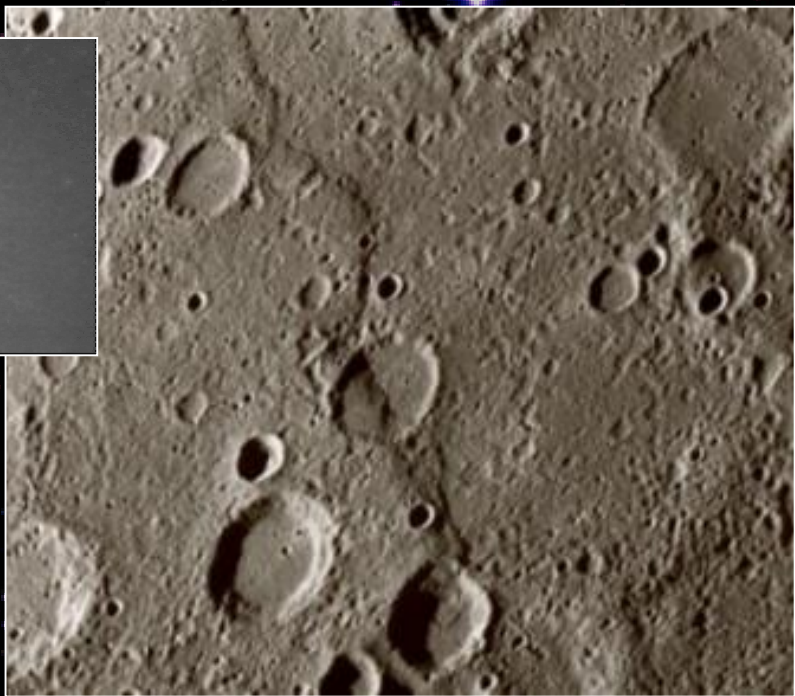


Tutankhamun collection



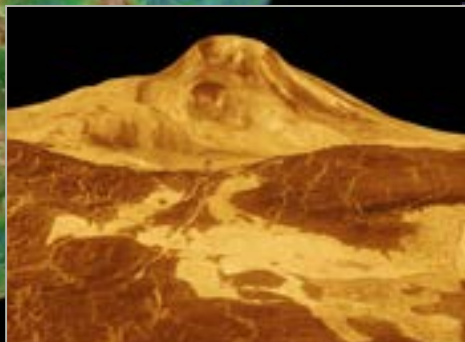
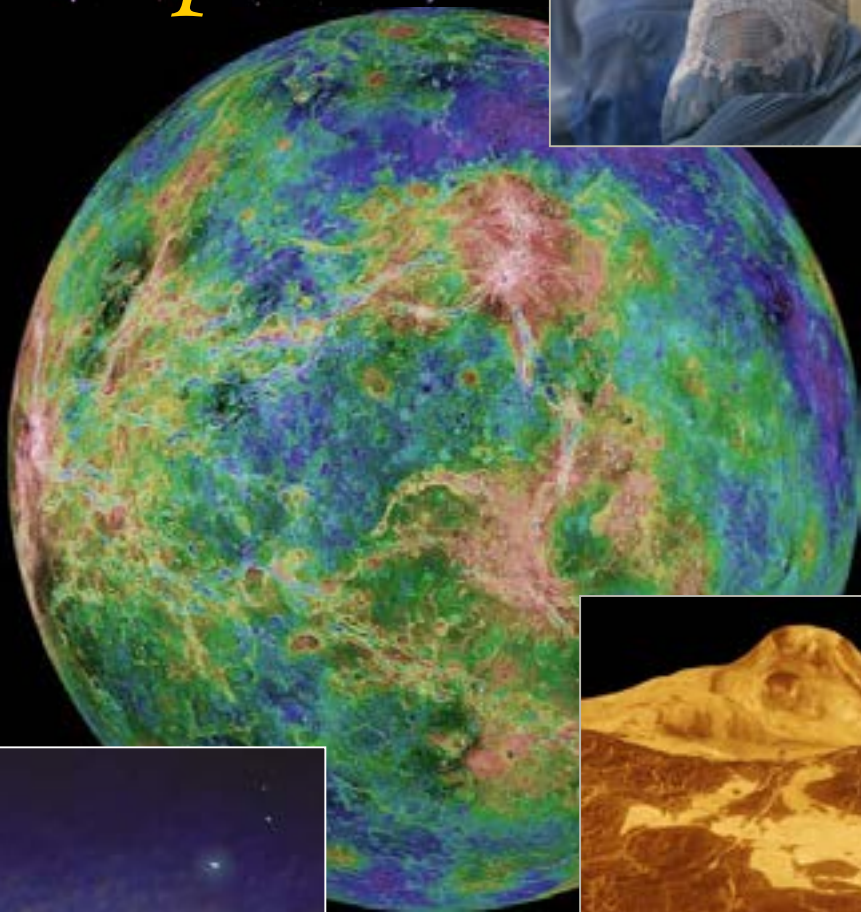
С ☺ лнце

Меркурий



- 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 °К
- Средняя плотность: $5,43 \text{ г/см}^3$ 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 °К

Ветры на высоте: 350 км/ч

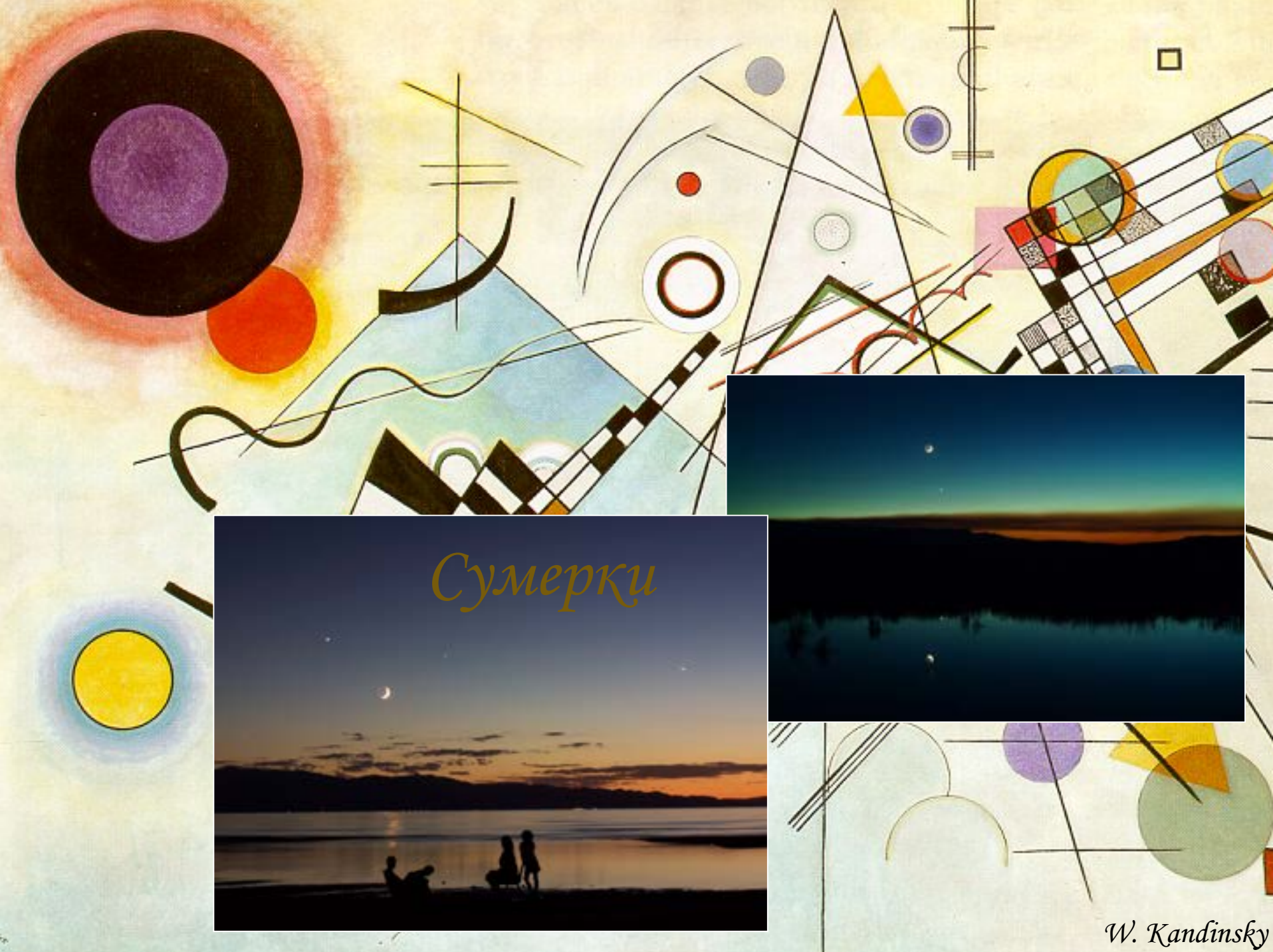


Vespero ed Espero

Восход



C. Friedrich



Сумерки

W. Kandinsky



V. van Gogh

Звездная ночь

Луна и её лики

I. Repin



H. Memling



S. Dalí



время
религия
календарь
земледелие
медицина

.....



Caravaggio



G. Fattori



L'Odissea

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 °К
Период вращения: 243 дней
Атмосфера состоит из CO₂



D. Velazquez

J.L. David

Гигантские вулканы Марса

Olympus Mons

25 км

550 км

6 км

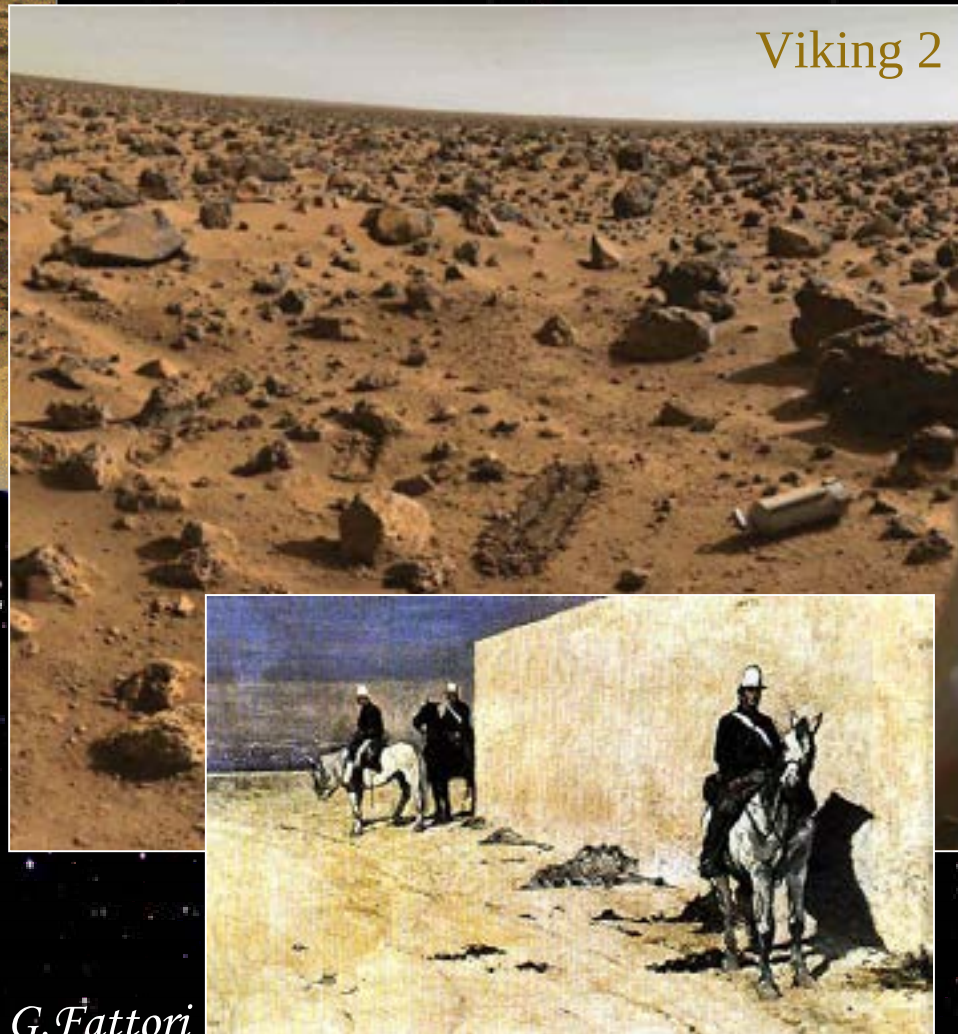
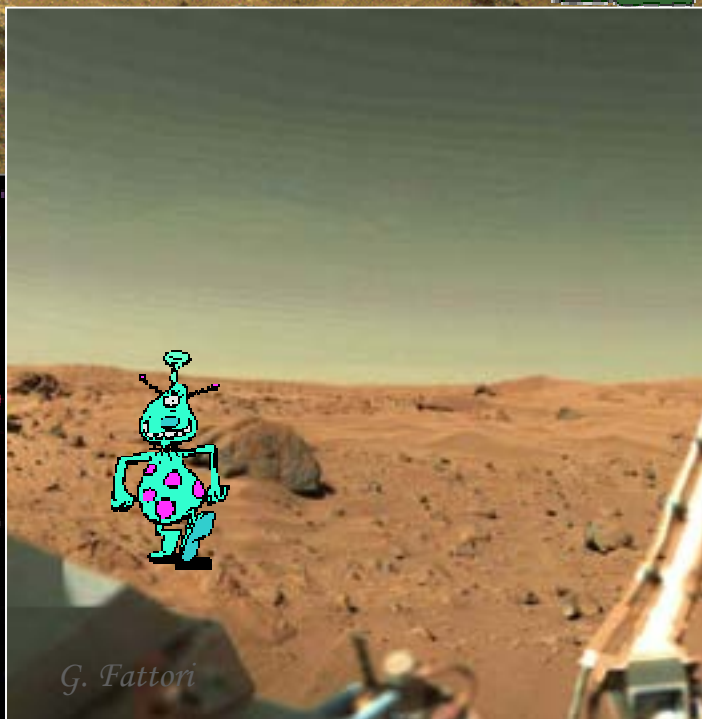
Кальдера, глубина 3 км

Fratelli Le Nain

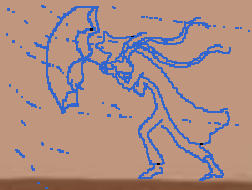


Первые марсианские панорамы

Viking 2



Пылевая буря на Марсе снятая Spirit'ом



Е. Hopper



Следы воды на Марсе

F.E. Church



C. Monet

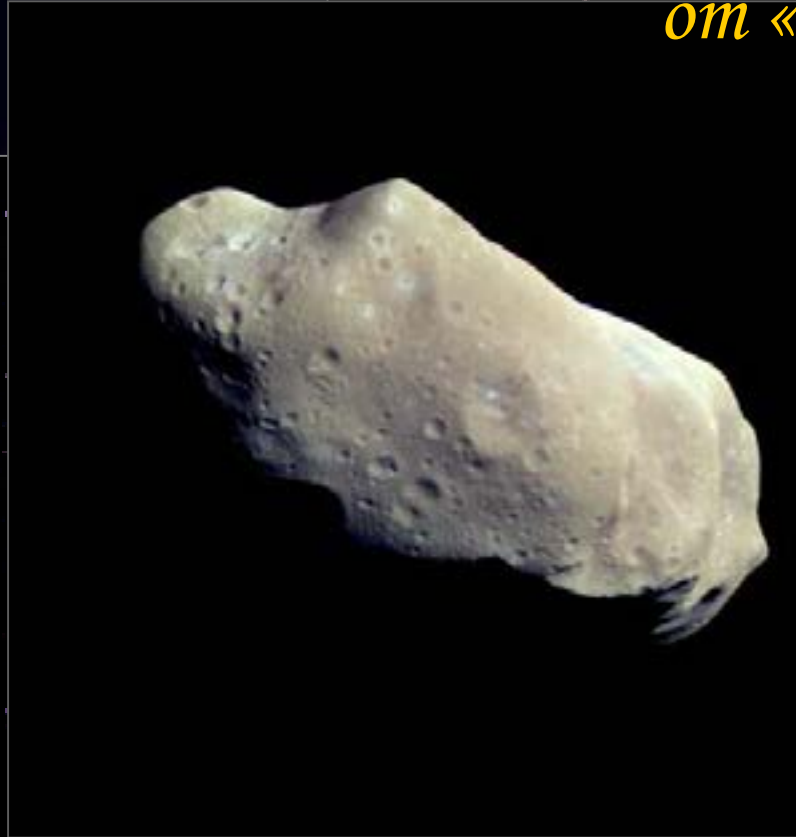


G. Courbet



Астероид Ida

*Неиспользованный
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 и 25% He

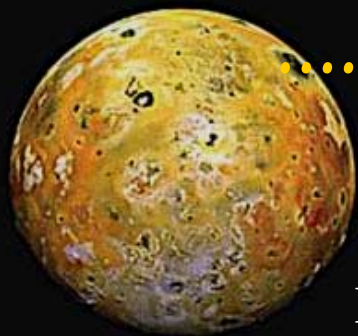


D. Ingres



P. Veronese

Юпитер и его спутники(*Pianeti Medicei*)

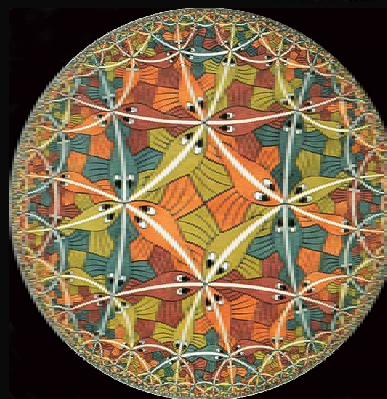


Io

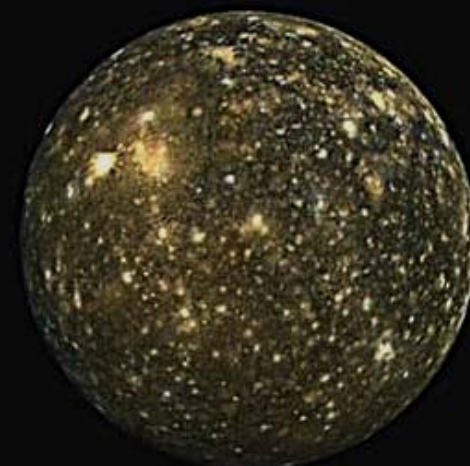
Europa



Ganimede



M. Escher



Callisto



*Cosimo II
de' Medici*

Сатурн

Размер орбиты: 1 429 миллиардов км

Диаметр: 121 000 км

Масса $5,7 \times 10^{26}$ кг

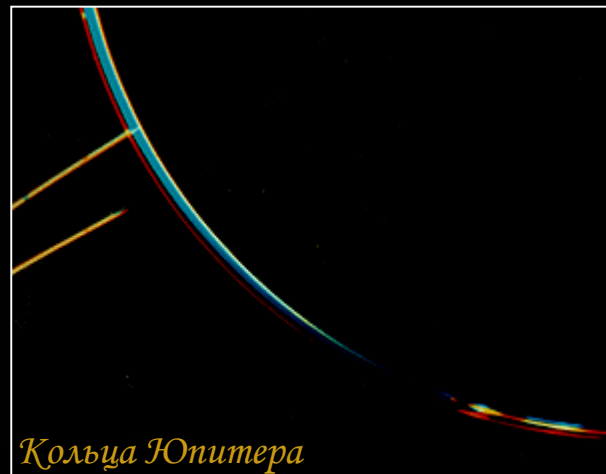
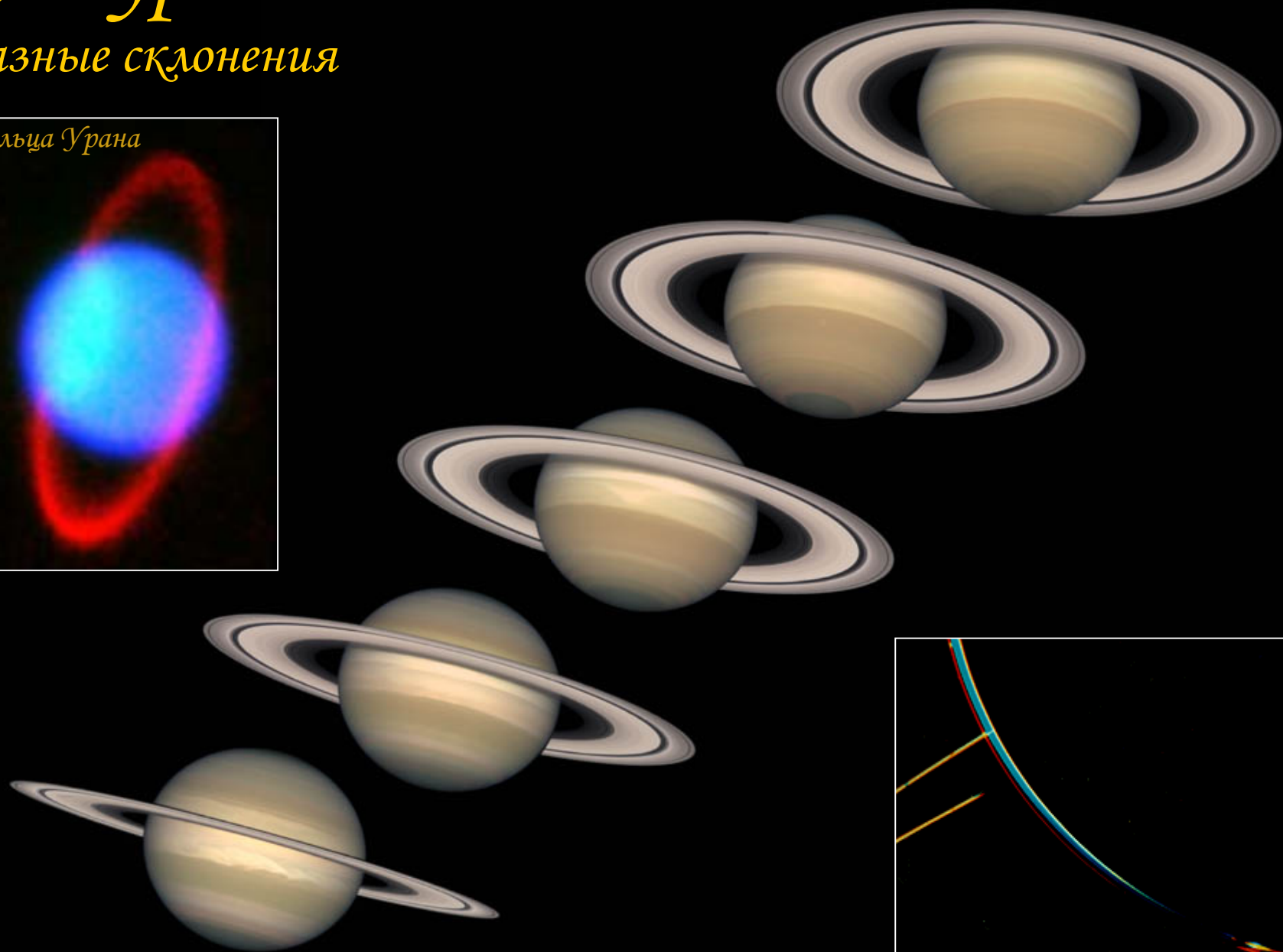
Период вращения: 10 часов



Сатурн

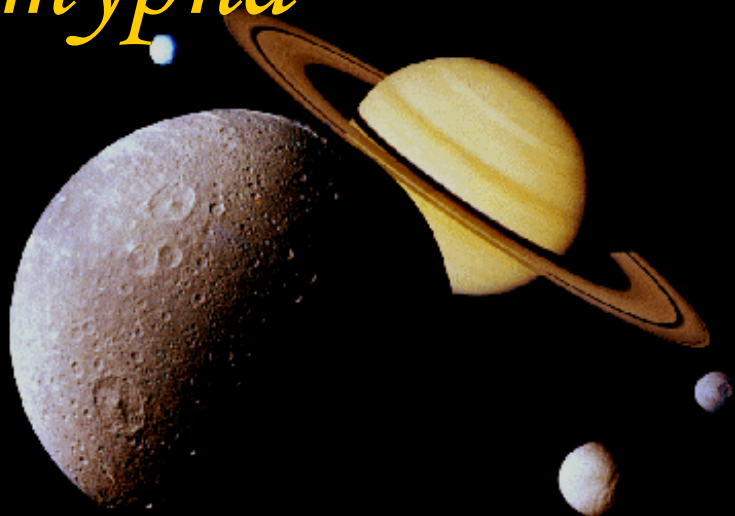
разные склонения

Кольца Урана



Кольца Юпитера

Спутники Сатурна



Mima

Enceládo

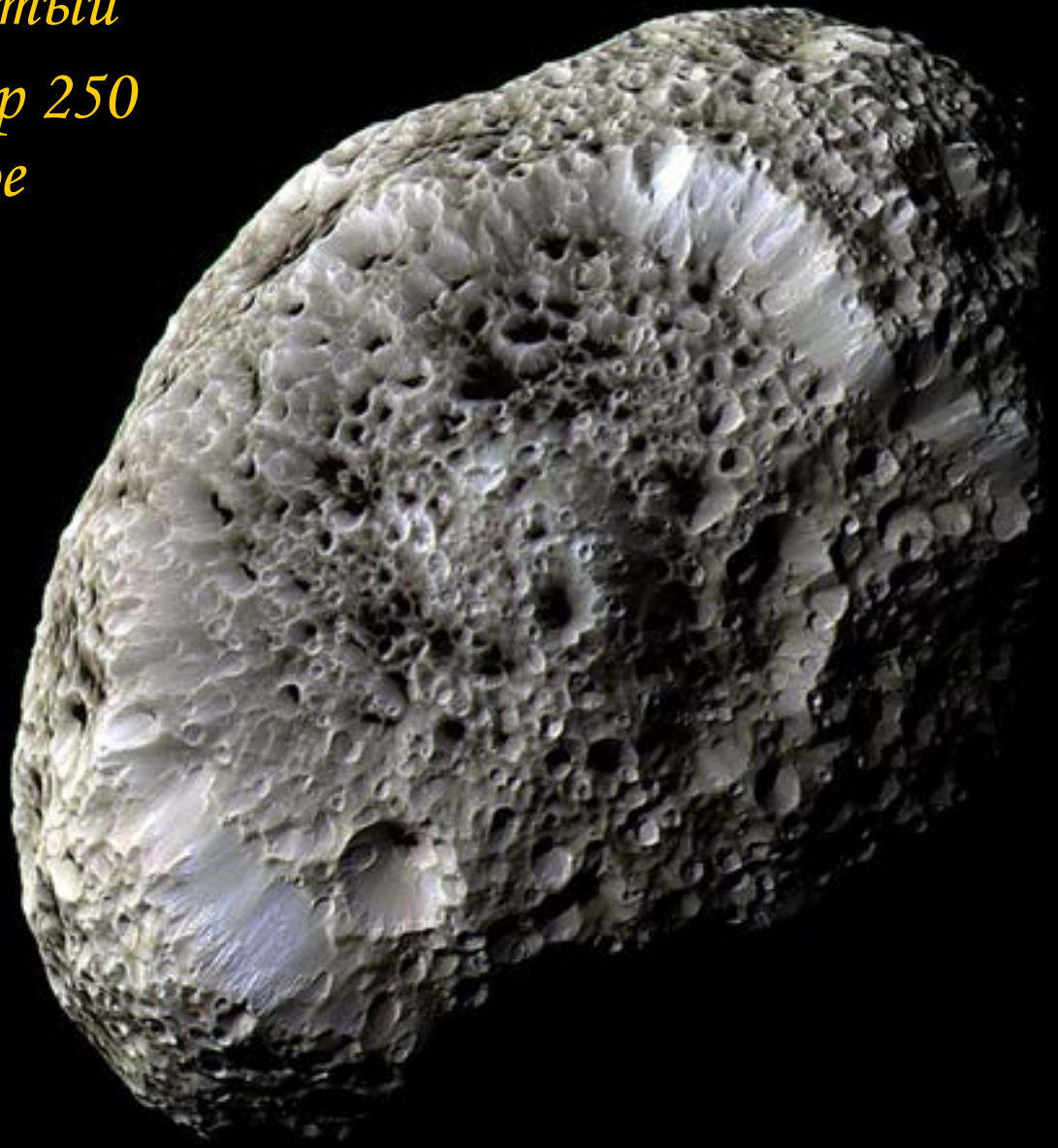


F. Goya



*Гиперион — губчатый
спутник Сатурна, размер 250
км, вращение хаотическое*

N. Poussin



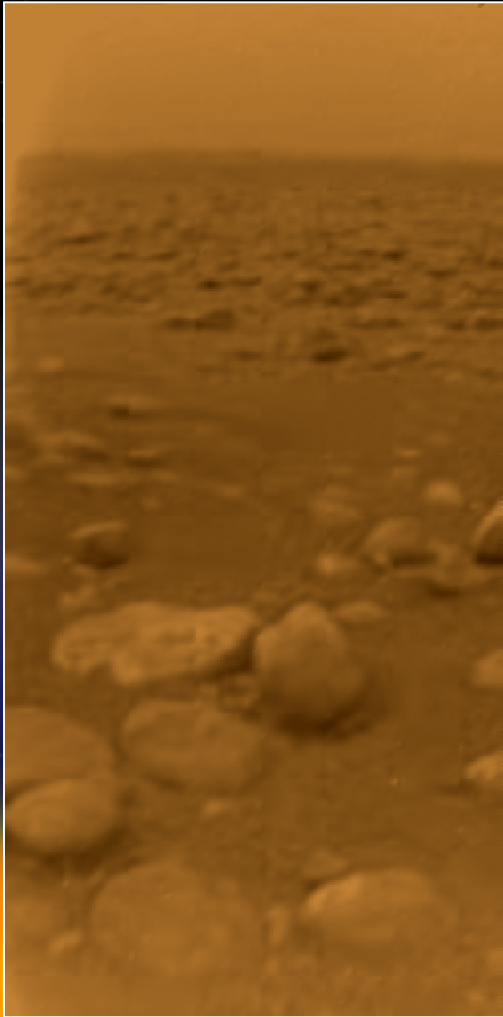
14 января 2005 европейский зонд *Хиуденс* сел на Титан



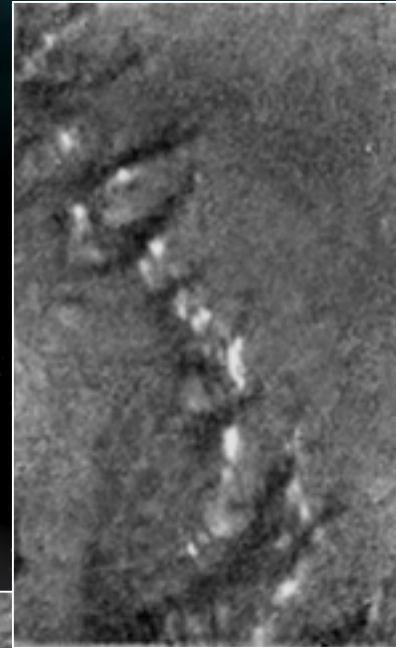
Caravaggio: *Giove, Nettuno e Titano*,
Casina Boncompagni Ludovisi, Roma



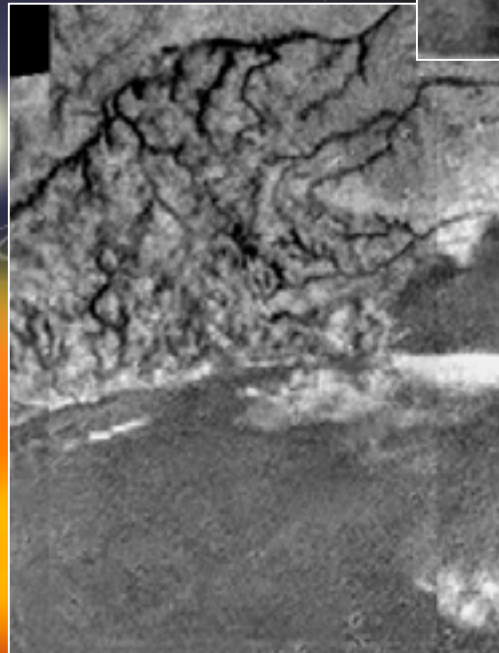
Титан



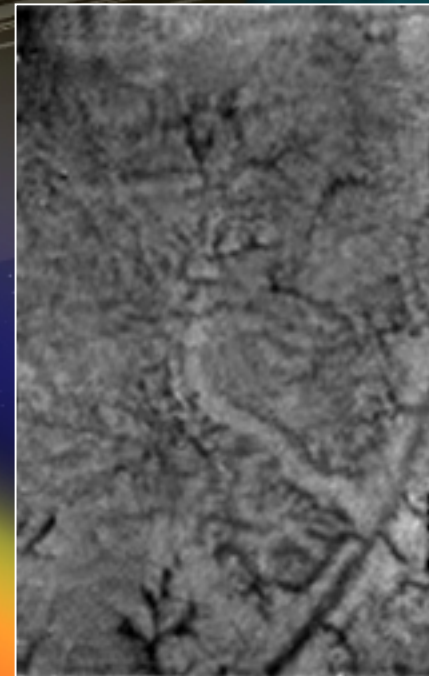
Поверхность
Титана снятая
Huyghen'сом



“Острова” ... возможно
“острова” на темной
равнине



Водяной лёд и
ручьи метана



Мозаика каналов и
береговая линия на
Титане



G. Cassini

C. Huygens



Уран (13 марта 1781)



N. Poussin



Нептун (23 сентября 1846)



Плутон

(23 января 1930)

1 спутник (Caronte)





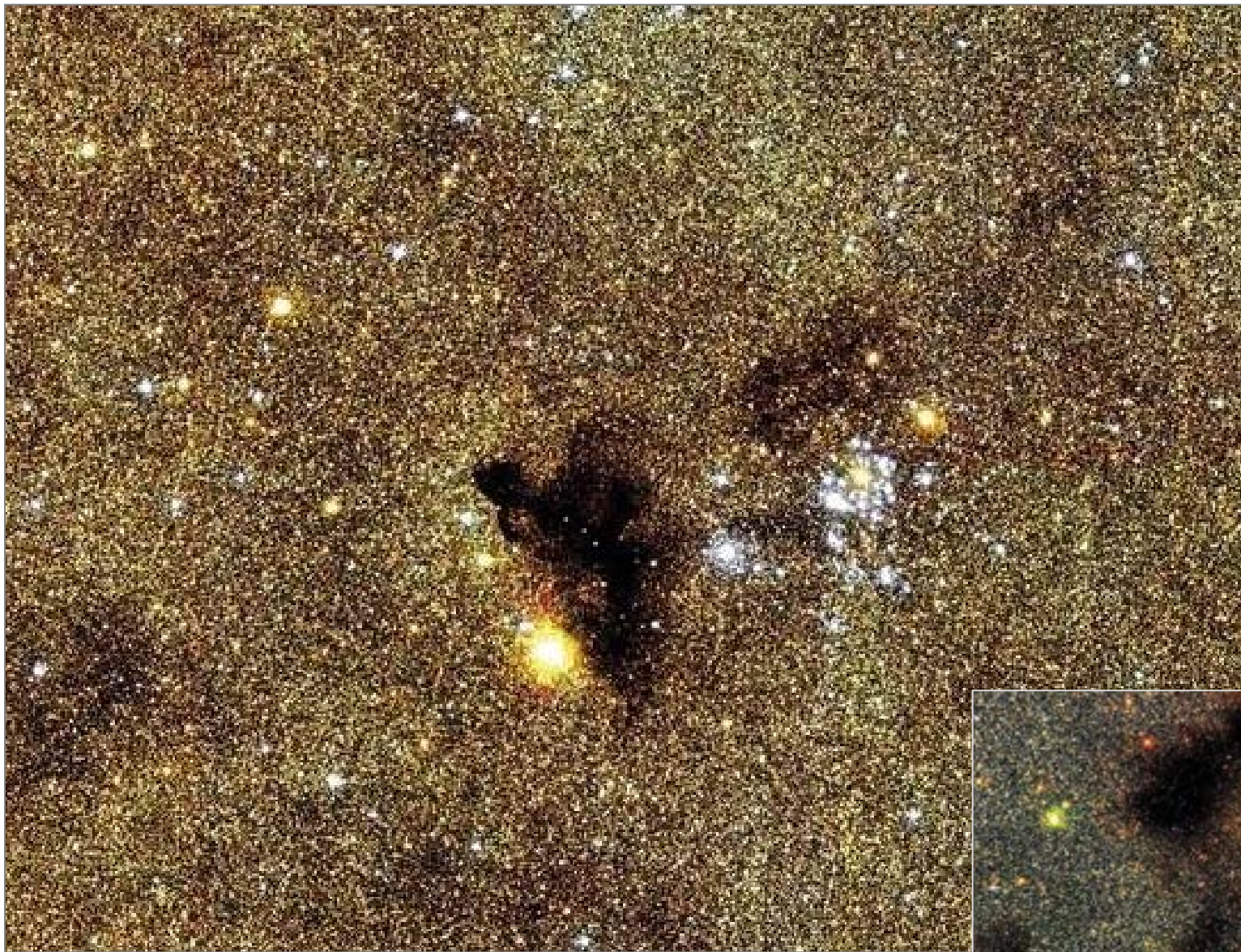
Ядро кометы

Хвост кометы



Giotto di Bondone





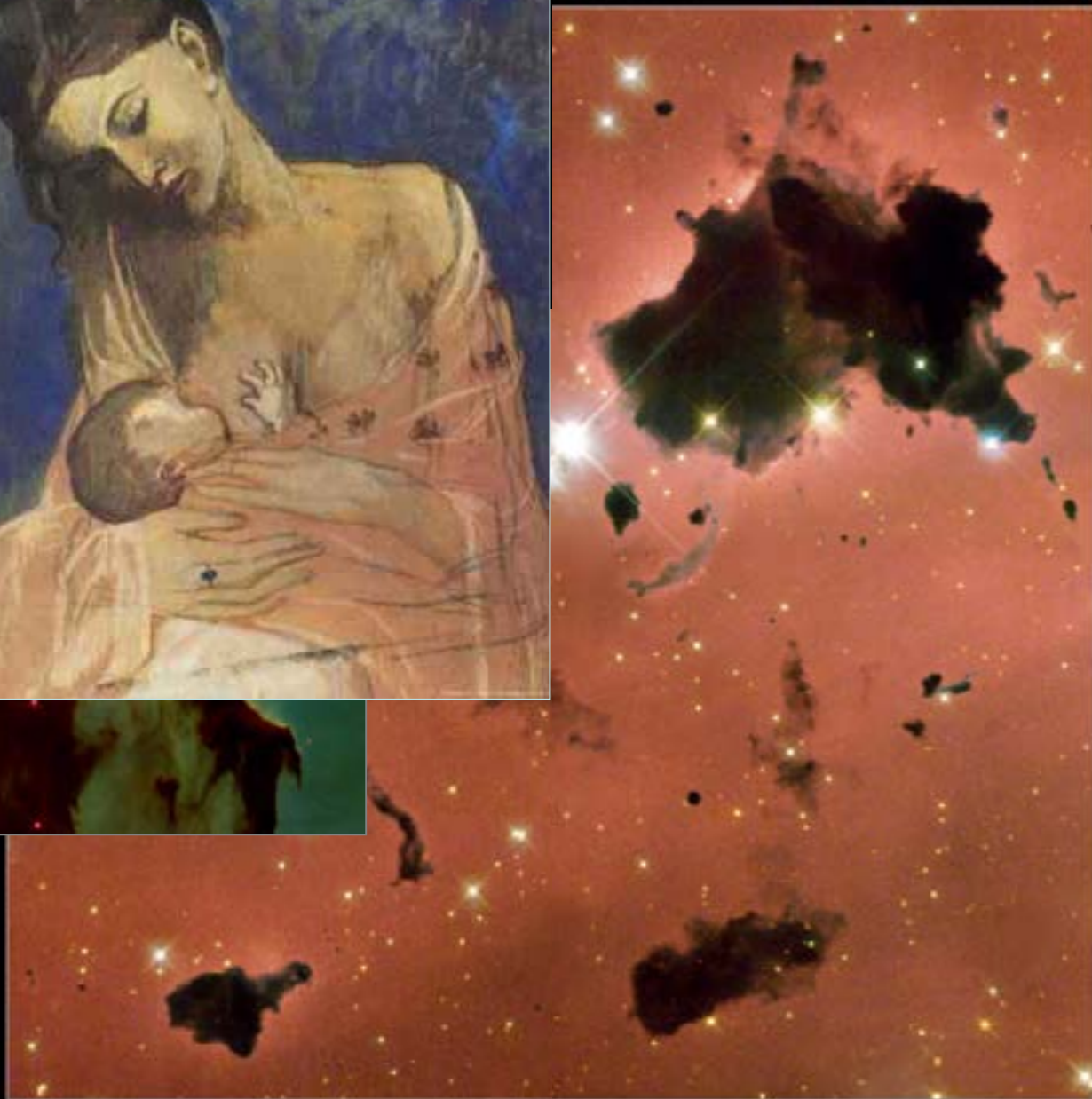
*Звездные поля во Млечном Пути,
с газом, пылью и юными звездами*



P. Picasso



*Газ, пыль и
новые звезды*



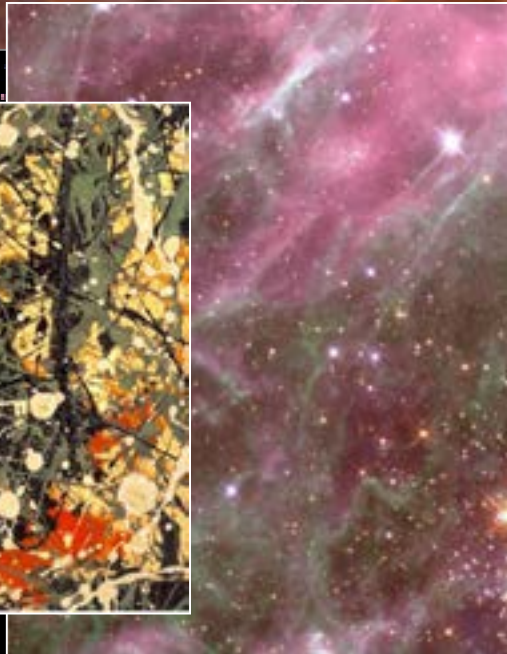


Г. Климт



примеры
туманностей

D.G. Rossetti

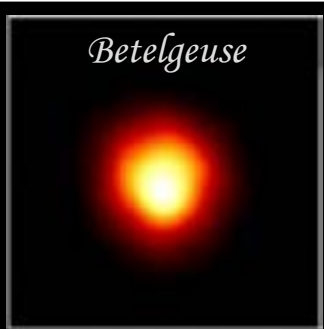


*Пуманности
молдые скпления*



J. Pollock

Betelgeuse



Размер звезды

Орбита Земли

Орбита Юпитера

Пуманность в Орионе



Michelangelo B.





Tiziano V.

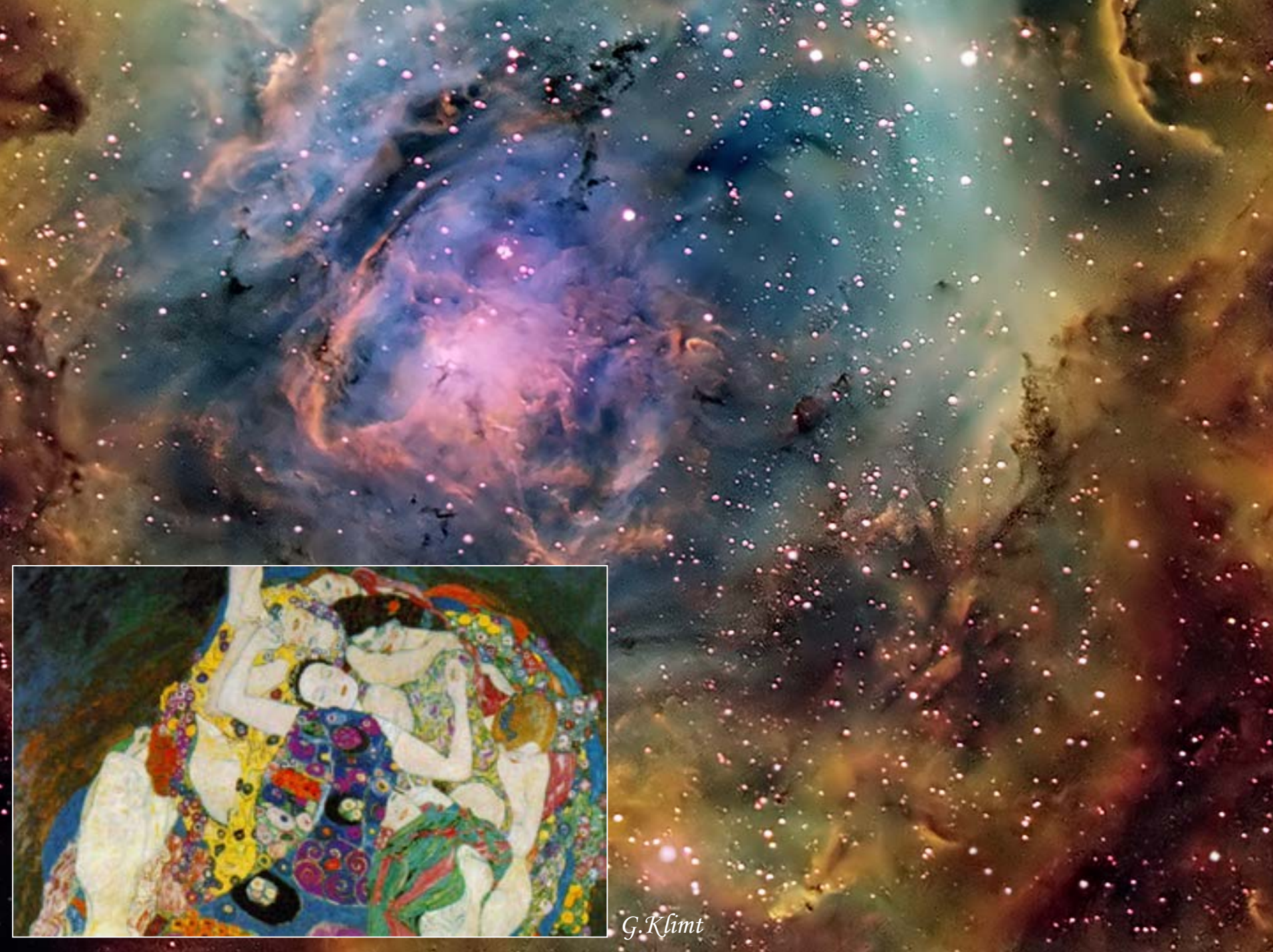
D. Velázquez



Titiano V.



P. Signac



G. Klimt

El Greco



G. Coubert



V. van Gogh



V. Kandinsky



S. Delaunay





C. Friedrich





C.K. Tivadar





S. Dañ

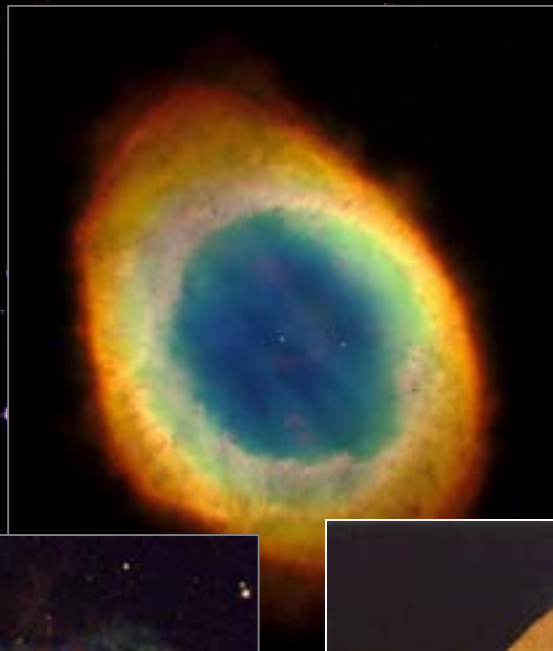


Рождение звезд

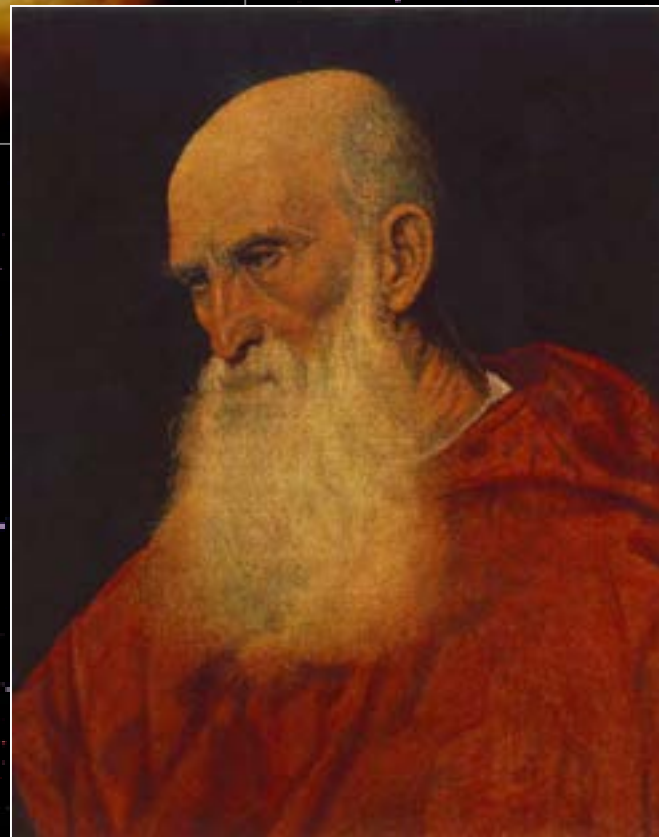


G. Klimt

Старость звезд

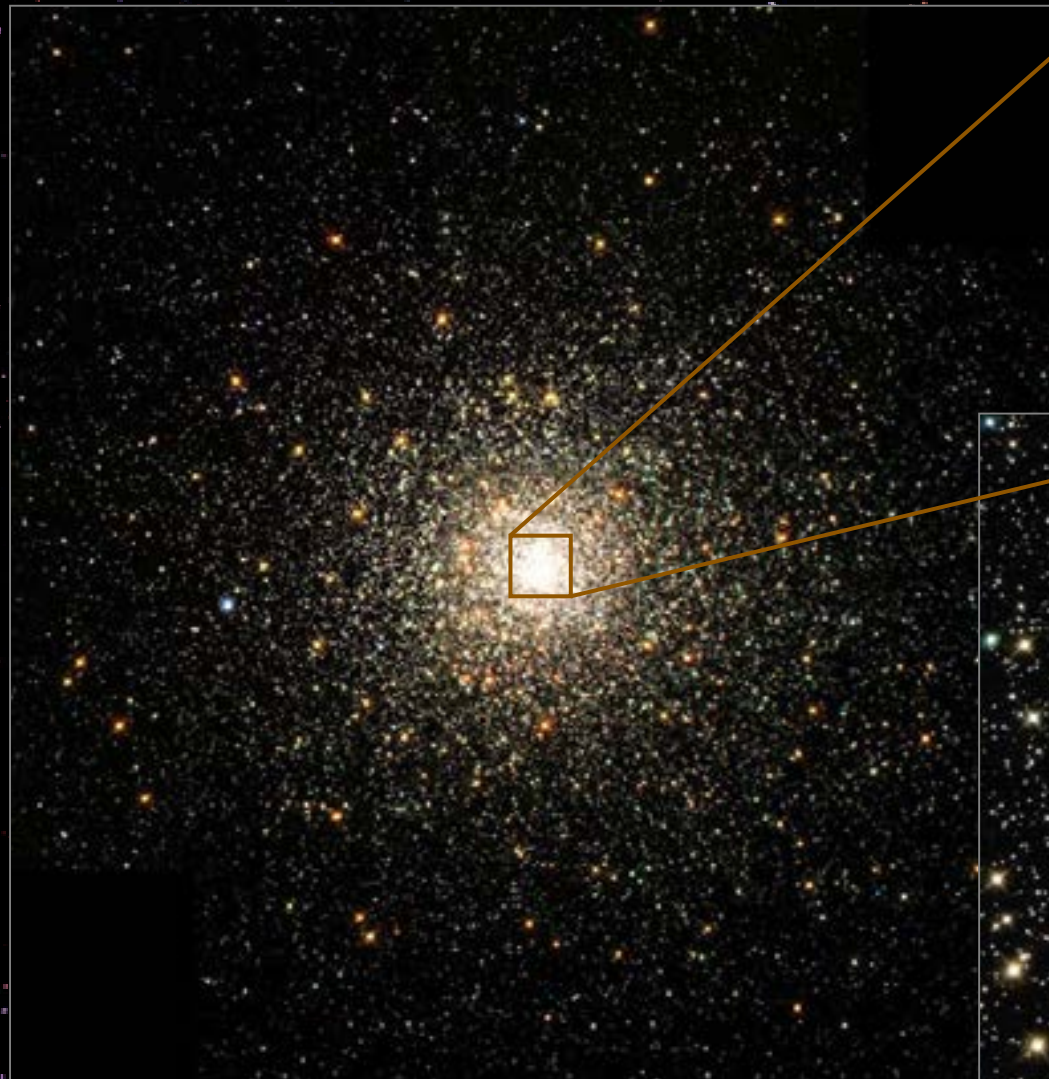


Tiziano V.

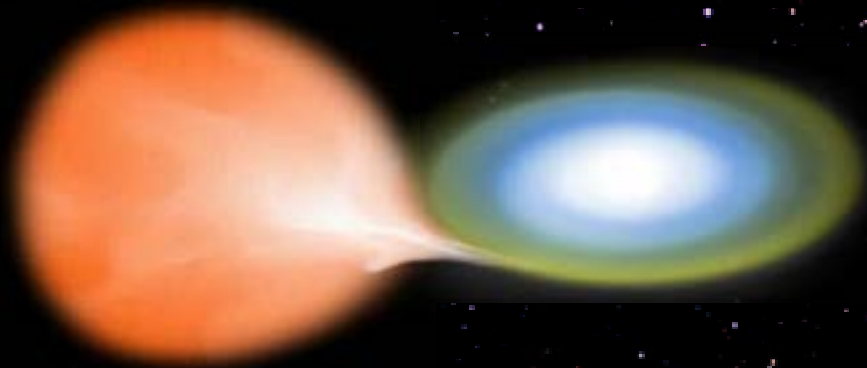
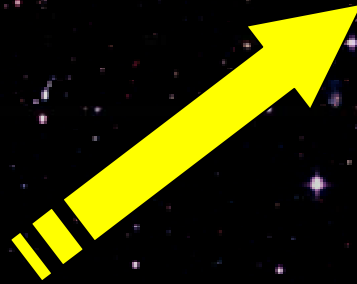
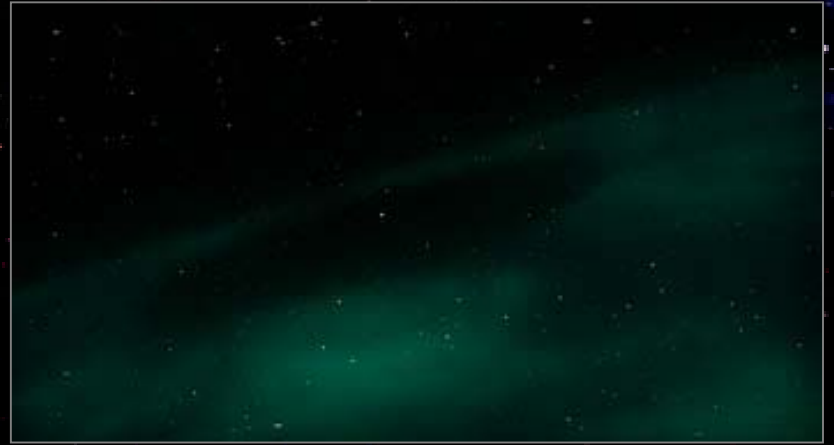


Звездные скопления

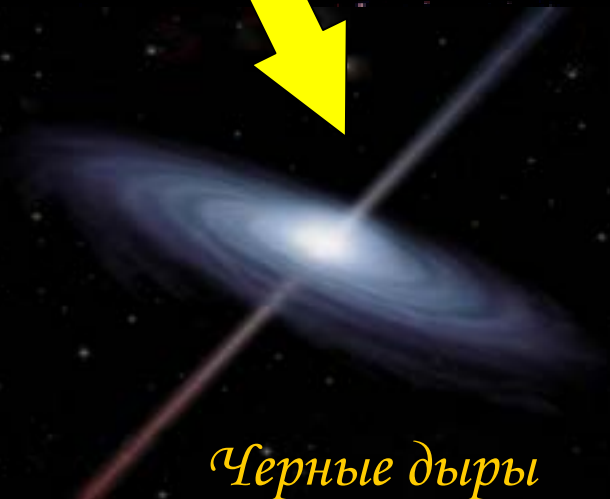
G. Pellizza
da Volpedo



Взрывающиеся звезды



Двойные взаимодействующие
звезды



Черные дыры

Туманность в Крабе



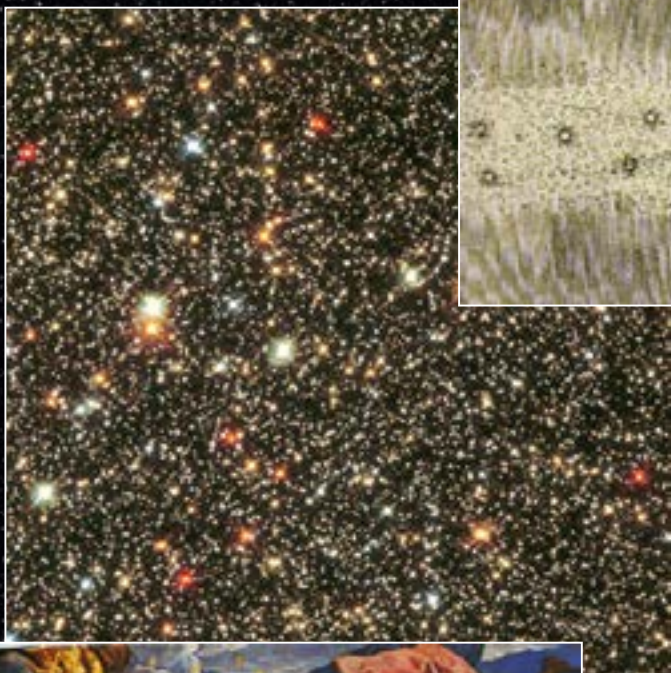
Аккреционный диск,
огибающий
нейтронную звезду в
созвездии Краба



Остаток сверхновой в
Кассиопее



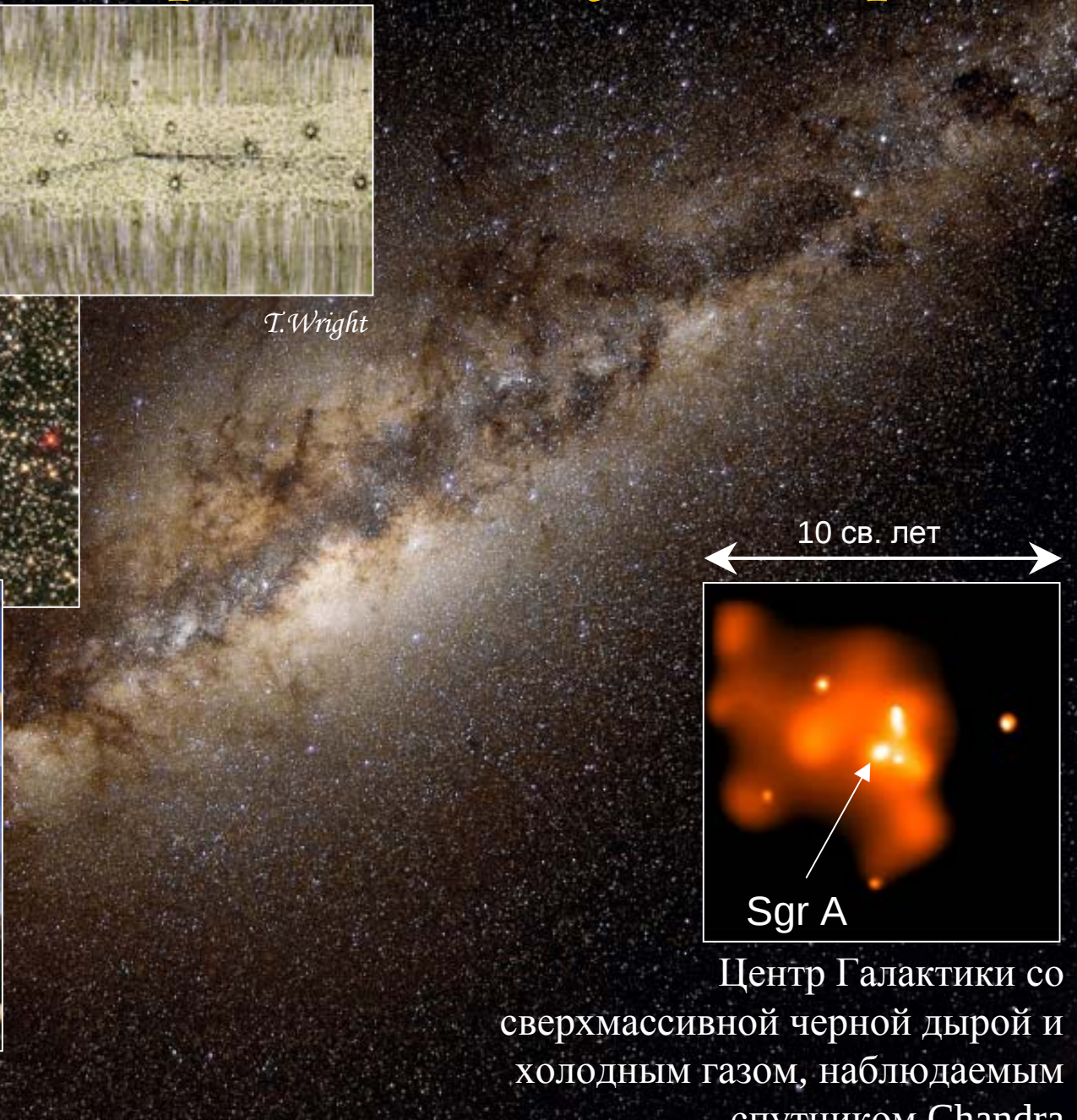
Центр Млечного Пути в Стрельце



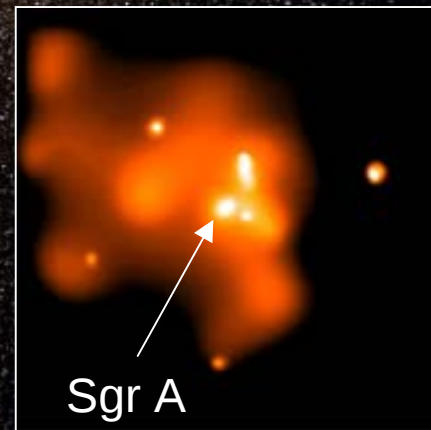
T. Wright



D. Tintoretto



10 св. лет



Sgr A

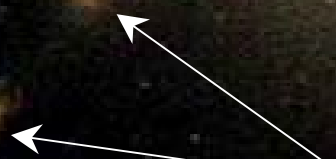
Центр Галактики со
сверхмассивной черной дырой и
холодным газом, наблюдаемым
спутником Chandra

М87: 10 тысяч миллиардов звезд

Часть размером 5000 св.лет



Ф.Летоуне



галактики-спутники

Эллиптическая галактика



Спиральные галактики

J.B. Wicar



Двойник Млечного Пути

100 миллиардов звезд





Изображения Млечного Пути в различных длинах волн



Radio (0.4 GHz)

Atomic Hydrogen

Radio (2.7 GHz)

Molecular Hydrogen

Infrared

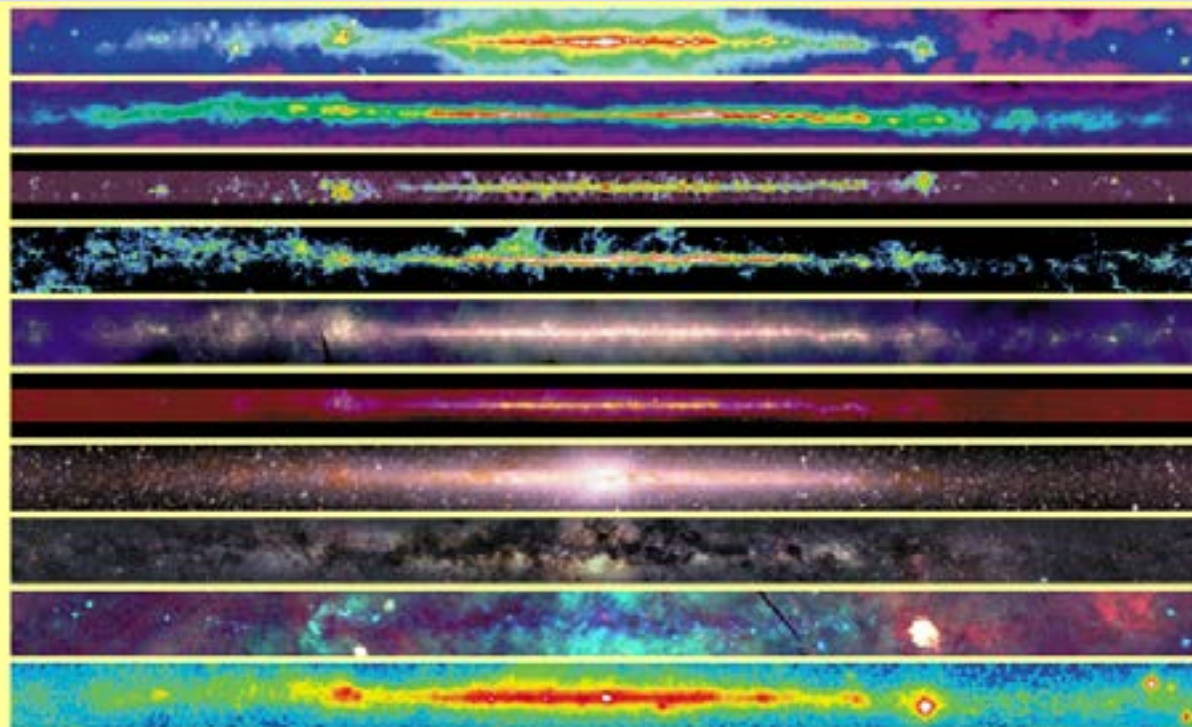
Mid Infrared

Near Infrared

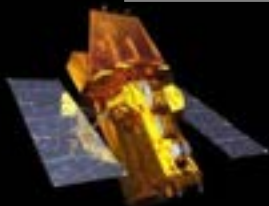
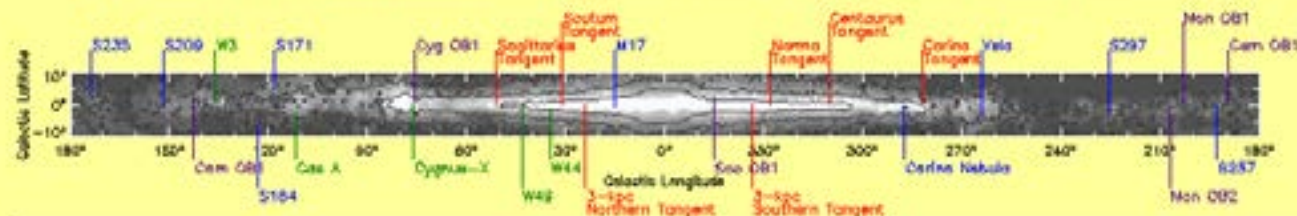
Optical

X-Ray

Gamma Ray

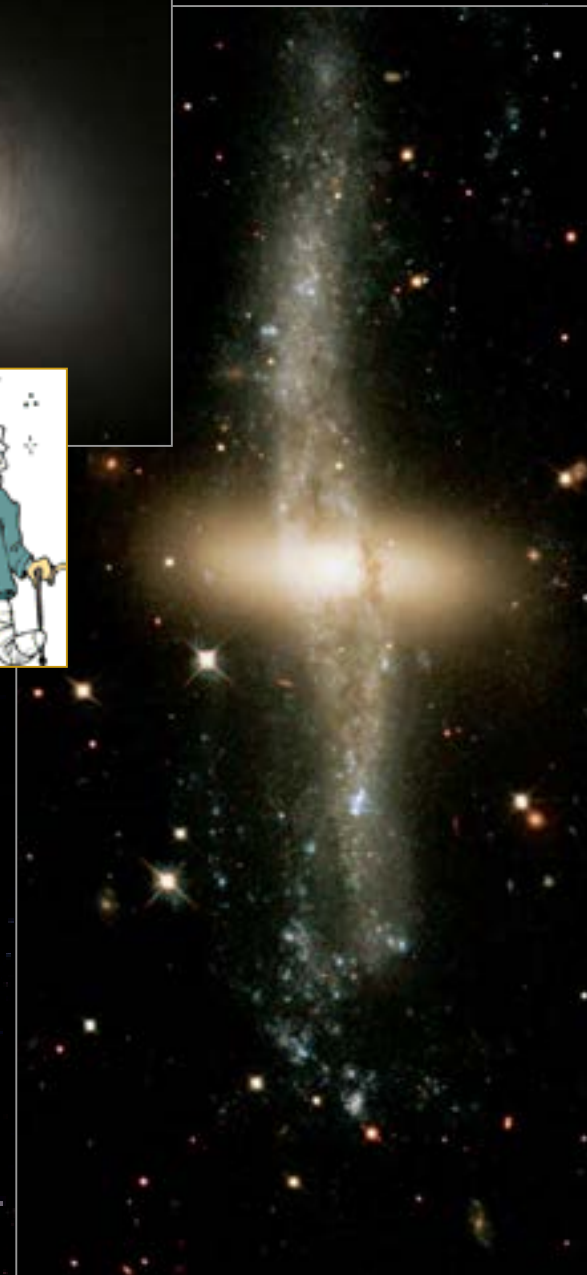


Finder





*Снова спирали, все три -
пекулярные*





S. Dalí: Cannibalismo dell'autunno

Ядро галактики
вращается против
периферии



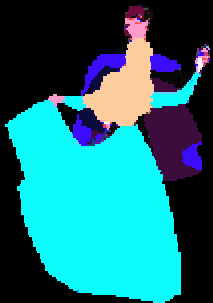
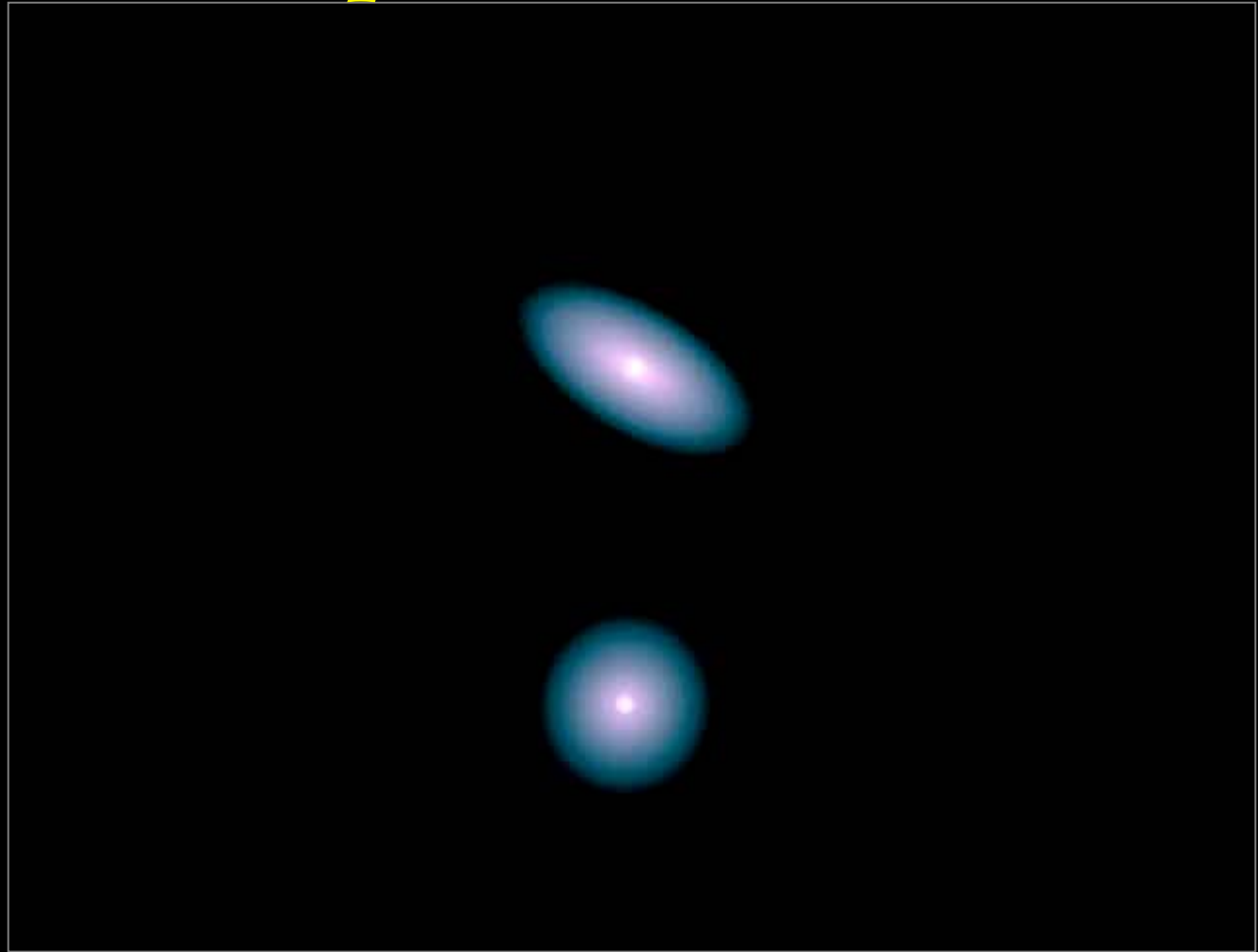
Пример каннибализма в мире
галактик

Галактика Sombrero

Слияние галактик: численное моделирование



Voronov-Velyaminov



Взрывающиеся галактики



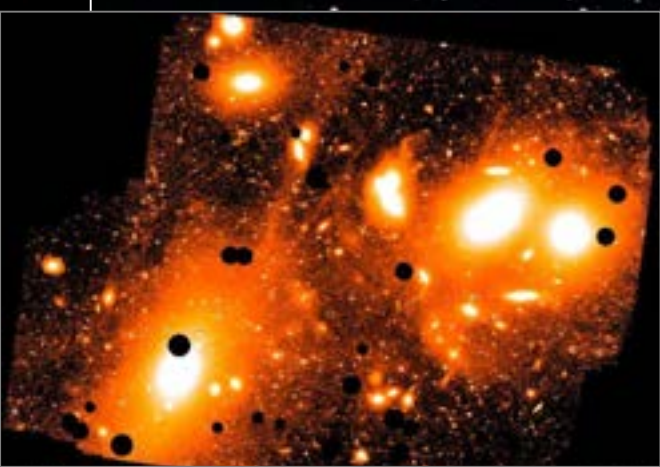
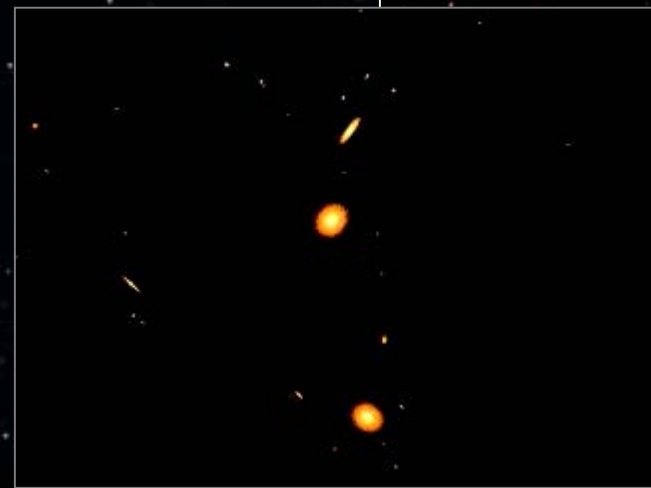
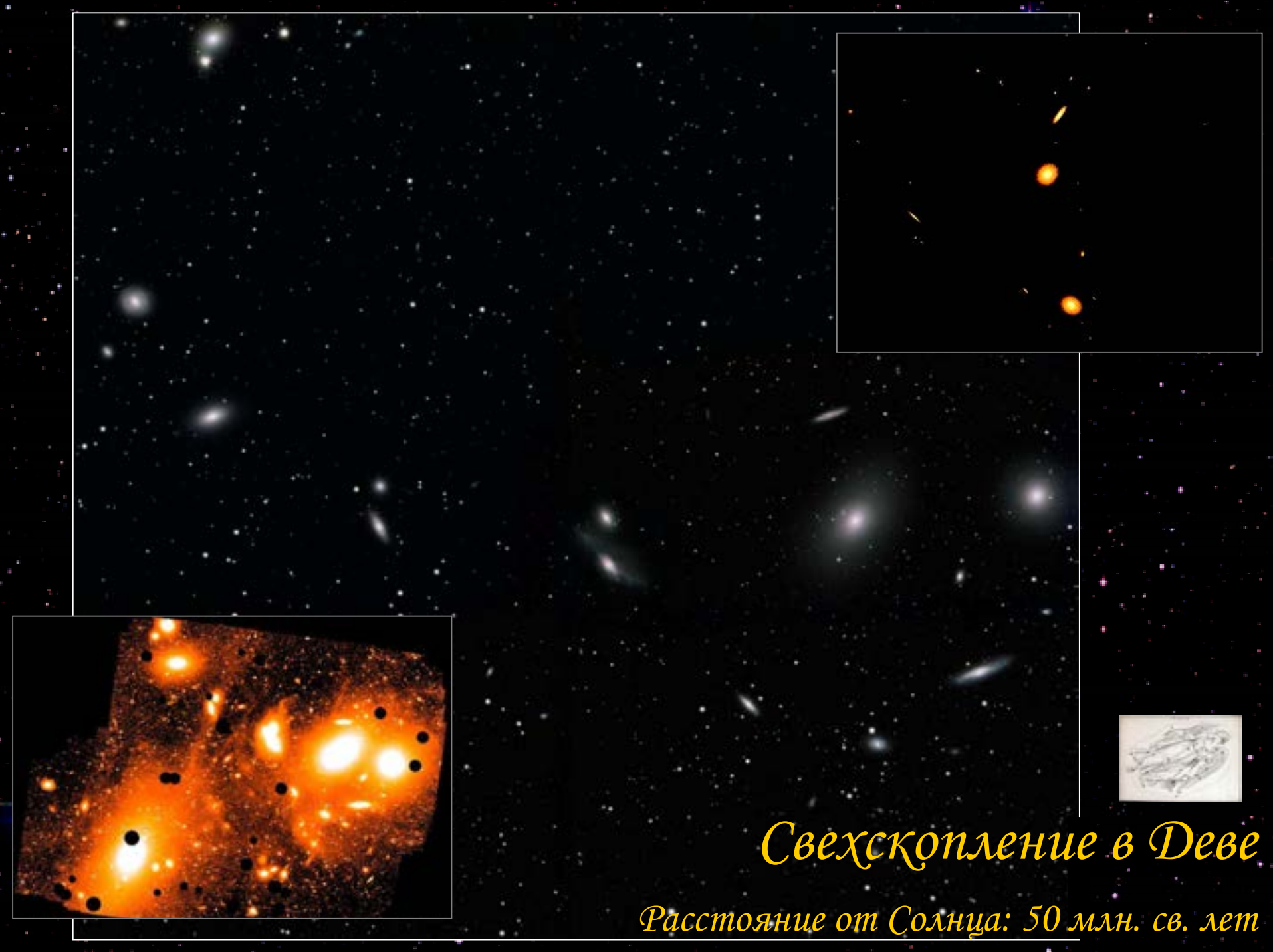
Галактики - вампиры



E. Munch

Группы галактик





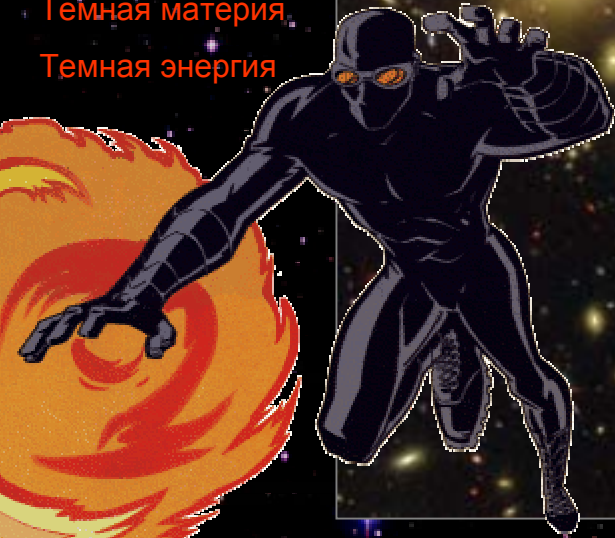
Свежескопление в Деве

Расстояние от Солнца: 50 млн. св. лет

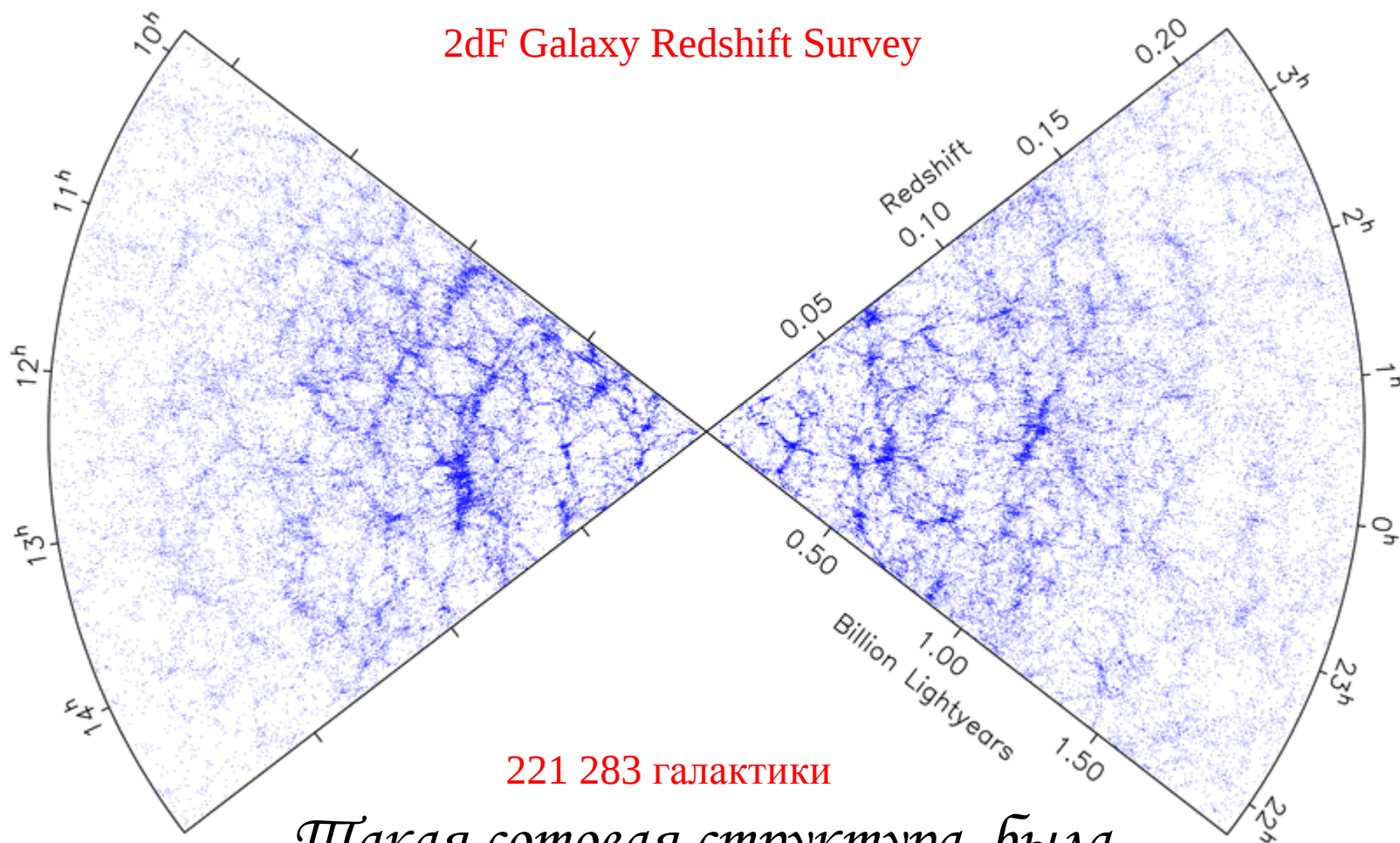
Сверхскопление с мириадами галактик

Темная материя
Темная энергия

Арки



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



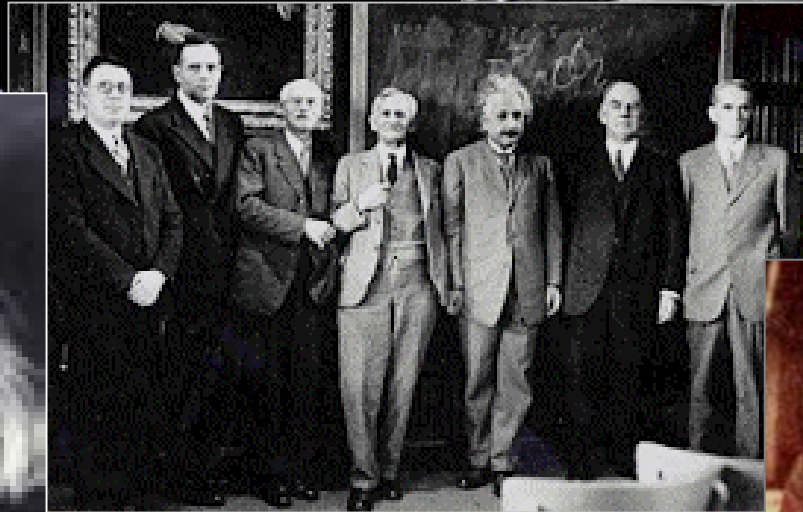
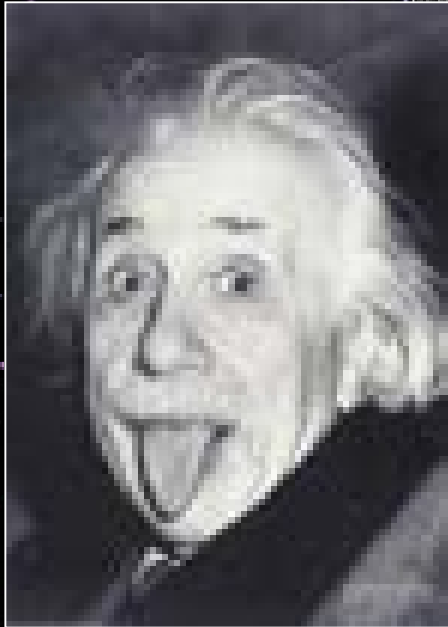
*Такая сотовая структура была
предсказана Я.Б.Зельдовичем*

Расширение Вселенной

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



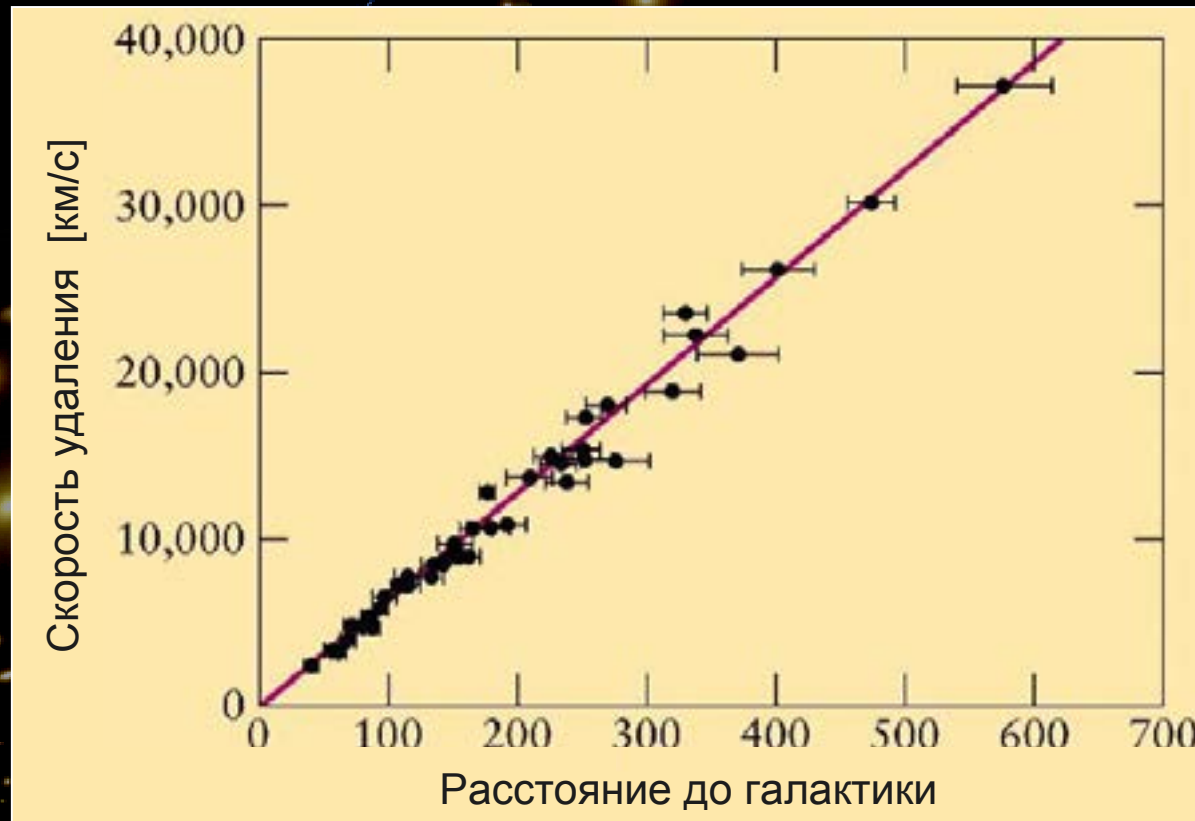
А. Эйнштейн



Э. Хаббл



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



Константа пропорциональности скорости удаления как функция расстояния называется Постоянной Хаббла: $H_0 \sim 70 \text{ км/с/Мпк}$

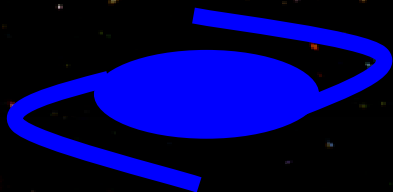
Вселенная расширяющаяся “по Хабблу”



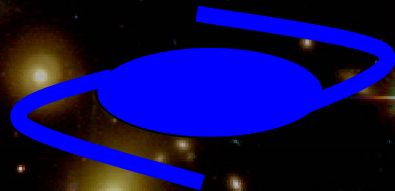
Далекая галактика



Близкая галактика



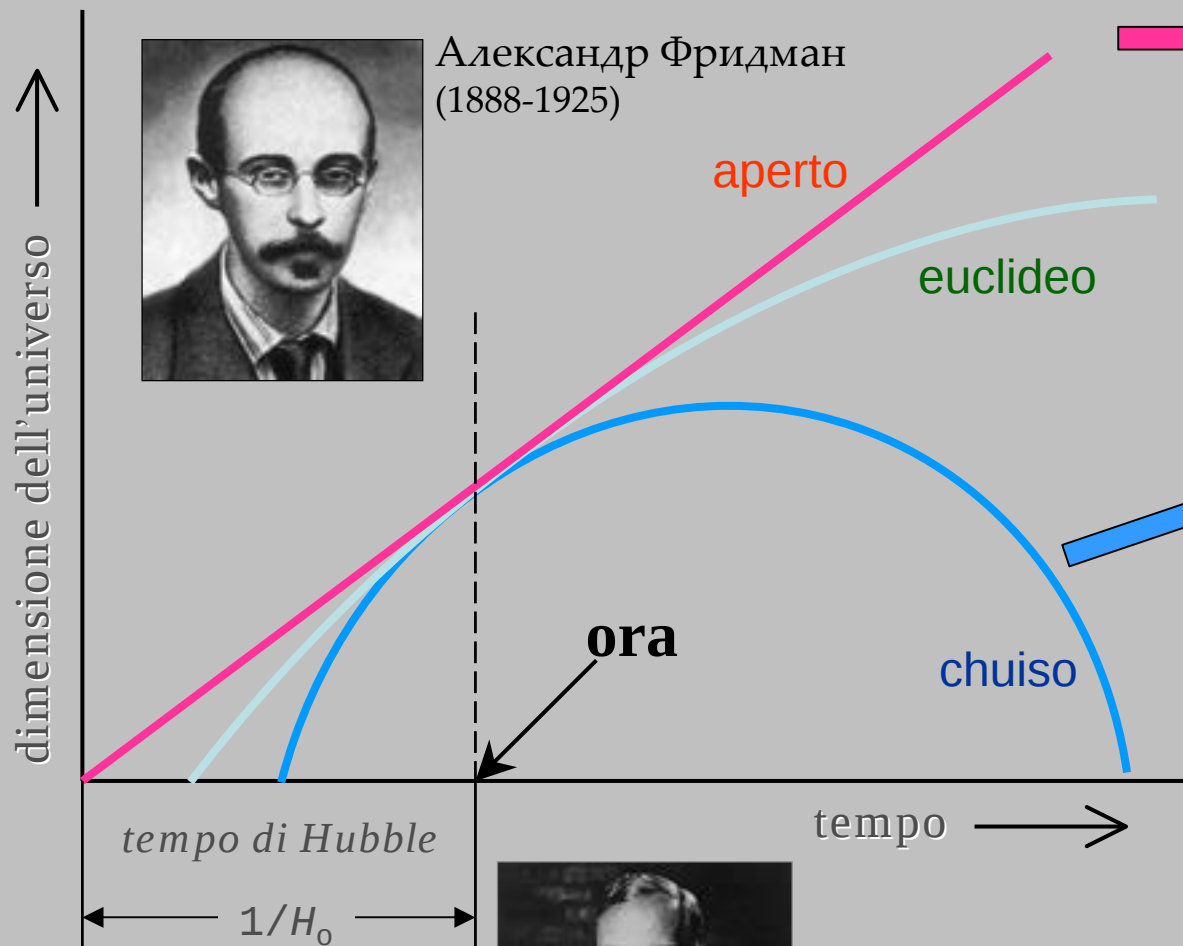
*Обратим направление
времени ...*



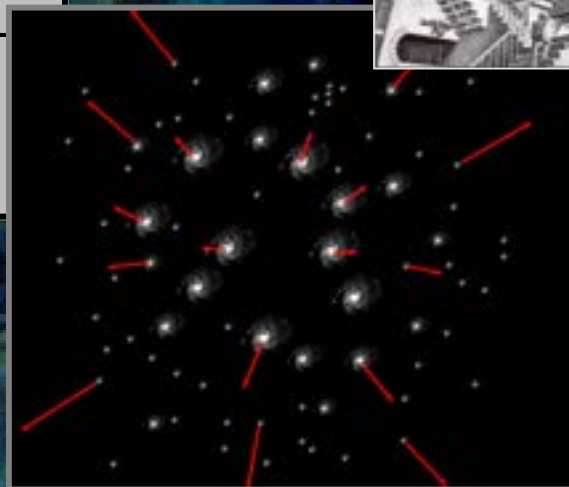
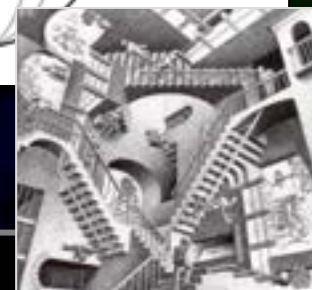
*Для нас вселенная
сжимается в точку*

При типа расширения

Три типа пространства



Александр Фридман
(1888-1925)



Георгий Гамов
(1904-1968)



Conseguenza delle conseguenze Большой Взрыв

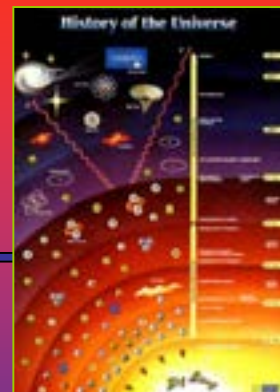


Время нарастает (из прошлого в будущее)

уменьшение

температуры T и плотности ρ

Стрела времени (от простого к сложному)

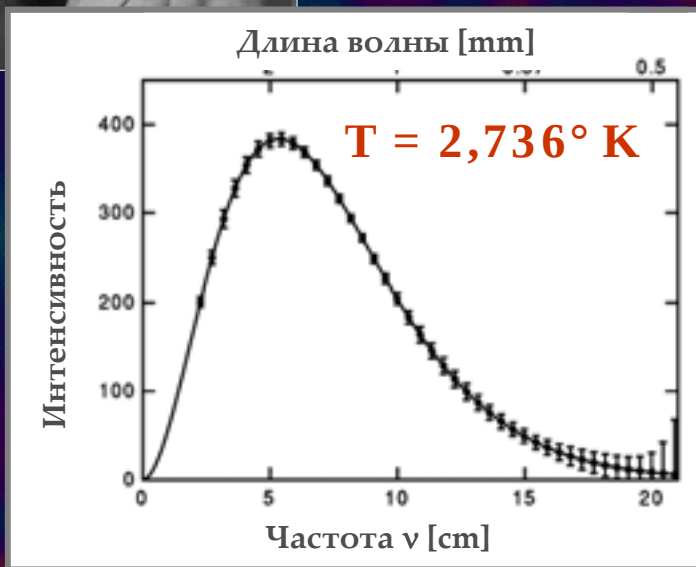


Реликтовое излучение



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

ЧЕРНОЕ
ТЕЛО
 $T \approx 3^\circ\text{K}$



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»

Что еще ?

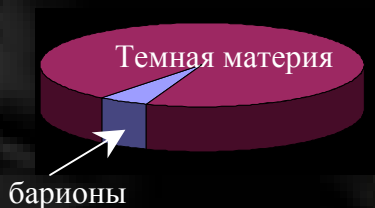


Hubble Deep Field South

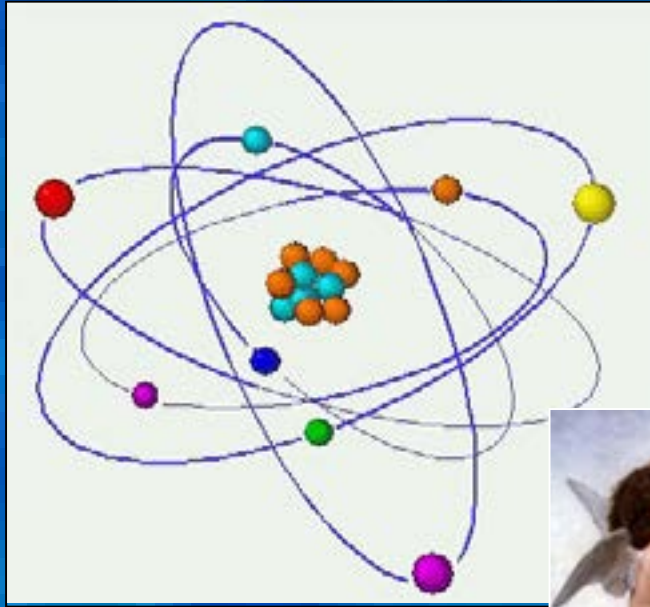
*Вселенная состоит из материи неизвестного
типа, которая имеет массу, но не излучает
свет.*

Поэтому она называется

Темная Материя (Dark Matter)



В стандартной модели, $\Omega(\text{барионы}) < 0.05$



J.M.W. Turner



Michelangelo



Zdzisław Bielecki



Ilya Repin

ну, и ... ?????????



Сверхновая



астроном...

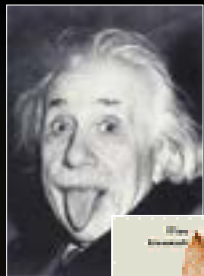


SN1987A



Крабовидная туманность

Сейчас астрономы думают, что



существует

Темная энергия

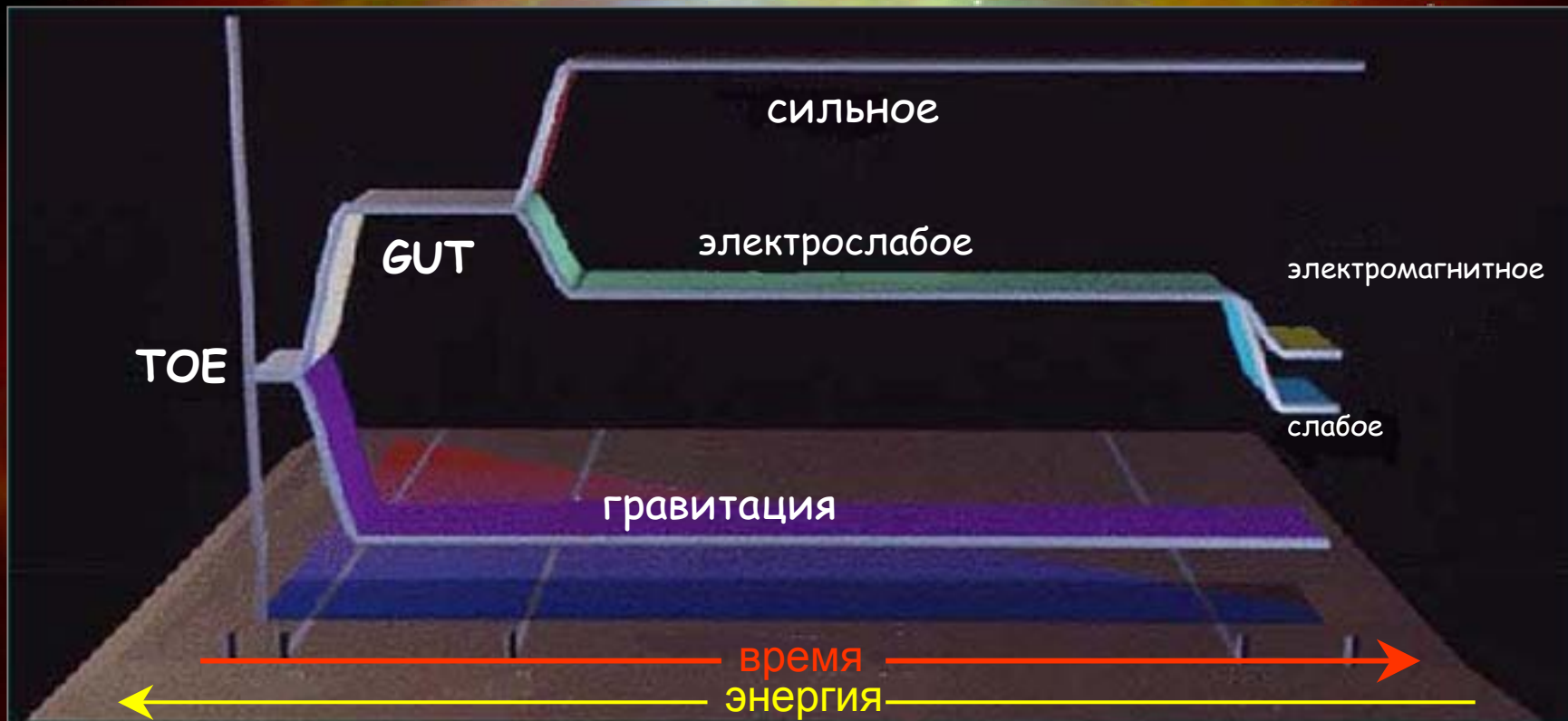


(Dark Energy),

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

Новая физика

Четыре силы объединяются при
высокой энергии



вчера

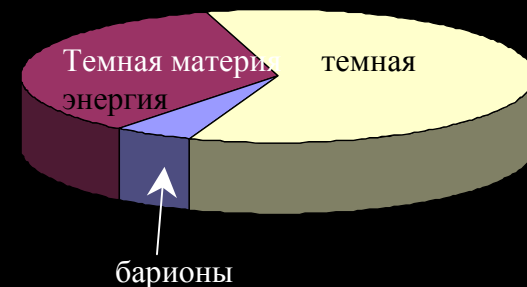


земля
вода
огонь + квинтэссенция
воздух



Aristotele
(384-322 a.C.)

Empedocle
(495-435 a.C.)



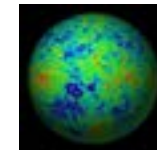
сейчас

Барионная
материя + темная энергия или квинтэссенция
темная материя



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 и WMAP.



Сейчас

Большой Взрыв

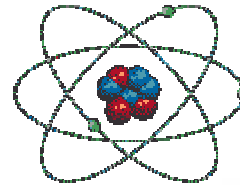
300-тысяч лет с Большого
Взрыва $T \sim 3000^\circ\text{K}$





Jacqucs-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



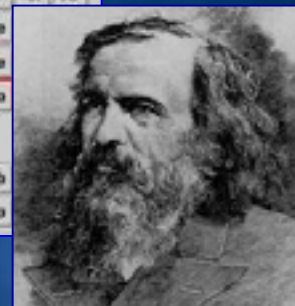
Мы дети этих звезд!



I.Repin
Primavera

Periodic Table of the Elements - New Form

1																	18		
H	2											13	14	15	16	17	He		
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	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	Uug	Uup	Uuh														
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					



Dmitri Mendeleev
(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

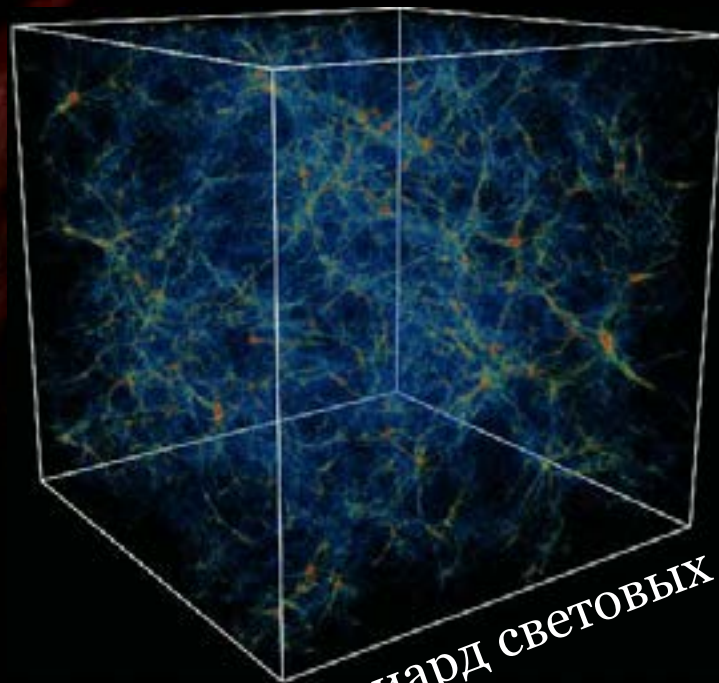
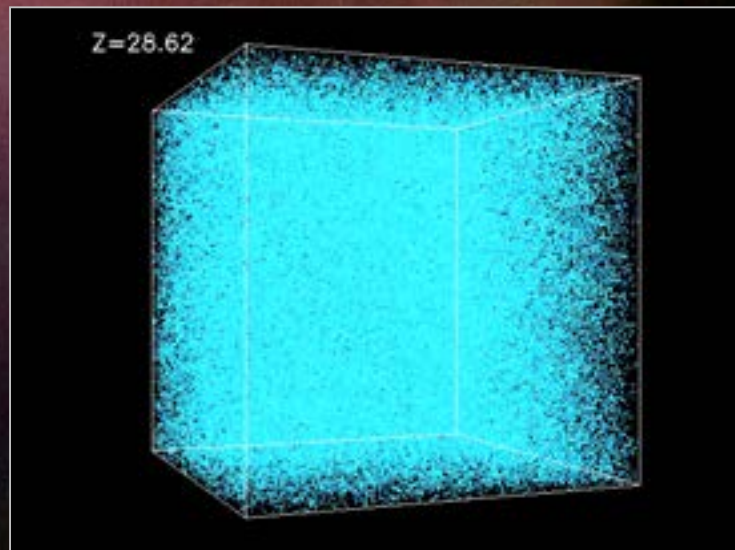
Большой Взрыв

1 миллиард лет с
Большого Взрыва



Формирование крупномасштабной структуры Вселенной, рождение галактик

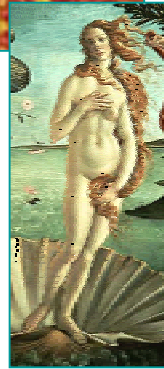
Красное смещение: уменьшается от прошлого к настоящему



миллиард световых лет



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

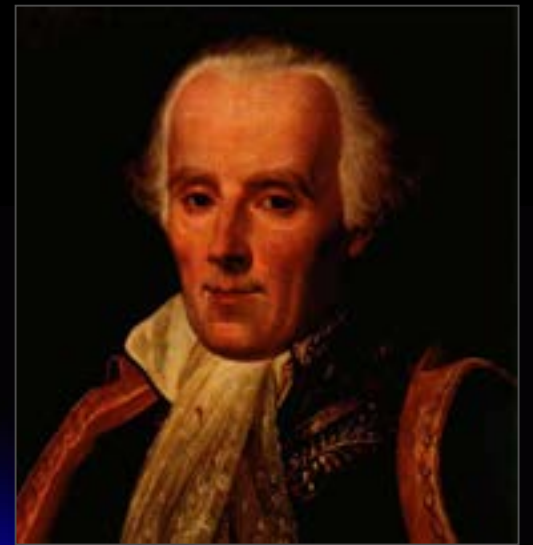
Сейчас

Большой Взрыв

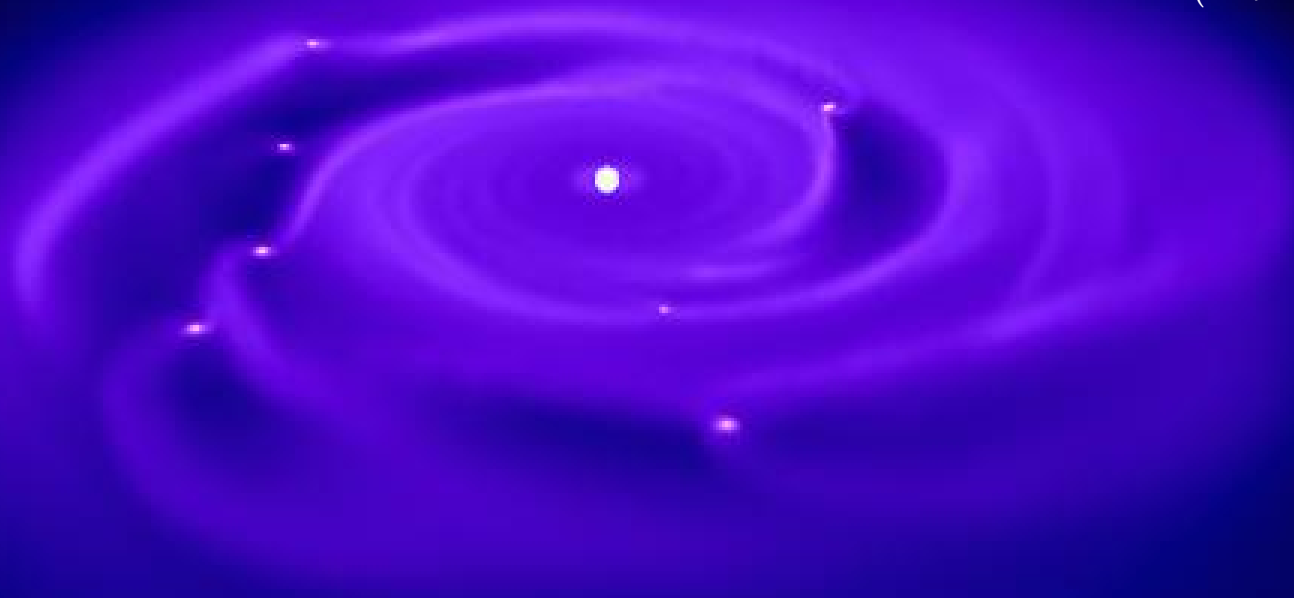
9,2 миллиарда лет с Большого Взрыва

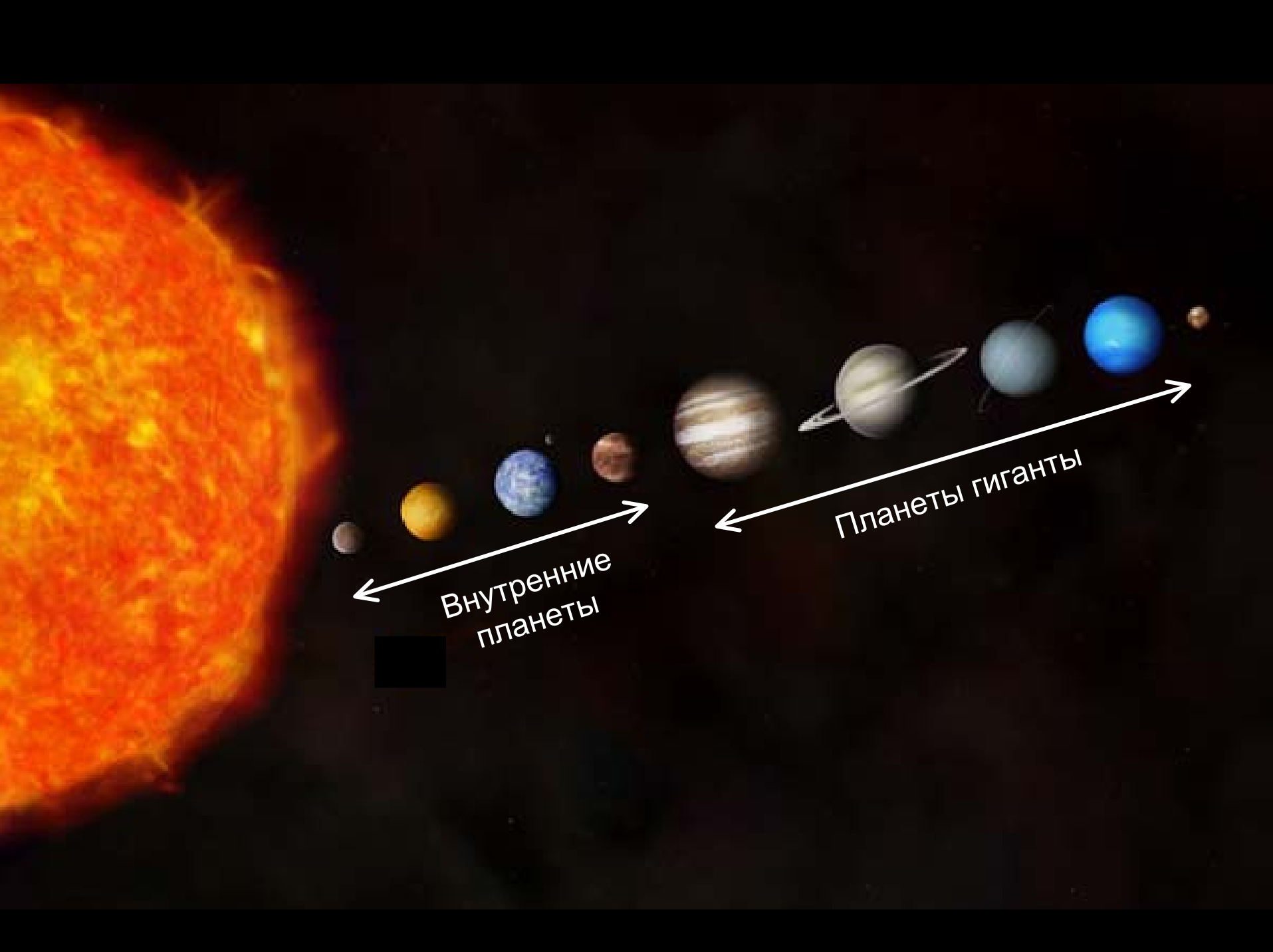


*Солнечная система родилась из-за
гравитационной неустойчивости
газово-пылевой туманности.*



Pierre Simon de Laplace
(1749-1827)





Внутренние
планеты

Планеты гиганты

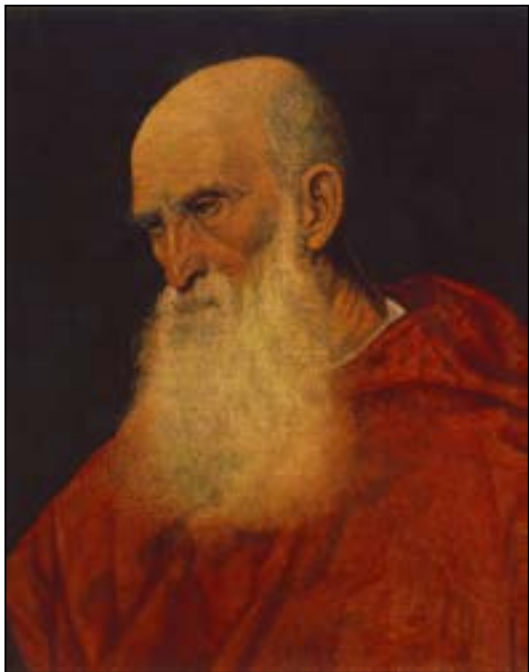
*Рождение жизни
на Земле*





65 миллионов лет назад,
Мексиканский залив





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

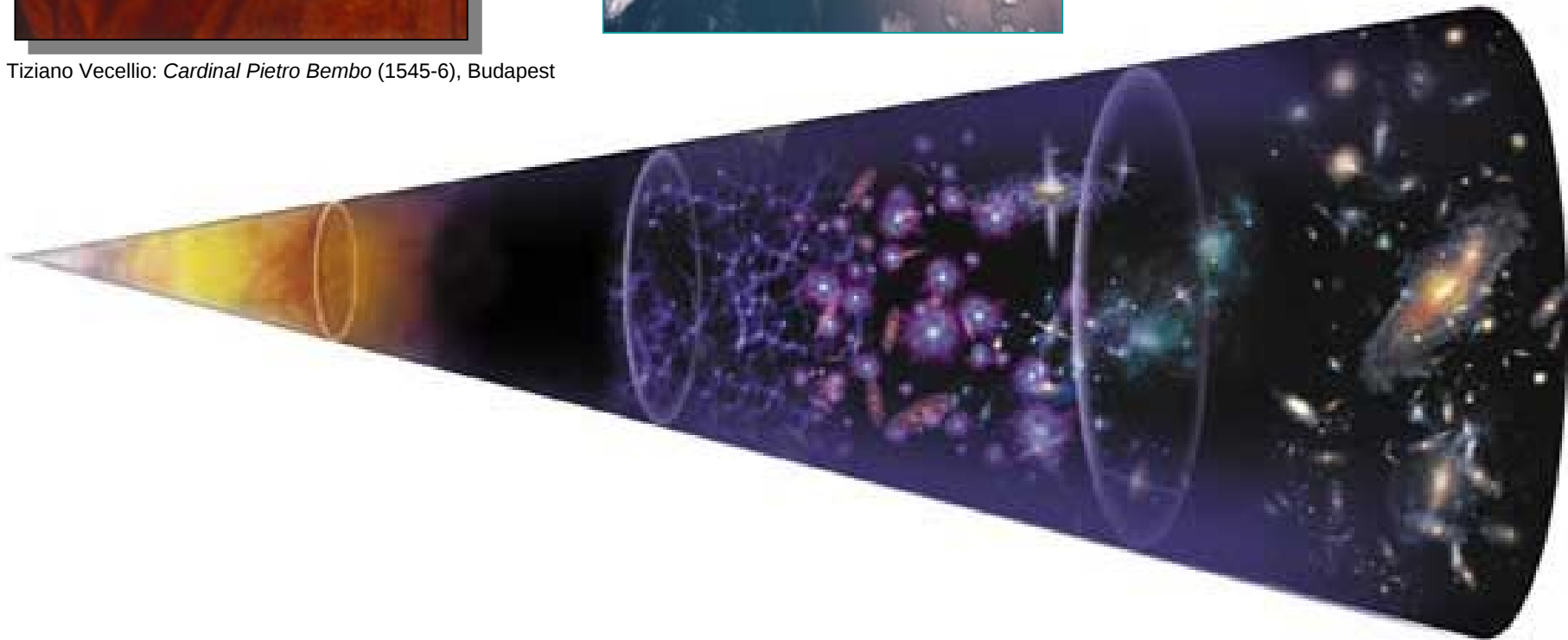


Сейчас возраст
Вселенной 13,7
миллиардов лет **(80
лет)**.



Сейчас

Большой Взрыв



COSMOLOGY MARCHES ON



Откуда, черт возьми, это все ?

European Southern Observatory, La Silla, Анды, Чили

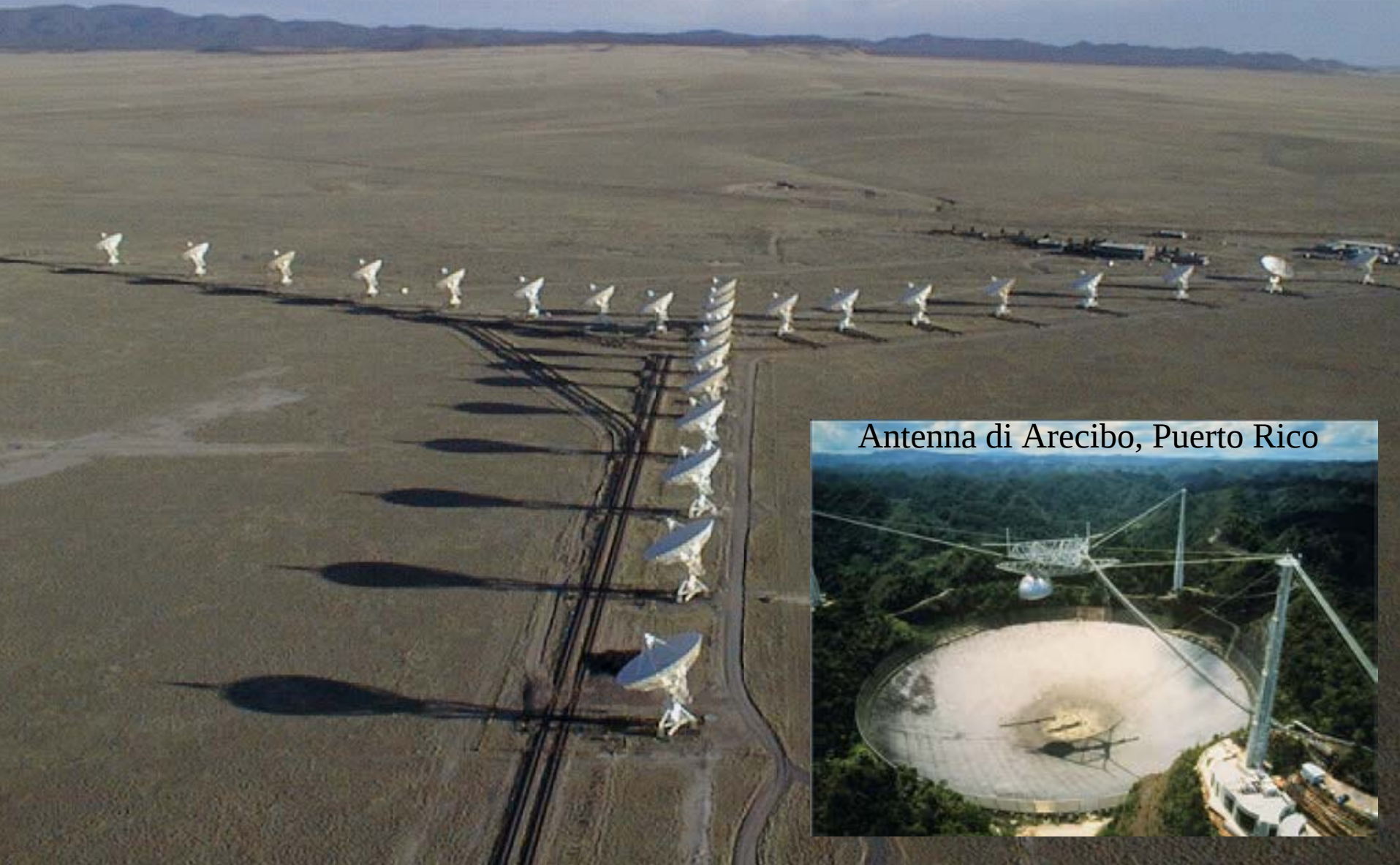


Обсерватория *Roque de los Muchachos* La Palma, Канарские острова, Испания

Galileo – итальянский телескоп

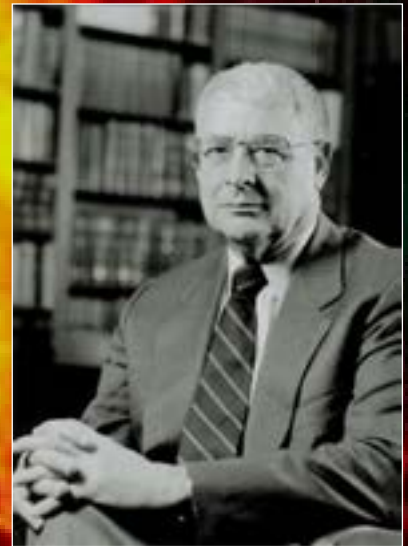


VLA:
радиоинтерферометр в
Socorro, New Mexico



Antenna di Arecibo, Puerto Rico





Riccardo Giacconi

Chandra X-ray Observatory

Chandra

HST

Аккреционный
диск
вращающийся
вокруг
Крабовидной
туманности