

پیدایش و تکامل عالم

Julieta Fierro, Susana Deustua, Beatriz García

*International Astronomical Union,
National Autonomous University of Mexico, México
Space Telescope Science Institute, USA
ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina*



جهان شامل همه چیز است:

فضا

ماد

انرژی

زمان



جهان سیر تکاملی پیوسته دارد.

هر ماده در جهان تغییر می کند

همانطور که نظریات ما در مورد آن ها تغییر

می کند.



کمتر از یک قرن است که بشر توانسته است با رصد های نسبتا کافی ماهیت جهان را بشناسد و تحقیقات علمی را در این زمینه انجام دهد.



در چند دهه اخیر بشر به اطلاعاتی در مورد جهان دست یافته است و آن ها را مورد بررسی قرار داده است، پیش از آن تنها فرضیات وجود داشتند.



درک بصری ما از جهان مدل استاندارد تئوری بیگ بنگ نیست.

از نظر تاریخی فرهنگ های مختلف قصد در تعریف جهان داشتند. برای مثال، بابلی ها تصور می کردند که زمین مسطح است با ارتفاعات و زوایای مشخص که فیل هایی از آن نگه داری می کنند که آن ها نیز بر روی یک لاک پشت قرار گرفته اند و توسط یک مار احاطه شده اند. آن ها وقوع زلزله ها را ناشی از حرکت این فیل ها می دانستند.



آزمایش مدل بابلی ها

سایه ی فیل ها و لاک پشت به هیچ وجه شبیه
سایه ی زمین روی ماه نیست.



فقط یک کره همیشه سایه ی دایره ای دارد. در
ماه گرفتگی زیر قابل مشاهده است.



پیشرفت های علمی

*انعکاس

*تفکر در رابطه با سوال هایی که ما درباره ی ماهیت جهان داریم

*آزمایش کردن

*تفکر درباره ی نتیجه ها

*عمومی کردن دانش های جدید از طریق مقاله ها

*وقتی متفکران ایده های ما را شکل می دهند، دانش رو به جلو حرکت می کند.

و در این مسیر ما با بعضی از دیدگاه های اشتباه آشنا می شویم. در واقع ما از اشتباهاتمان درس

می گیریم.



مدل استاندارد بیگ بنگ

*این مدل یکی از ساده ترین مدل ها است و درباره ی مشاهدات زیر توضیح می دهد:

*انبساط و گسترش کیهان

*تابش پس زمینه کیهانی

*نسبت فراوانی ماده ی شیمیایی

*همگنی

مدل های دیگری نیز وجود دارد.

علم ادعای داشتن حقیقت را ندارد... این غیر قابل دستیابی است.



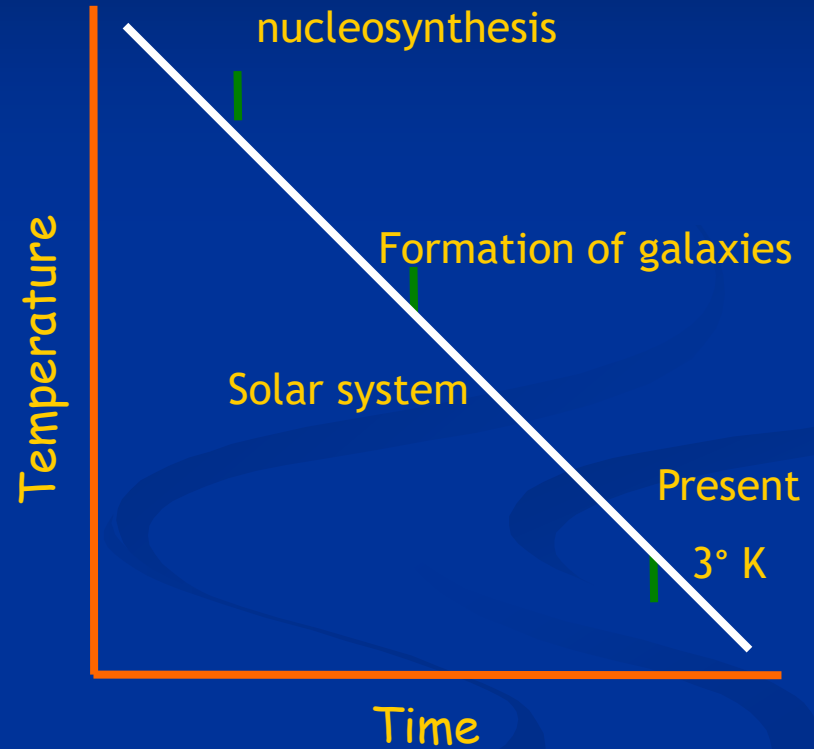
گسترش جهان

*جهان چهارده میلیارد سال قبل تشکیل شده است.

*وقتی انرژی از نقطه ای کوچک آزاد شد، همه چیز شروع شد.

*این انرژی طی فرایندی گسترش یافته و سرد شد.

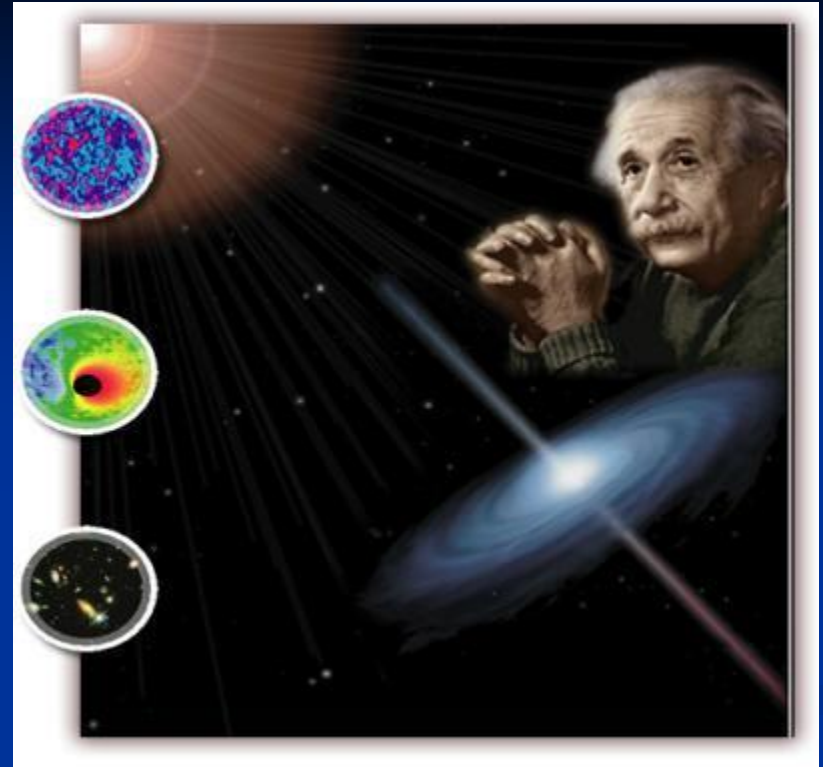
*در نتیجه این انرژی به ماده تبدیل شد.



* علم فیزیک، زمین را مورد مطالعه قرار داد و برای ادامه درک کیهان ما به علم اخترفیزیک نیاز داریم. آلبرت انشتین کشف کرد که انرژی می تواند به ماده تبدیل شود و برعکس، در ابتدای تشکیل جهان انرژی به ماده تبدیل شد

* درون ستاره ها انرژی به ماده تبدیل شد

* و این دلیل درخشش ستاره هاست.



رابطه ی بین ماده و انرژی

$$E = mc^2$$

q , leptons

p⁺ n e⁻

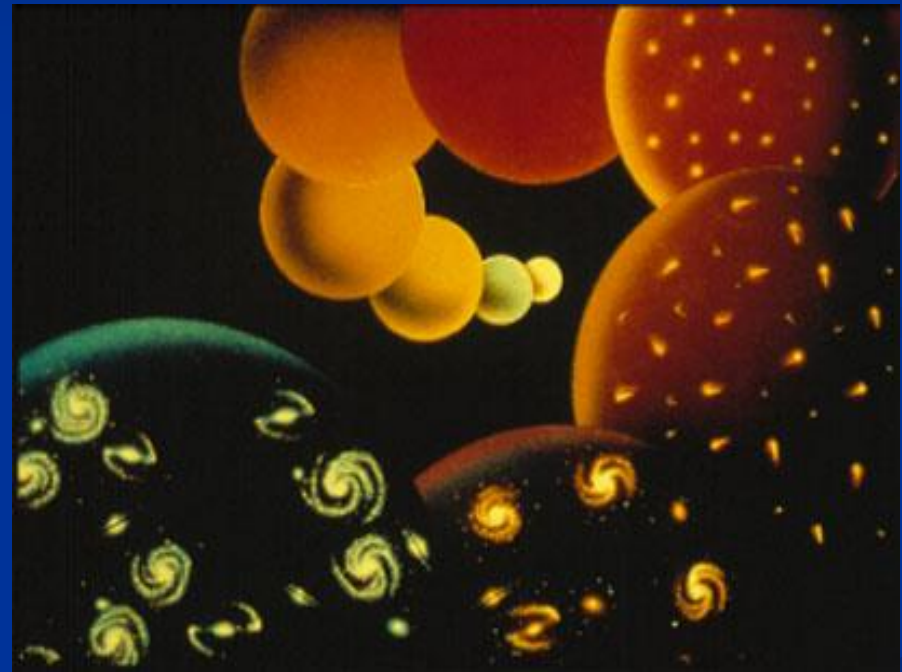


در ابتدا تمام ماده ها یونیزه شده بودند

*سپس آن ها به اتم های خنثی تبدیل شدند.

*اتم ها ابر هایی را تشکیل دادند و داخل این ابر ها اولین کهکشان ها به وسیله اولین ستاره ها ایجاد شدند.

*بعد از آن سیاره های سنگی همانند زمین تشکیل شدند و اولین حیات ظاهر شد.



سیر تکاملی مواد شیمیایی

*پروتون ها، نوترون ها و الکترون در اولین دقیقه شکل گیری جهان به وجود آمده اند، این ذرات ساده ترین اتم ها (H و He) را به وجود آوردند.

$$E = mc^2$$

H -Formed by a proton p⁺

4 H -Turns to He + 2ν + 2e⁺ + 2γ

*بقیه ی عناصر درون ستاره ها از طریق واکنش های گرمای هسته ایی به وجود آمدند .

*سنگین ترین اتم ها مانند اورانیوم، با انبساط ستاره ها و خروج ذرات و برخورد آن ها به وجود می آیند.

*هزاران میلیون ها سال از انفجار بیگ بنگ می گذرد، از طریق تکامل درون ستاره ایی عناصر دیگری غیر از هیدروژن و هلیوم به وجود آمده اند.



فیزیک و کیهان شناسی

*ما می توانیم ماهیت زندگی روزانه را از طریق کوارک ها، ذرات پایه مانند: پروتون، نوترون و لپتون ها {معروف ترین آن ها الکترون است} و اثر متقابل آن ها مانند الکترو مغناطیس. توضیح دهیم.

Family			Interaction
lepton	electron	neutrino	Electromagnetic force
quarks	top	bottom	Strong force
baryon	proton	neutron	Week force, strong force

ساده کردن این مدل به ما کمک میکند تا جهان اولیه که در آن ماده به انرژی و انرژی به ماده تبدیل می شود را بفهمیم.



از طریق مشاهده موارد زیر می آموزیم:

*خواص فیزیکی اجرام سماوی

*اندازه ها و فاصله ها

*زمان ها و سن ها

*سرعت انبساط جهان

*دمای تابش پس زمینه ای کیهانی

*ترکیب شیمیایی

*ساختار جهان

*چرا شب تاریک است

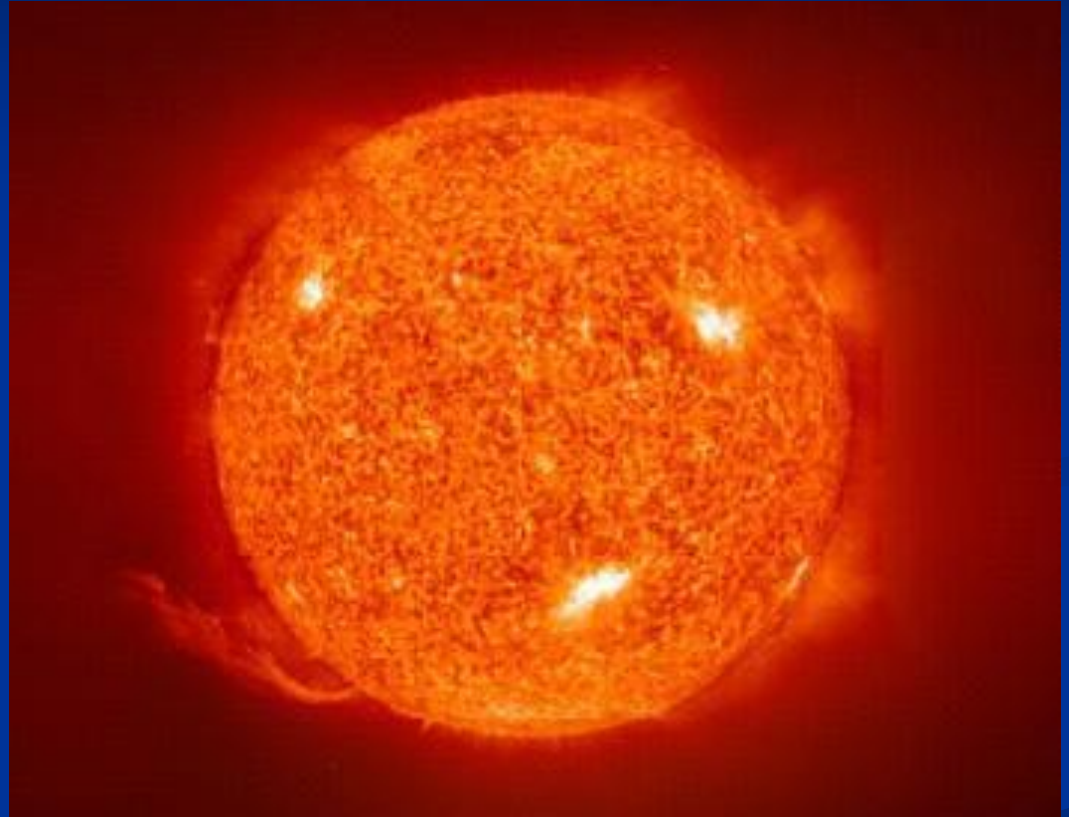
*وجود ماده تاریک و انرژی تاریک



خورشید :

*بیشترین اجرامی که مورد مطالعه قرار گرفته اند، روشن ترین آن ها هستند. (آسانتر جهت مطالعه و بررسی).

*خورشید و سایر ستارگان بیشترین اجرام شناخته شده هستند.



سیاره های فرا خورشیدی:



*علاوه بر ستاره ها، در سال های اخیر صدها سیاره در کنار ستارگان دیگر کشف شده اند، نه به علت اینکه نور ساطع می کنند، بلکه به علت اینکه با چرخش به دور ستاره در نور آن انحنای ایجاد می کردند.

حیات:



مشخصه ی دیگر این جهان حیات است. بشر تاکنون نتوانسته است حیات را خارج از کره زمین کشف کند.

ما بر این باور هستیم که برای رشد و نمو به آب نیاز است، به این علت که تبادل مواد و آرایش مولکول های پیچیده را تسهیل می کنند.

ماده ی میان ستاره ای

فضای بین ستارگان خالی نیست، این فضا با ماده ی میان ستاره ای پر شده است. این ماده ای است که ستارگان جدید از آن تشکیل می شوند.

ستارگان در میان ابرهایی از گاز و غبار شکل می گیرند. ابر ها متراکم شده و ستارگان جدید را تشکیل می دهند. ستارگان بیشترین قسمت از عمرشان را به تبدیل کردن گاز هیدروژن به هلیم و انرژی در هسته ی خود می پردازند.

سپس کربن، نیتروژن و اکسیژن (عناصر سازنده ی انسان) را می سازند.



چرخه زندگی ستاره های شبیه به خورشید :



*وقتی سوخت ستاره به پایان می رسد، ستاره شروع به بیرون پرتاب کردن ذراتی که در درونش سا خته شده است، می کند.. پس از هر نسل ستاره ای ، فضای میانی ستارگان -جایی که ستارگان متولد می شوند- شامل مقدار بیشتری از این عناصر می شود.

خوشه ها

بسیاری از ستارگان در خوشه هایی که شامل ۱۰۰ الی ۱۰۰۰۰۰۰ ستاره می شوند متراکم شده اند.



جعبه جواهر، خوشه ی ستاره ای باز



اومگا قنطورس، خوشه ی ستاره ای گروهی

کهکشان ها

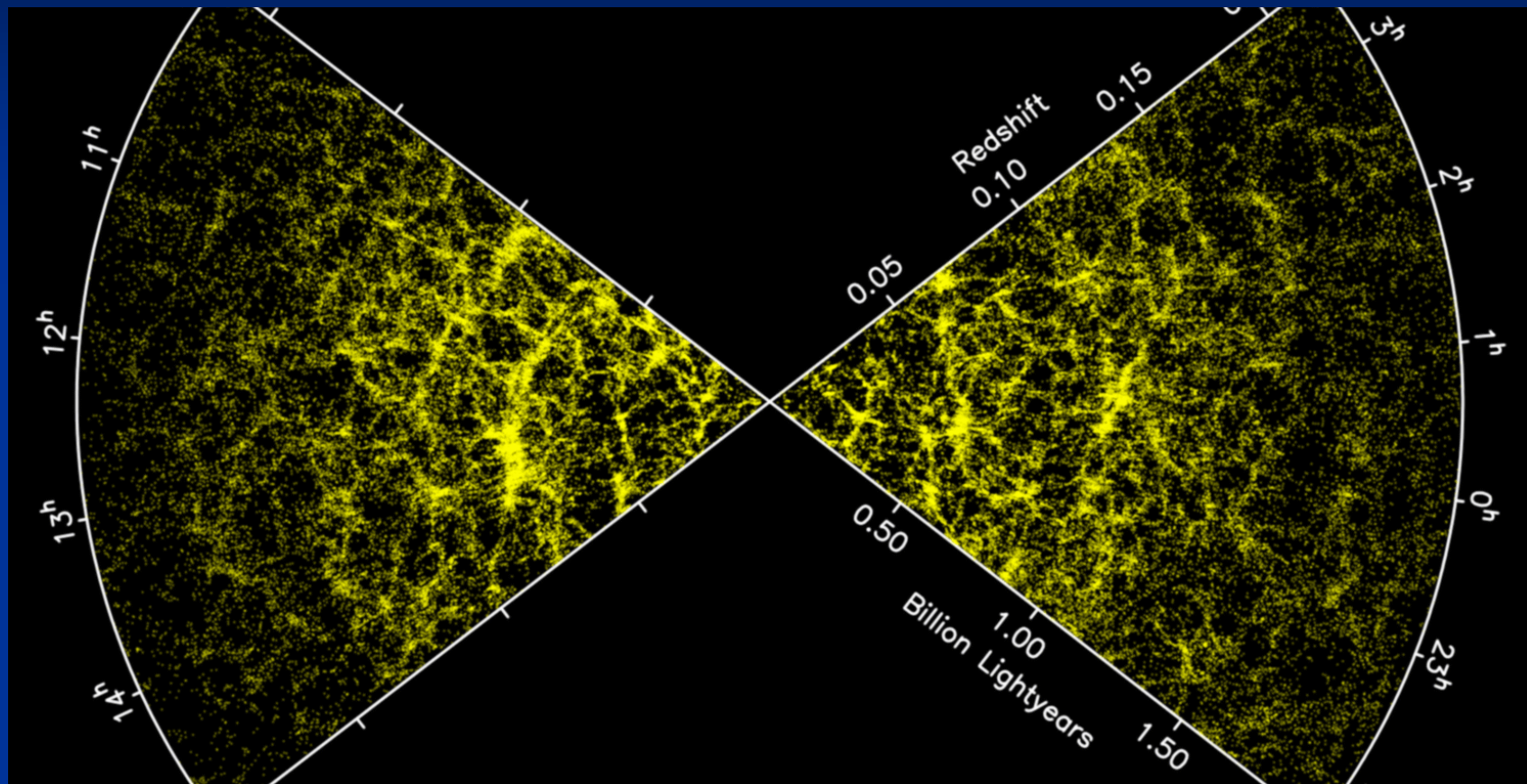


Whirlpool Spiral Galaxy
Source: Hubble Space Telescope

کهکشان ها به نحو خوبی گرد هم آمده و کنار یکدیگر قرار گرفته اند. کهکشان های مارپیچی مانند کهکشان ما، ۱۰۰ میلیارد ستاره دارند. هر کهکشان مجموعه ای از ستاره ها، سیاره ها، قمرها، دنباله دارها، گاز، غبار و ماده ای که به اصطلاح ماده تاریک نامیده می شود، هست.



جهان رشته ای



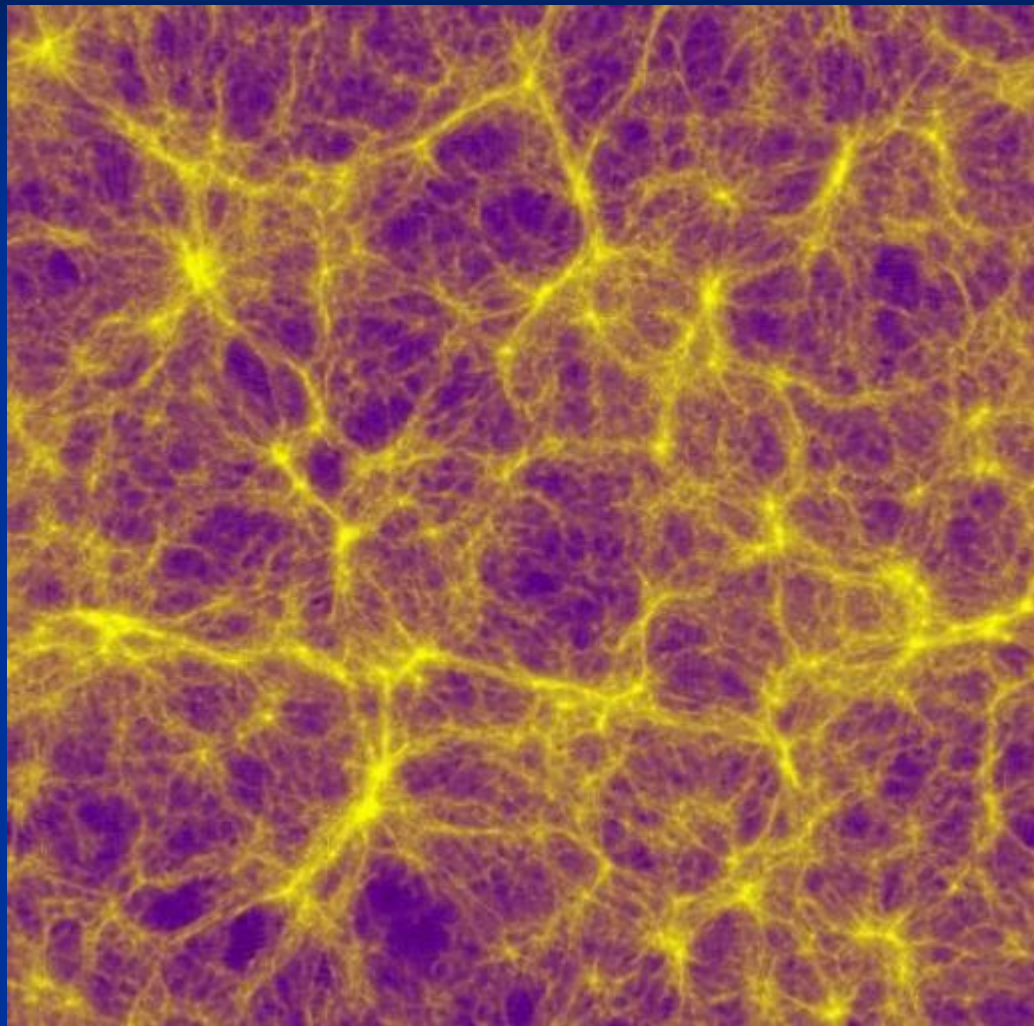
مجموعه های کهکشانی در فضایی که جهان رشته ای نامیده می شود قرار دارند.

جهان مانند یک حمام حباب است که در آن مواد فضای خالی را با
کهکشان‌ها پر کرده و با گذشت زمان حجم این فضای خالی
بزرگتر می‌شود.



با گسترش کیهان، فضای میان خوشه‌های کهکشانی افزایش پیدا کرده و جهان بیشتر تغییرش
کل می‌دهد.

مدل جهان رشته ای



خوشه ها و ابر خوشه ها ی کهکشان
ی همانند قرار داشتن روی سطح ی
ک حباب بر سطح این رشته ها قرار
دارند.

این مدل با مشاهدات هماهنگ است.

Source: Millenium Project
Max Planck Institute.



ساختار جهان: به هم پیوسته

- ستارگان در خوشه ها قرار دارند.
- خوشه های ستاره ای در کهکشان ها قرار دارند.
- کهکشان ها خوشه هایی ایجاد می کنند که از تعدادی و یا هزاران کهکشان تشکیل می شوند.
- بزرگترین ساختار جهان، رشته ها هستند که از خوشه های کهکشانی و یا ابر خوشه های کهکشانی تشکیل می شوند.

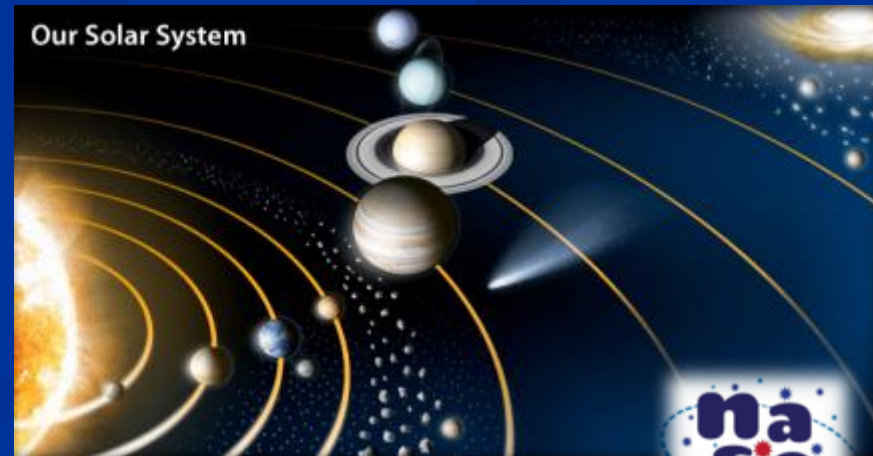
اندازه ها در کیهان:

* ما می توانیم اندازه یک متر
را ، شبیه به یک کودک
در نظر بگیریم و حتی واحد
ی هزار بار بزرگتر از آن ،
یک کیلومتر و ... را
تخمین بزنیم.



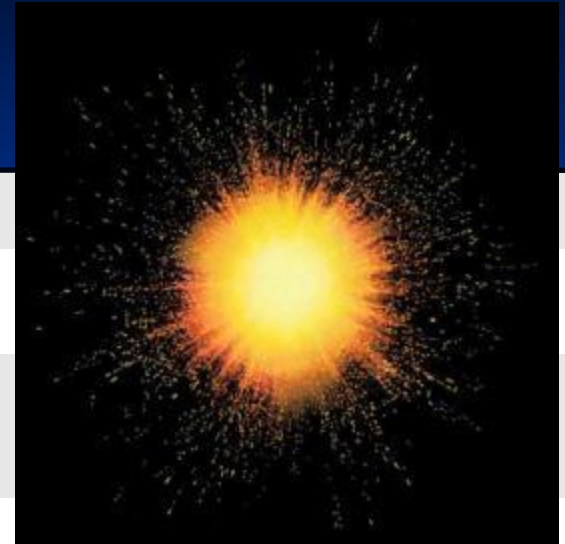
فاصله ای هزار بار بیشتر از یک کیلومتر، یعنی هزار
کیلومتر را می توانیم ظرف چند ساعت
توسط هواپیما بپیماییم.

* برای رسیدن به ماه ما به سه روز و برای طی کرد
ن فاصله خورشید تا مشتری چندین سال نیاز داریم.
فاصله ما تا ستاره های نزدیک هزاران بار بیشتر ا
ست.



زمان در کیهان به سال:

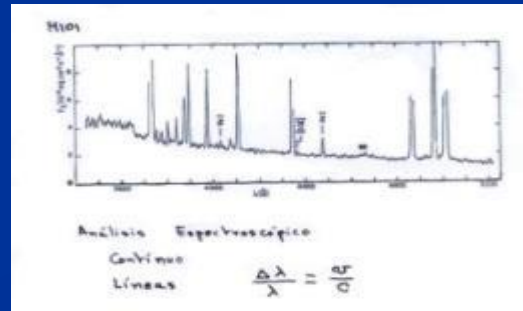
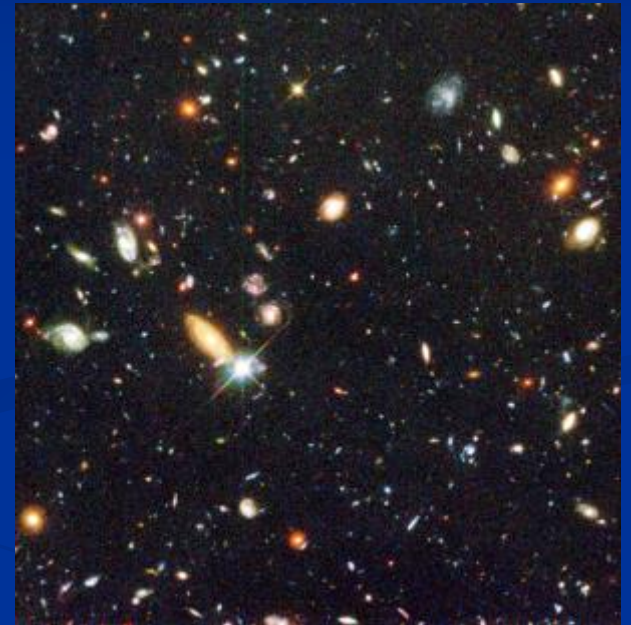
پدیده بیگ بنگ	14 000 000 000
شکل گیری کهکشان	13 000 000 000
شکل گیری منظومه خورشیدی	4 600 000 000
ظهور حیات در کره زمین	3 800 000 000
ظهور حیات پیچیده	500 000 000
ظهور دایناسورها	350 000 000
انقراض دوره کرتاسه	65 000 000
ظهور انسانهای امروزی (تکامل یافته)	120 000



پیدایش انسان بسیار نزدیک بوده است

مشاهده ی جهان

شما می توانید با بررسی تصاویر ستارگان، مکان و یا موقعیت ظاهری ستاره یا مقدار نوری که ساطع می کند را مشخص کنید. با کمک طیف می توانند سرعت ستاره هارا اندازه گیری کرد. این چیزی است که با نام اثر داپلری نور شناخته می شود. با آنالیز کردن نوری که ستاره ها و کهکشان ها از خود تشعشع، بازتاب یا جذب می کنند می توان از ماهیت ان ها آگاه شد. (اثر داپلری)



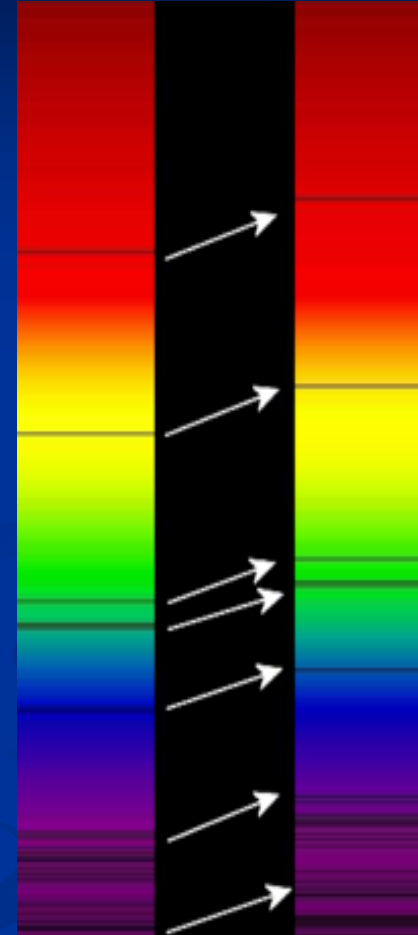
ارکان مدل استاندارد

1) گسترش کیهان :

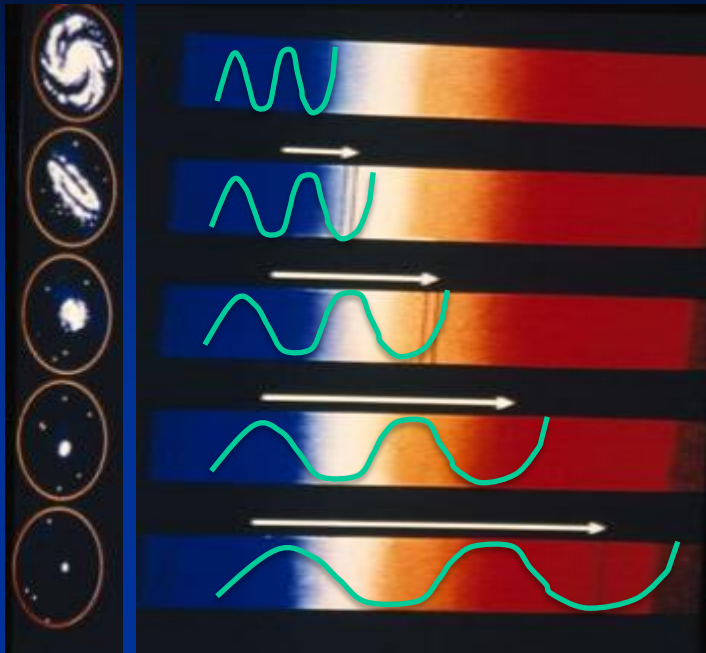
اثر داپلری وقتی به قرمزی می گراید، انبساط را نشان می دهد. (اگر ستاره ها به بیننده نزدیک شوند، نورآبی تر و اگر دور شوند نورشان قرمز می شود) گر وه های کهکشان ها در حال دور شدن از یکدیگرند و هر چه دورتر باشند، با سرعت بیشتری از هم دور می شوند.

2_ فراوانی های شیمیایی در جهان

در دقایق ابتدایی کیهان، فقط هیدروژن و هلیم تشکیل شدند. انبساط تولید را متوقف کرد. تابش، انرژی خودش را از دست داد و دیگر امکان تبدیل پروتون ها نوترون ها وجود نداشت. سپس کربن، اکسیژن و نیتروژن در مرکز ستاره ها به وجود آمدند و پس از مرگ ستارگان، این عناصر با مواد بین ستاره ای ترکیب شدند.



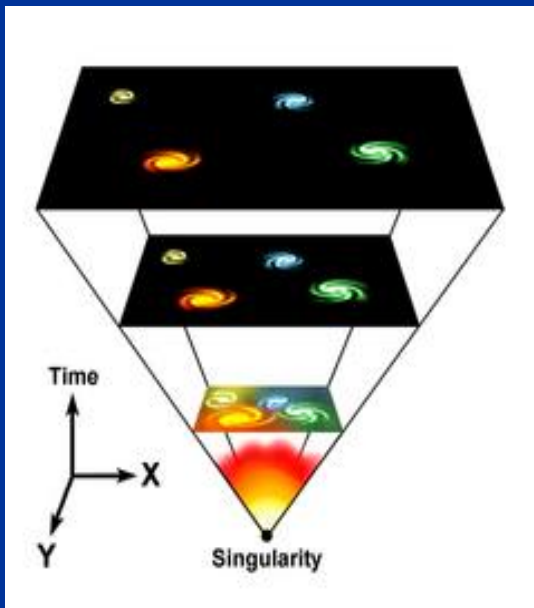
انبساط کیهان:



فضا انبساط می یابد و فوتون های تابشی کشیده می شوند. ر گذشته پرتو های گاما با طول موج بسیار کوتاه بوده اند، امروزه ما آن ها را به صورت امواج رادیویی مشاهده می کنیم.

با اندازه گیری انبساط کیهانی ما توانستیم عمر جهان را که 14 حدود میلیارد سال است را محاسبه کنیم.

این تخمین، بسیار بیشتر از عمر اندازه گیری شده برای قدیمی ترین ستاره ها است.



تابش پس زمینه ی کیهان

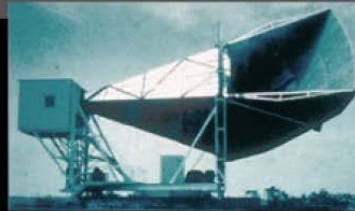
ماموریت های

COBE, WMAP
PLANCK و

نقشه ای از آسمان براساس امواج
پس زمینه کیهان تهیه کرده اند،
هر بار با جزییات بیشتر و شناسایی
کوچکترین نوسانات.

نشانی از توده های مواد که
کهکشان ها از آن ها شکل گرفته
اند.

1965



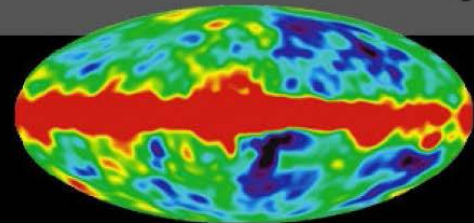
Penzias and
Wilson



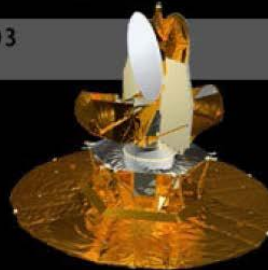
1992



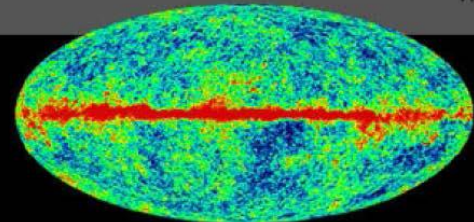
COBE



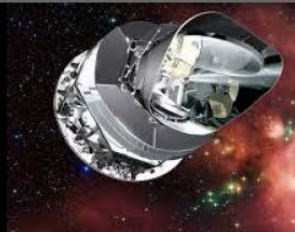
2003



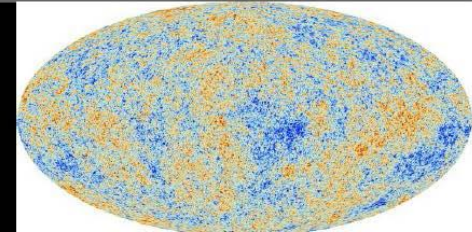
WMAP



2015



Planck



آیا برای جهان لبه یا مرزی وجود دارد؟



یک شرط ضروری برای ثبات جهان، ادامه پیدا کردن انبساط آن است. وگرنه، در صورت توقف، ما جهان را به همین شکل فعلی می بینیم.

این یکی از ارکان اصلی مدل بیگ بنگ (انفجار بزرگ) است.

هیچ گونه مرکزی برای این انبساط وجود ندارد...

آیا نیروی گرانش بر جهان تسلط دارد؟



جهان جرم دارد به این دلیل از نیروی گرانشی بسیار بالایی برخوردار است.

نیروی گرانشی جذب می کند.

انبساط بیگ بنگ (انفجار بزرگ) این

نیروی گرانشی را خنثی می کند.

جهان در حال شتاب گرفتن است و م

نبع انرژی ای که مسئول ایجاد این

شتاب است، هنوز ناشناخته است.

به هنگام مشاهده ی کهکشان های دور، می بینیم که آن ها در گذشته چگونه بوده اند.

کهکشان های نزدیک متفاوت از کهکشان های دور اند.

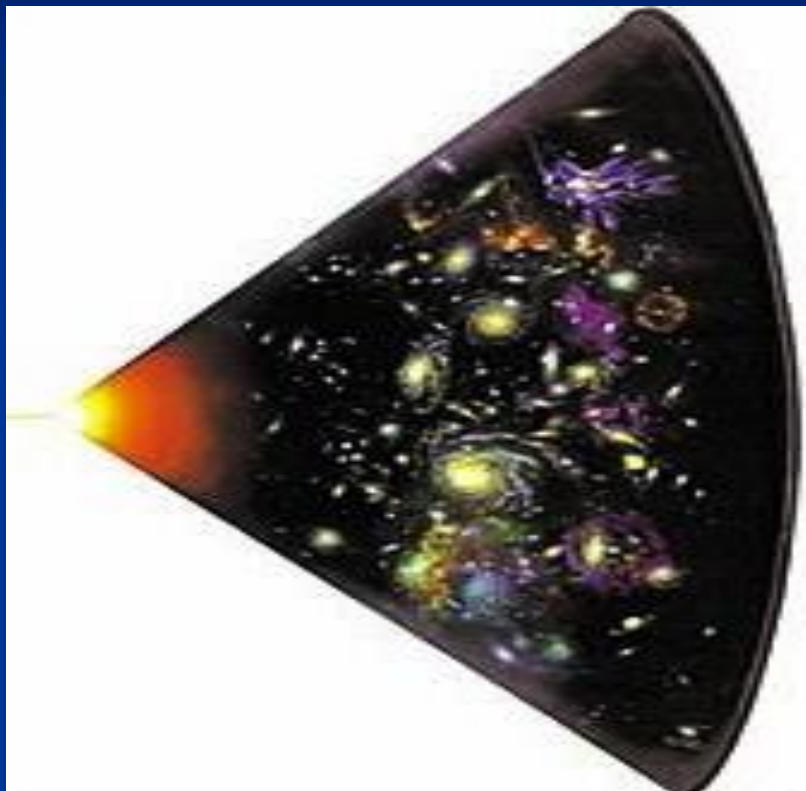


1: کهکشان مارپیچی نزدیک

کهکشان های دور کوچک و بی نظم هستند.



تکامل:



آنچه ماورای کیهان است مرزی است که ما در مورد آن اطلاعی نداریم.

ما نمی توانیم ستاره هایی را مشاهده

کنیم که رسیدن نور آن ها به ما

14 میلیارد سال طول می کشد.

اگر جهان ما کوچک بود، ما تنها از

بخشی کوچک اطلاع داشتیم و اگر

نامحدود بود این بخش بسیار ناچیز بود.

بخش نامرئی جهان شامل 95% ماده و انرژی تاریک
است که با توجه به اثر آن بر روی اشیای عینی شناسا
یی شده است.
ما نوع ماده ای را که سازنده ی آن است را نمی دانیم.



سطح دریا:



به نظر می رسد که ما زیست شناسان دریایی باشیم و
لی ما فقط می توانیم سطح دریا را ببینیم

اعماق دریا:

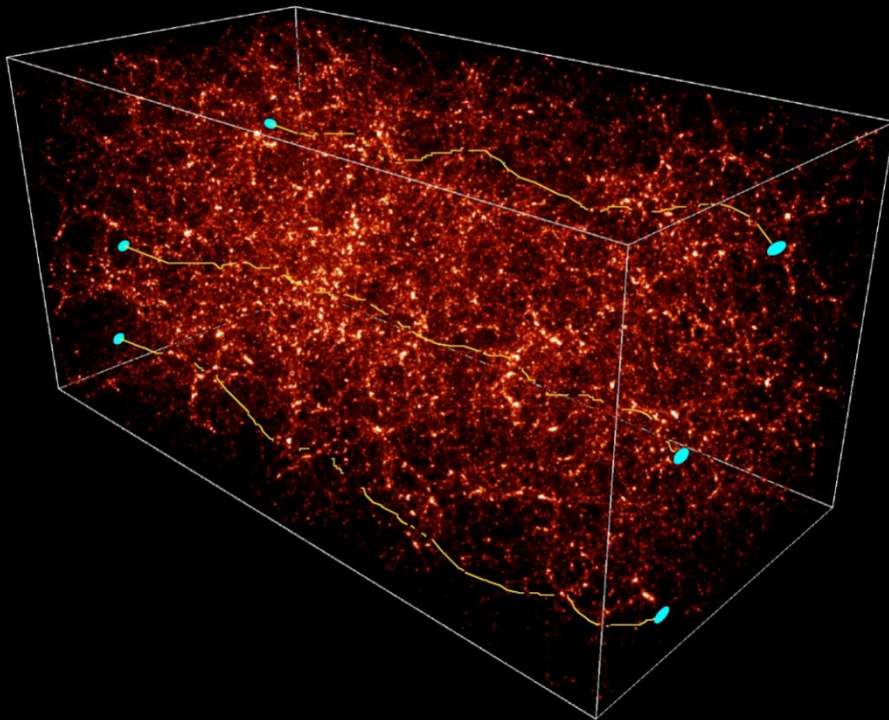


اگر ما از نزدیک به اعماق دریا نگاه کنیم می توانیم
یک گوناگونی و تفاوت عظیمی را ببینیم.

ماده ی تاریک:

با وجود آن که ما همه ی اجرام نجومی یافت شده را می شناسیم بیش از هزاران جرم دیگر وجود دارد که ما هیچ گونه اطلاعاتی به جز توده ای که این اجرام را در برمی گیرد، نداریم. همچنین درباره ی شکل و چگونگی سازماندهی آن ها اطلاعی نداریم.

DEFLECTION OF LIGHT RAYS CROSSING THE UNIVERSE, EMITTED BY DISTANT GALAXIES



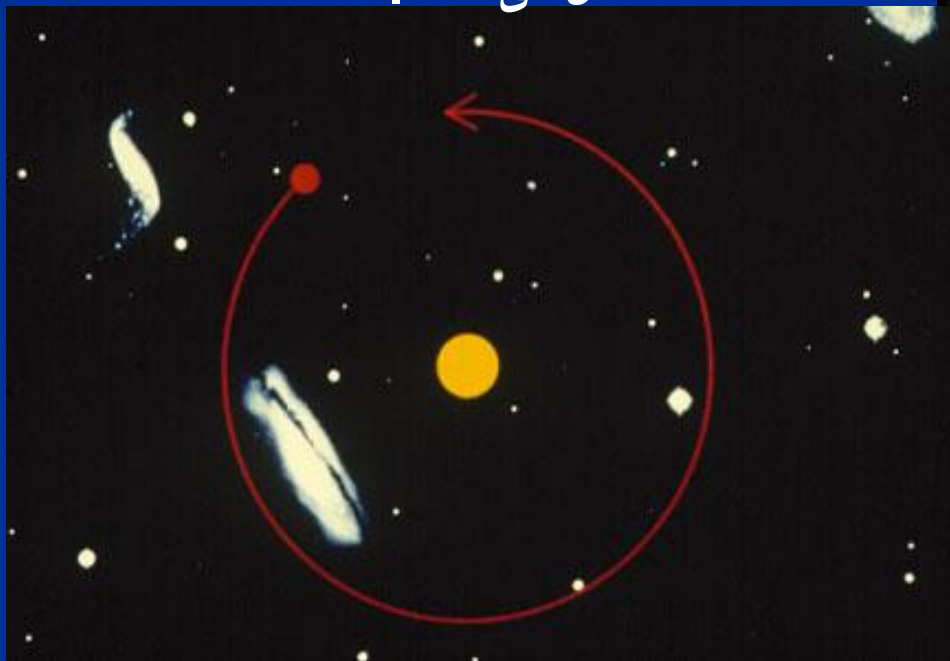
SIMULATION: COURTESY NIC GROUP, S. COLOMBI, IAP.

این عقیده وجود دارد که ماده ی تاریک به طور رشته ای سازمان یافته است. اشکال آبی رنگ، کهکشان های دور هستند. خطوط زرد مسیر های نوری ساطع شده از کهکشان را نشان می دهد. اگر ماده ی تاریک وجود نداشت این پرتوها به صورت مستقیم می بودند.

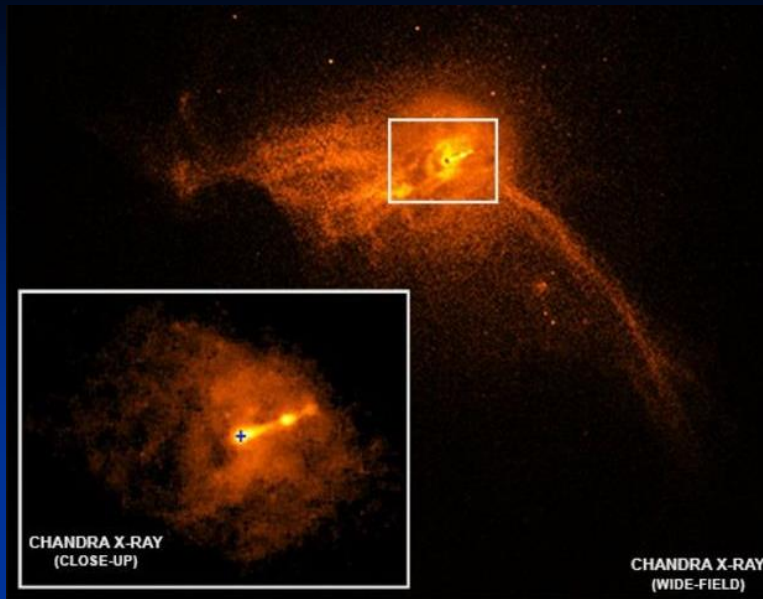


ماده تاریک قابل رویت نیست اما توسط نیروی گرانشی قابل شناسایی است.

ج ستارگان حول مرکز کهکشان حرکت می کنند چون
رم آن، ستارگان را جذب می کند. خوشه های
کهکشانی به وسیله ی نیروی گرانشی به یکدیگر
متصل می مانند.



اجرامی وجود دارند که به دور اجرام دیگر می چرخند که ما نمی توانیم آن ها را ببینیم. برای
مثال ستارگان و مجموعه های ستاره ای که حول سیاه چاله ها می چرخند.



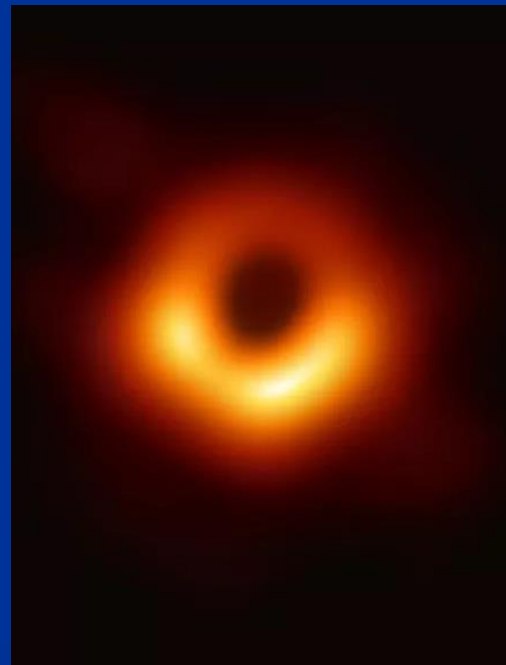
گروهی متشکل از 200 دانشمند و 60 مرکز تحقیقاتی
از 18 کشور در 6 قاره، در پروژه تلسکوپ افق
رویداد مشارکت داشتند: 8 رادیو تلسکوپ در تمام
سیاره

مرکز کهکشان M87 در فاصله 53.5
سال نوری از خورشید

(credit: NASA/CXC/Villanova University/J.
Neilsen)

“شبح و افق رویداد سیاهچاله غولپیکر
مرکزی کهکشان M87، در حدود 6.5 میلیارد
برابر خورشید جرم دارد.

(credit: Event Horizon Telescope)



اولین تصویر گرفته شده از
یک سیاهچاله غول پیکره
در کنفرانس خبری 21
فروردین 1398 (10 آپریل
2019) منتشر شد.

تکامل جهان :

در مقیاس زمانی بلند مدت جهان ما به انبساط خود ادامه خواهد داد. سرعت این انبساط با گذر زمان افزایش خواهد یافت.

انرژی که باعث این شتاب می شود هنوز ناشناخته است که آن را ماده تاریک می نامیم. پس از گذشت تریلیون ها سال مواد میان ستاره ای مورد مصرف قرار خواهند گرفت و شکل گیری ستارگان جدید متوقف می شود.

پروتون ها متلاشی خواهند شد و سیاه چاله ها بخار می شوند.

جهان ما بی کران و پر از مواد عجیب و امواج رادیویی کم انرژی خواهد شد.

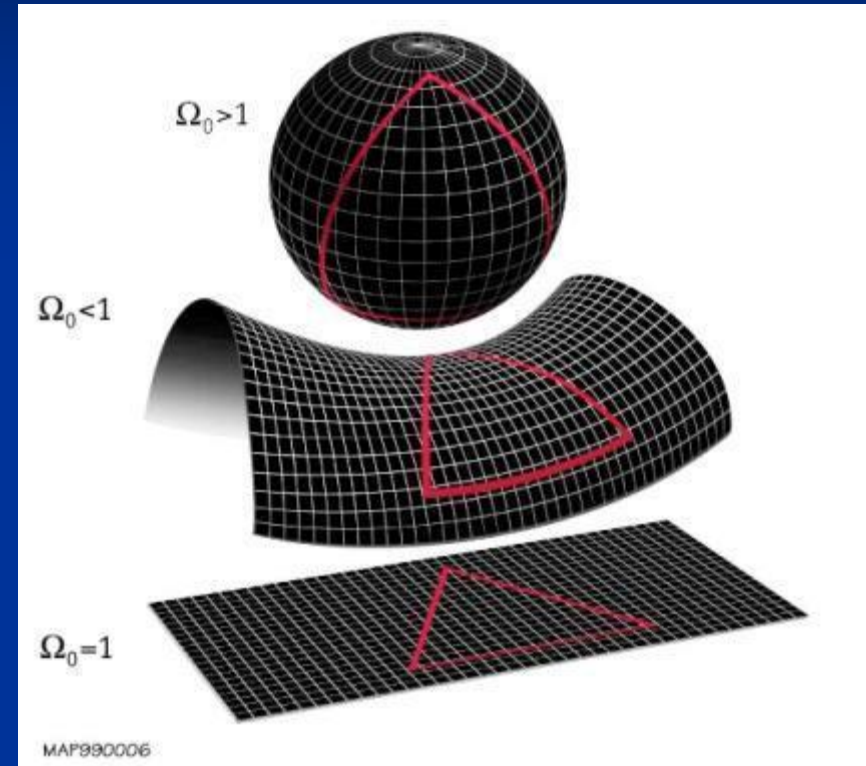


هندسه ی جهانی بر اساس ثابت کیهان شناختی:

Close $\rightarrow \Omega > 1$

Open $\rightarrow \Omega < 1$

Flat $\rightarrow \Omega = 1$



پیش بینی شده توسط نظریه ی تورم و مطابق با مشاهدات

پیدایش جهان بستگی به مواد موجود در آن دارد (شکل)

ثابت کیهانی

$$\Omega_{\text{total}}=1.0$$



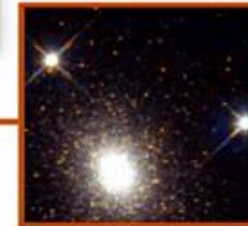
عناصر سنگین

0.03%



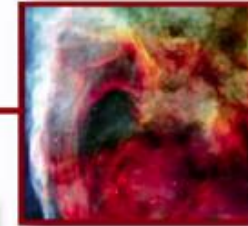
نوترینوها

0.47%



ستارگان

0.5%



هیدروژن و
هلیوم آزاد

4%

ماده تاریک

25%

Dark Energy:

70%

یک مدل موفق: تئوری بیگ بنگ (پیش بینی ها – مصادیق)

*انبساط:

در آغاز قرن بیستم توسط ادوین هابل ثبت شده است.

*تابش پس زمینه ای کیهانی:

در قرن بیستم توسط پنزیاس و ویلسون کشف شده است.

فراوانی عناصر شیمیایی :

در قرن بیستم شرح داده شده است.

ساختار مقیاس بزرگ:

در اواخر قرن بیستم کشف شده است.



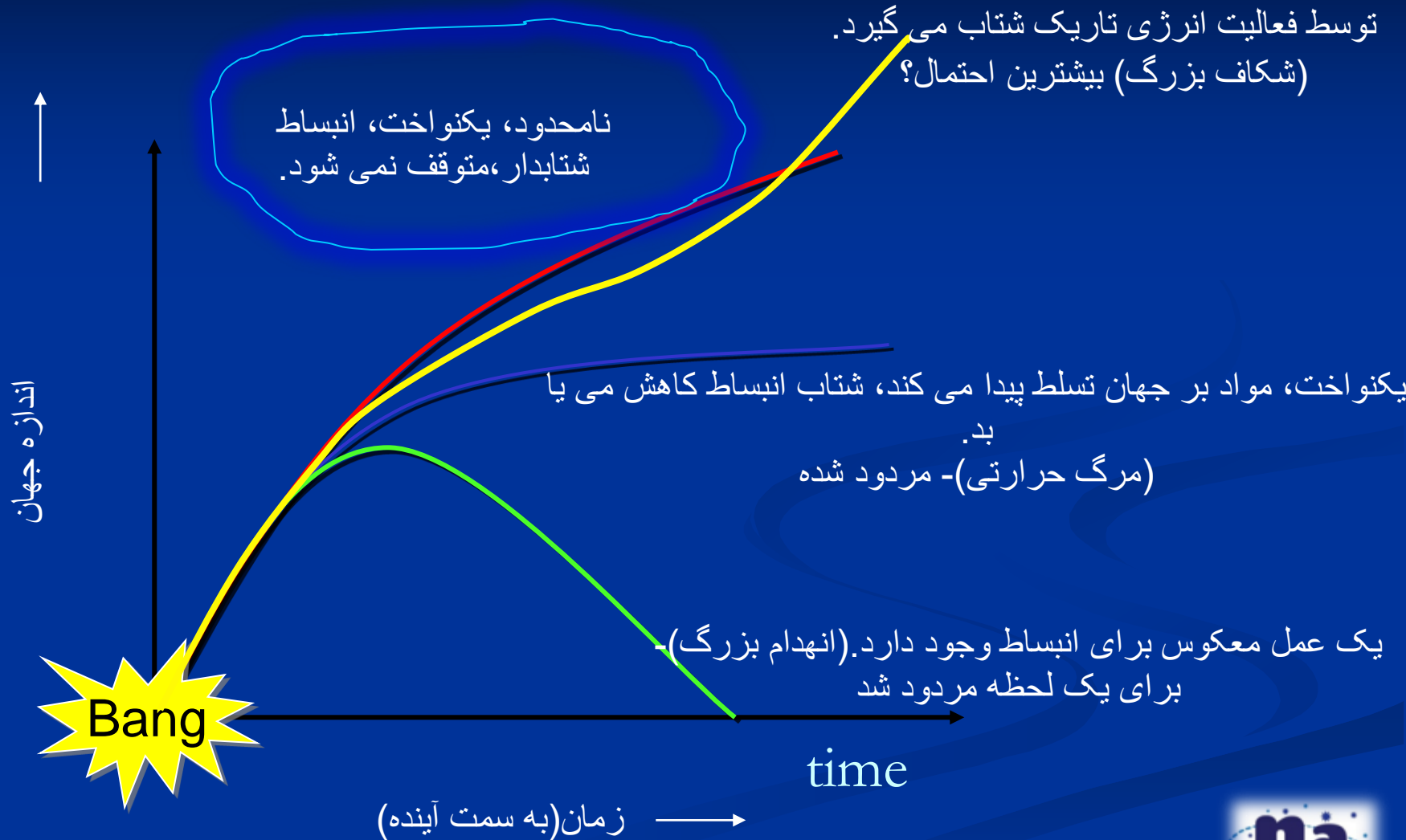
سرانجام نهایی جهان: (سناریو های احتمالی)

- انهدام بزرگ (برعکس پدیده ی انبساط)
- مرگ حرارتی یکنواخت (توقف پدیده انبساط)
- نامحدود، یکنواخت در انبساط دائمی (این طرحی است که انتظار می رود.)
- شکاف بزرگ (انبساط شتاب گرفته)

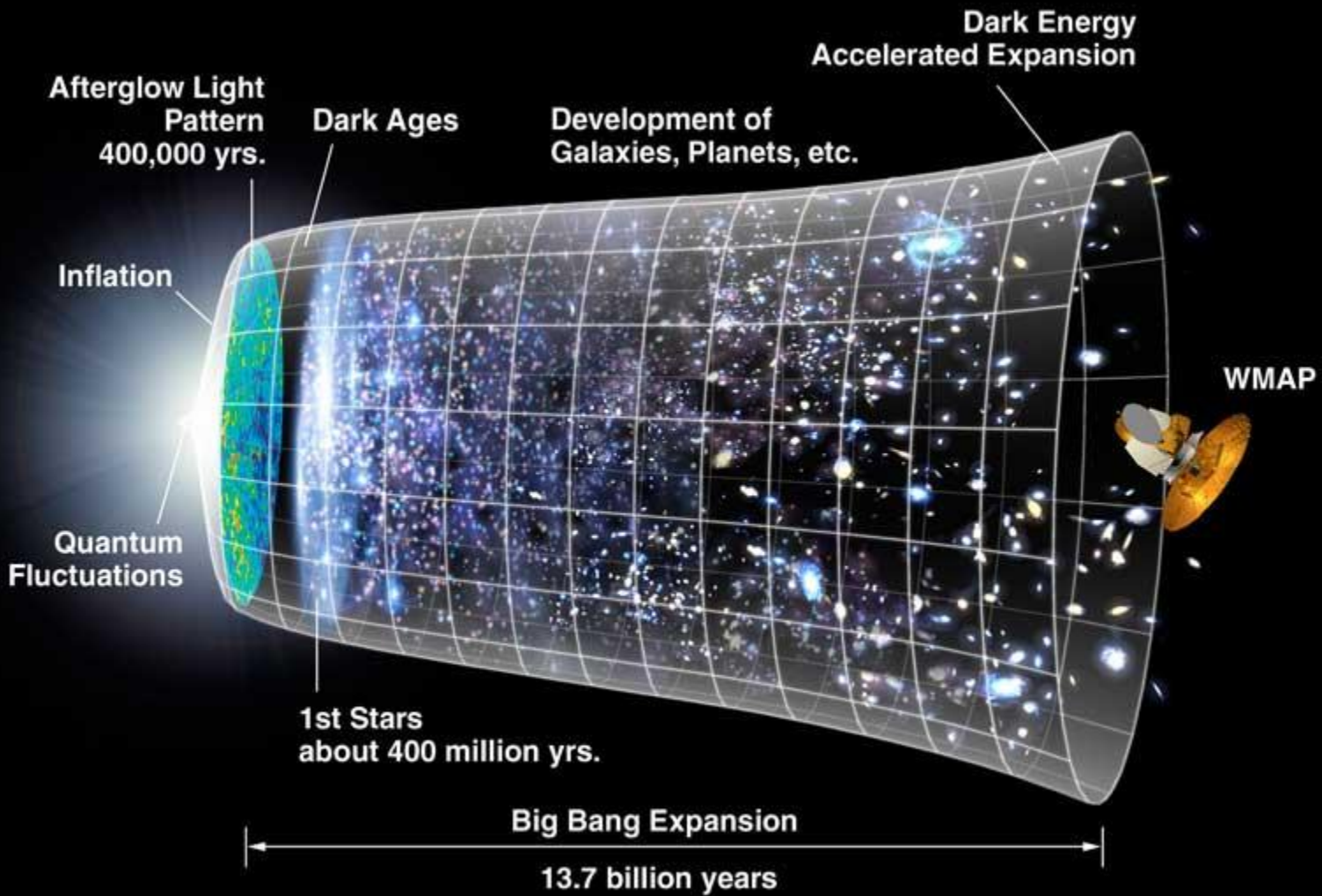
آینده به محتوای جهان، چگالی بحرانی و وجود انرژی تاریک بستگی دارد.



شکل و سرانجام جهان: (نمودار)

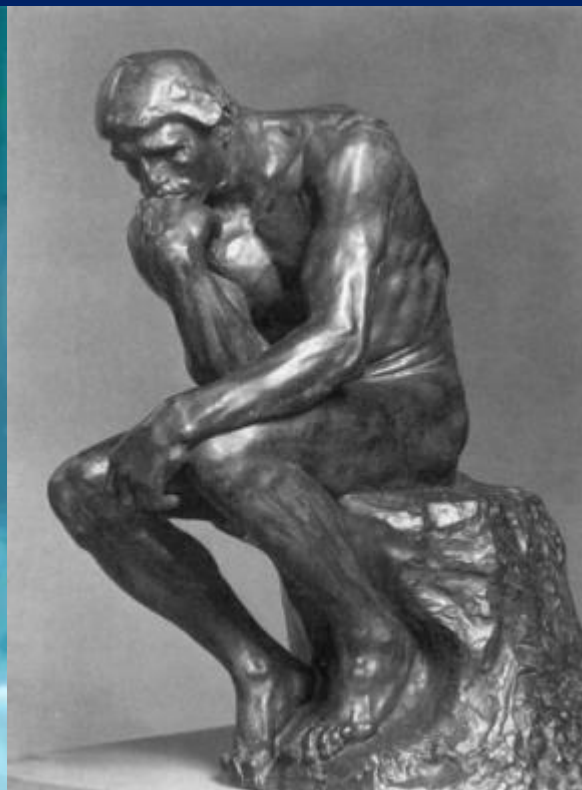


تاریخچه کیهان



خاتمه: (سخن آخر)

ما در یک عصر تاریخی فوق العاده
ای زندگی می کنیم که در آن
می توانیم در مورد تبعیت جهان از
قوانین فیزیکی فکر کنیم.



ممکن است با گذر زمان ایده های ما تغییر کند و این از خواص علم است...

از توجه شما سپاسگزاریم!