

Орчлон ертөнцийн Үүсэл ба хувьсал

Julieta Fierro, Susana Deustua, Beatriz García

International Astronomical Union,

Universidad Nacional Autónoma de México, México

Space Telescope Science Institute, USA

ITeDA and Universidad Tecnológica Nacional, Argentina



Орчлон ертөнц бол бүх зүйл юм:

Орон зай

Асуудал

Эрчим хүч

Цаг хугацаа



Энэ нь тасралтгүй хувьсалд байдаг.

Орчлон ертөнцийн объект бүр,
тэдгээрийн талаархи бидний
санаанууд **ӨӨРЧЛӨГДДӨГ.**

Бид орчлон ертөнцийн хэмжээг тодорхойлох хангалттай ажиглалттай болоод энэ сэдвээр шинжлэх ухаан хийхийг оролдоод нэг зуун ч хүрэхгүй хугацаа өнгөрчээ.



Сүүлийн хэдэн арван жилд бид орчлон ертөнцийн талаарх мэдээлэлтэй болсон бөгөөд бид үүнийг судлах боломжтой болсон. Өмнө нь зөвхөн таамаглал байсан.



Бидний орчлон ертөнцийг зөн совингоор
үнэлэх нь Их тэсрэлтийн стандарт загвар биш
юм.

Түүхэнд соёлууд орчлон ертөнцийг тайлбарлахыг
оролдсон. Жишээлбэл, Вавилончууд дэлхийг хавтгай,
тодорхой өндөрлөгүүдтэй, заанаар бэхлэгдсэн, нэг
могойгоор хүрээлэгдсэн яст мэлхий дээр байрлуулсан
гэж үздэг. Тэд газар хөдлөлтийг заануудын зохион
байгуулалтаар тайлбарлаж байв.



Загварын туршилт:

Заан, яст мэлхийн сүүдэр хэзээ ч саран дээрх дэлхийн сүүдэр шиг харагддаггүй.

Зөвхөн нэг бөмбөрцөг үргэлж дугуй сүүдэртэй байдаг. Сар хиртэлтийг үзүүлэх



Шинжлэх ухааны дэвшил

- тусгаж байна
- Байгальтай холбоотой асуултуудын талаар бодож байна
- Туршилт хийж байна
- Үр дүнгийн талаар бодож байна
- Нийтлэлээр дамжуулан шинэ мэдлэгийг нийгэмшүүлэх
- Бусад сэтгэгчид бидний санааг эерэгээр тайлбарлавал мэдлэг нь бататгагдана. Мөн бид алдаанаасаа суралцах үед.



Big Bang-ийн стандарт загвар

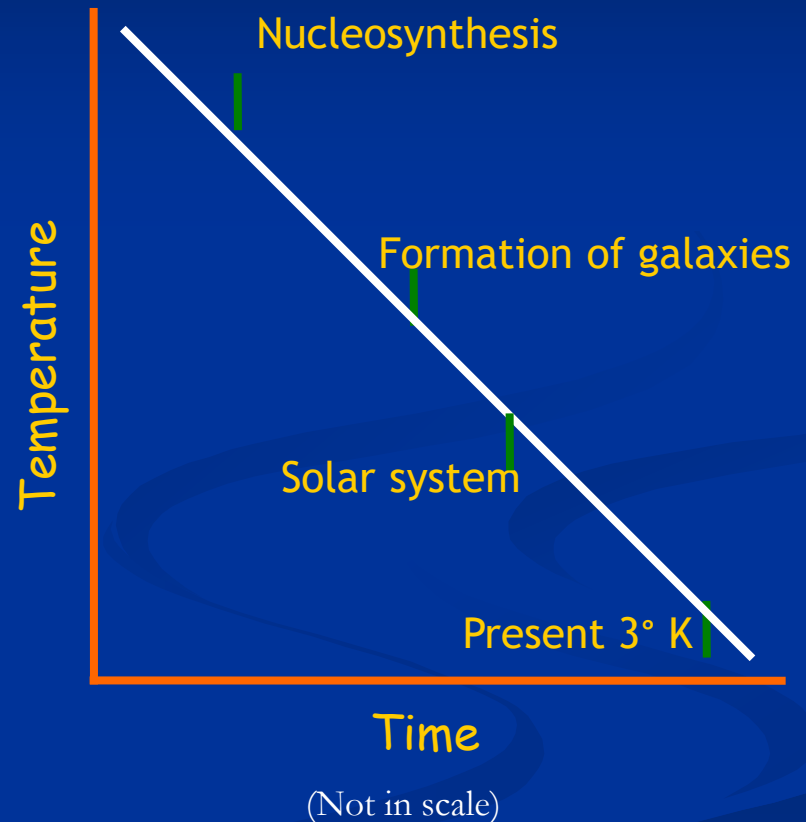
- Энэ бол хамгийн энгийн нь бөгөөд ажиглалтыг тайлбарлав:
 - Өргөтгөл
 - Сансрын дэвсгэр цацраг
 - Химийн элбэг дэлбэг байдал
 - Изотропи
- Өөр загварууд байгаа



- Шинжлэх ухаан үнэнтэй гэж мэдэгддэггүй - энэ нь боломжгүй юм.

Орчлон ертөнцийн тэлэлт

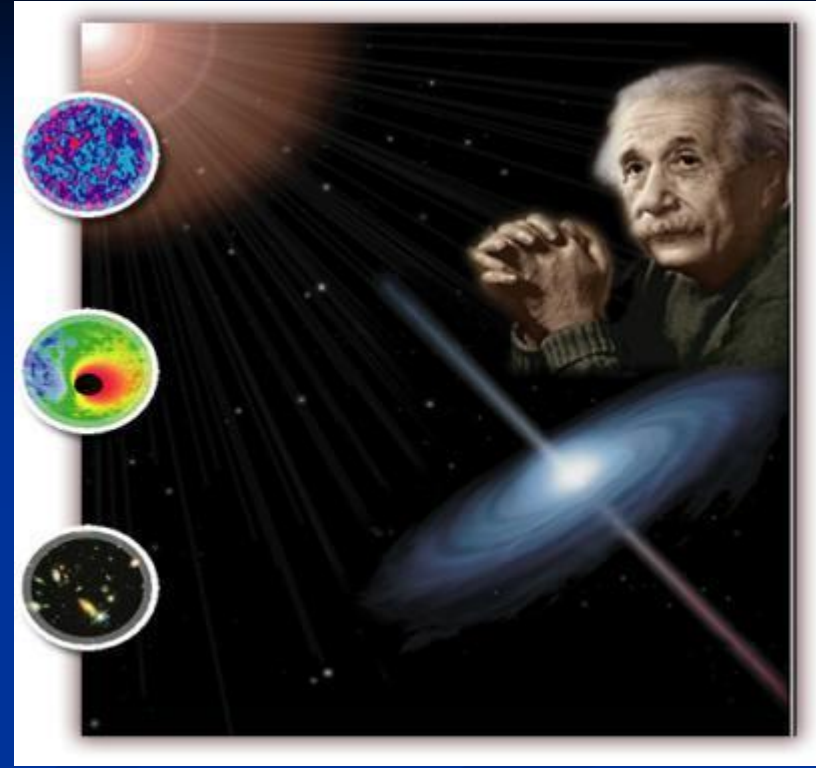
- ❑ Орчлон ертөнц 14 000 сая жилийн өмнө үүссэн.
- ❑ Вакуумаас энерги ялгарснаар бүх зүйл эхэлсэн
- ❑ Энэ нь процессын явцад өргөжиж, хөргөсөн
- ❑ Үүний үр дүнд энэ энерги нь матери болж хувирав



Дэлхий дээр судалж, бусад ертөнцөд хэрэглэгдэх физик бол астрофизик юм.

Альберт Эйнштейн энерги нь матер болон эсрэгээр хувирч болохыг олж мэдсэн. Орчлон ертөнцийн эхэн үед вакуум энерги бодис болж хувирсан.

Оддын дотор энерги нь матери болж хувирдаг тул тэд гэрэлтдэг.



Equivalence between matter and energy

$$E = mc^2$$

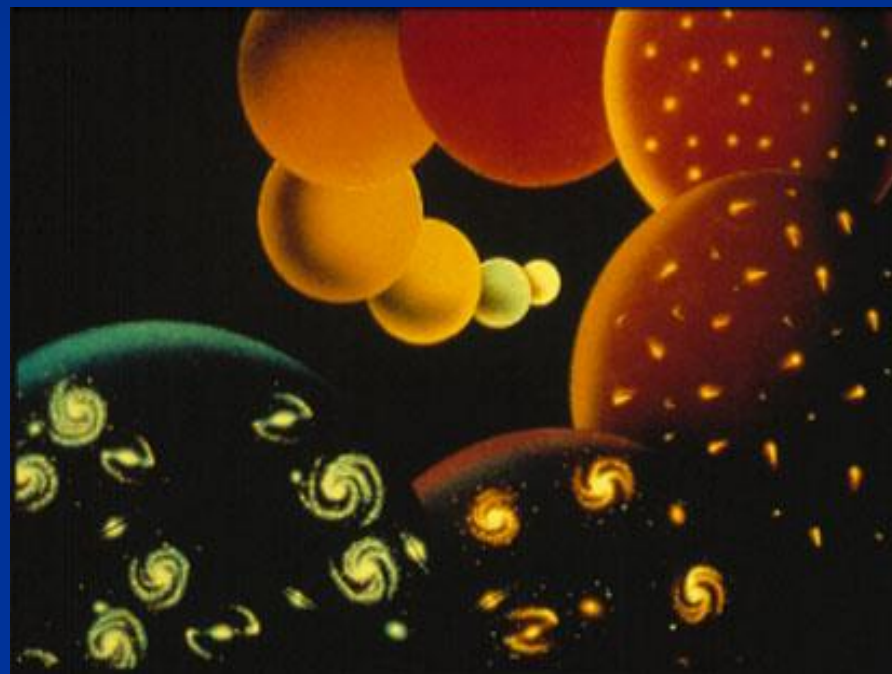
quarks , leptons
 $p^+ \quad n \quad e^-$



Эхэндээ бүх зүйл чухал ионжуулсан байсан

Хожим нь дахин нэгдэж,
төвийг сахисан
атомуудыг үүсгэдэг

Атомууд үүл үүсгэж,
дотор нь анхны одтой
анхны галактикууд
үүссэн.



Дараа нь чулуурхаг гаригууд (Дэлхий
гэх мэт) үүсч, анхны амьдрал бий
болсон.

ХИМИЙН ХУВЬСАЛ

Орчлон ертөнцийн эхний минутанд протон, нейтрон, электронууд үүссэн. Тэд хамгийн энгийн атомууд болох Н ба He-г үүсгэсэн.

$$E = mc^2$$

H - Formed by a proton p^+

4 H - Turns to He + 2ν + $2e^+$ + 2γ

➤ Үлдсэн элементүүд нь термоядролын урвалаар оддын дотор үүссэн.

➤ Уран зэрэг хамгийн хүнд атомууд нь одод дэлбэрч, мөргөлдөж буй бөөмсийг хөөж, шинэ элементүүдийг үүсгэх үед үүсдэг.

➤ Их тэсрэлтийн дараа олон мянган сая жил өнгөрч, оддын хувьслын үр дүнд устөрөгч, гелий хоёроос бусад элементүүд бий болсон.



Физик ба сансар судлал

Бид өдөр тутмын амьдралын бодисыг кваркууд, протон, нейтрон, лептонуудын бүрэлдэхүүн хэсгүүд (хамгийн сайн мэддэг нь электронууд юм) болон тэдгээрийн харилцан үйлчлэл, тухайлбал цахилгаан соронзон гэх мэт тайлбарлаж болно.

Family			Interaction
lepton	electron	neutrino	Electromagnetic force
quarks	up	down	Strong force
baryon	proton	neutron	Weak force, strong force

Загварын энэхүү энгийн байдал нь энерги нь матери болж, бодис нь энерги болж хувирч байсан анхны Ертөнц ямар байсныг ойлгоход тусална.



Ажиглалтаар бид мэдэж авдаг

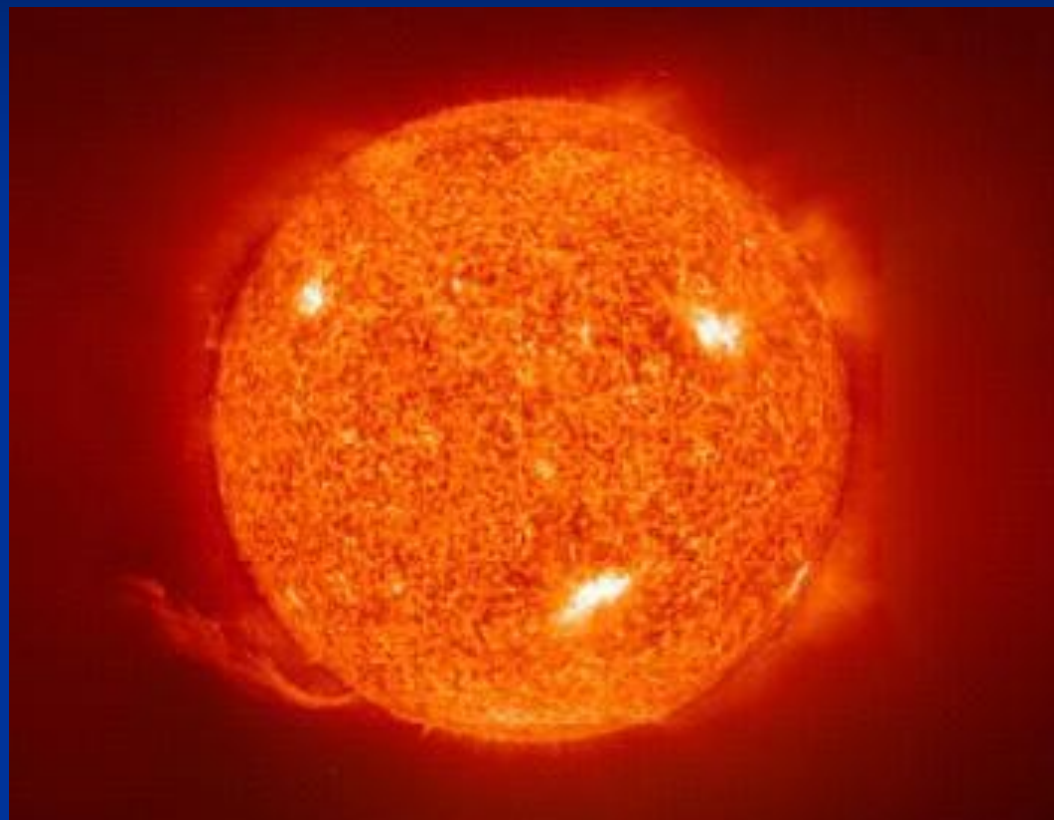
- Тэнгэрийн биетүүдийн физик шинж чанарууд
- Хэмжээ ба зай
- Цаг үе, нас
- Орчлон ертөнцийн тэлэлтийн хурд
- Цацрагийн арын температур
- Химийн найрлага
- Орчлон ертөнцийн бүтэц
- Шөнө яагаад харанхуй вэ
- Хар бодис ба харанхуй энерги оршин тогтнох



Нар

Хамгийн их
судлагдсан
объектууд нь
хамгийн тод нь -
үүнийг хийхэд
хамгийн хялбар.

Нар болон бусад
одод бол хамгийн
алдартай объект
юм.



Нэмэлт нарны гаригууд



Одноос гадна
сүүлийн хэдэн жилд
бусад оддын эргэн
тойронд гэрэл
цацруулдагдаа биш,
оддын тойрог зам,
гэрлийн муруйг
эвддэг учраас олон
зуун гаригууд
нээгдсэн.



Амьдрал



Орчлон ертөнцийн өөр нэг өмч бол амьдрал юм. Бид дэлхийгээс гаднах амьдралыг харахан нээж амжаагүй байна.

Бодисын солилцоо, цогцолбор үүсэхийг хөнгөвчлөхийн тулд ус цэцэглэхийг шаарддаг гэж бид үздэг молекулууд.



Од хоорондын матери

Оддын хоорондох зай хоосон биш, од хоорондын бодисоор дүүрдэг. Энэ бол шинэ одод үүсэх материал юм.

Одууд хий, тоосны үүл дотор төрдөг. Үүл дарагдаж шинэ оддыг үүсгэдэг. Тэд амьдралынхаа ихэнх хугацааг үндсэн устөрөгчөө гели болон энерги болгон хувиргахад зарцуулдаг.

Дараа нь нүүрстөрөгч, азот, хүчилтөрөгч үүсдэг - бидний хийсэн элементүүд.



Нартай төстэй одны амьдралын мөчлөг



Одууд түлшээ шавхахдаа тэдгээрийн дотор үүссэн тоосонцорыг хүрээлэн буй орон зайд хаядаг. Оддын үүслийн дараа шинэ одод төрдөг од хоорондын орчин улам бүр нэмэгддэг. Илүү хүнд химийн элементүүдтэй.

Кластерууд

Олон ордод 100-аас 1,000,000 од агуулсан бөөгнөрөлд бөөгнөрсөн байдаг.



Jewel Box, open cluster



Omega Centauri, globular cluster



Галактикууд

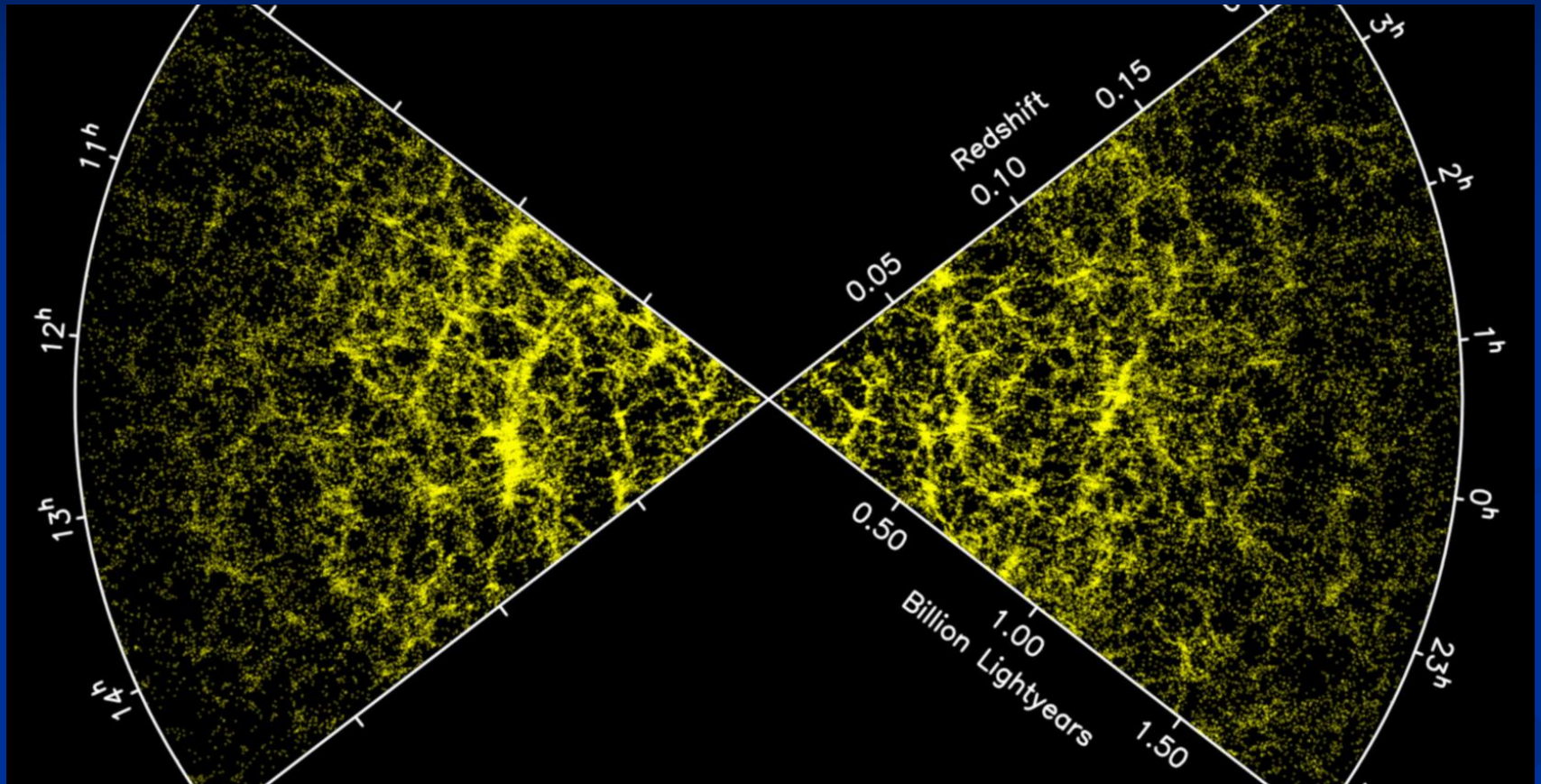


Whirlpool Spiral Galaxy
Source: Hubble Space Telescope

Конгломератууд нь манайх шиг спираль галактикууд бөгөөд 100 тэрбумаас дээш одтой бөгөөд тус бүр нь өөрийн гариг, дагуул, сүүлт од, хий, тоос, харанхуй материйн ихэнх хэсгийг агуулдаг.



Утаслаг ертөнц



Галактикуудын бүлгүүд судалтай
ертөнц гэж нэрлэгддэг зүйлд байрладаг



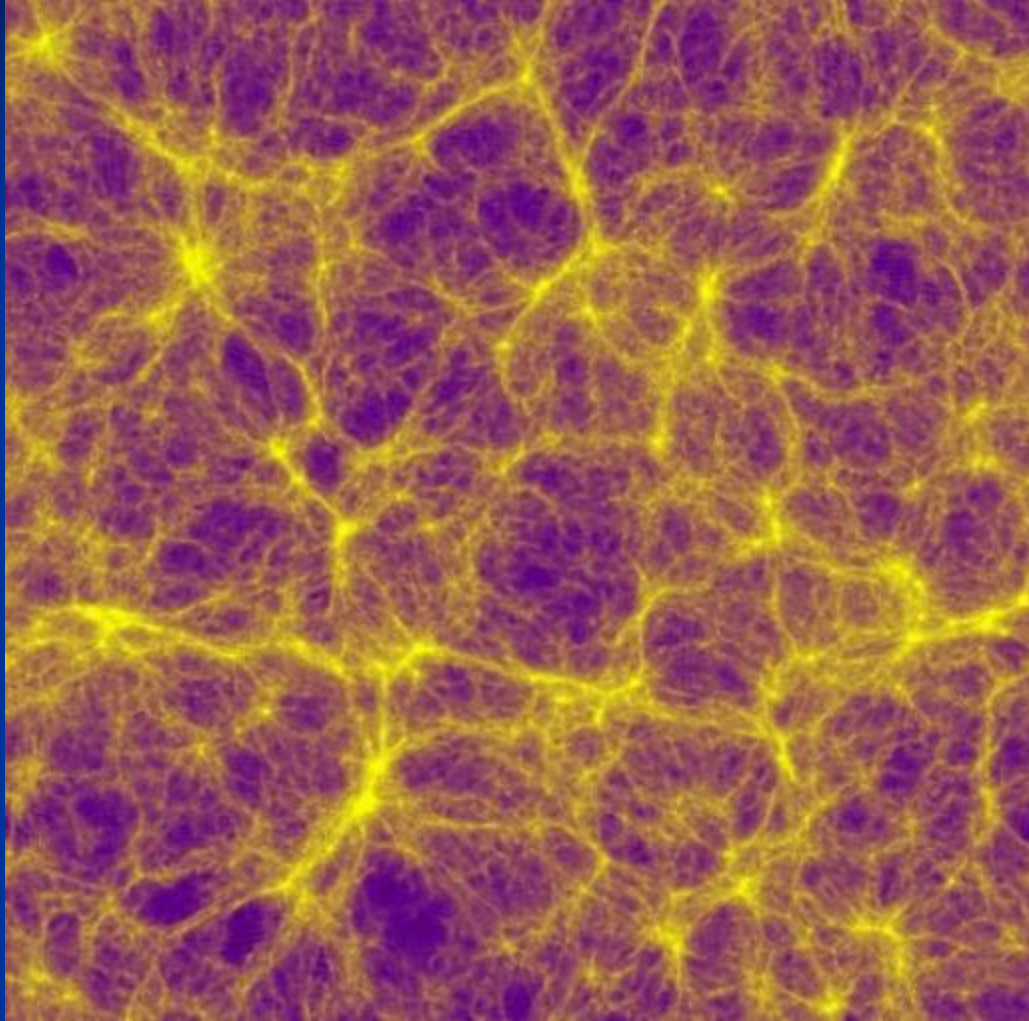
Ертөнц бол галактикаар дутагдаж буй орон зайг бодисоор хүрээлж, цаг хугацаа өнгөрөх тусам бодисын хомсдолын хэмжээ нэмэгддэг хөөстэй ваннтай адил юм.



Орчлон ертөнц тэлэхийн хэрээр галактикуудын бөөгнөрөл хоорондын зай нэмэгдэж, орчлон ертөнц улам уусдаг.



Утаслаг ертөнцийн загвар



Галактикуудын
бөөгнөрөл
болон супер
бөөгнөрөл нь
бөмбөлөгний
гадаргуу шиг
утаснуудад
оршдог.
Загвар нь
ажиглалттай
давхцаж байна

Source: Millennium Project Max Planck Institute.



Орчлон ертөнцийн бүтэц: синтез

- Одууд бөөгнөрсөн байдаг.
- Оддын бөөгнөрөл нь галактик дотор байдаг.
- Галактикууд нь цөөн тооны галактикаас бүрдсэн эсвэл хэдэн мянгаараа бөөгнөрөл үүсгэдэг.
- Орчлон ертөнцийн хамгийн том бүтэц нь галактикуудын бөөгнөрөл болон супер бөөгнөрөлүүдээс бүрдсэн утаснууд юм.



Сансар огторгуй дахь хэмжээ

Бид хүүхдийн хэмжээтэй адил нэг метрийн хэмжээ, мөн нэгжээс мянга дахин их, нэг километрийг тооцоолж чадна ...



... мянга дахин их зай, мянган километрийг онгоцоор хоёр цагийн дотор туулж чадна.

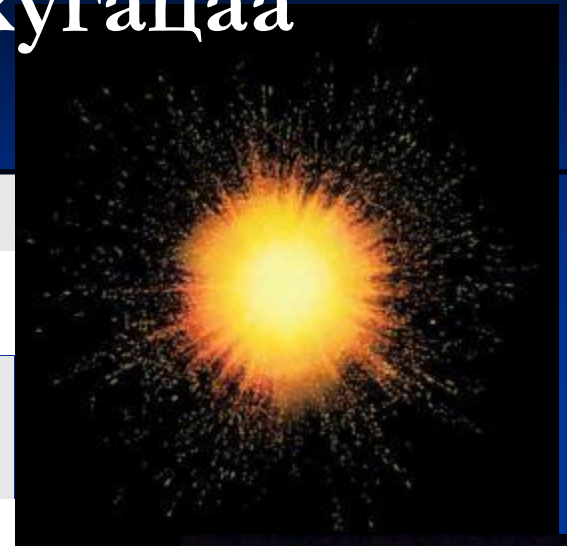
Сар руу хүрэхийн тулд бидэнд гурван өдөр хэрэгтэй бөгөөд Нар, Бархасбадь хоёрын хоорондох зайг хэдэн жил туулах хэрэгтэй.

Ойролцоох одод хүртэлх зай мянга дахин их



Сансар огторгуй дахь цаг хугацаа

Big bang	14 000 000 000
Galaxy formation	13 000 000 000
Solar System formation	4 600 000 000
Appearance of life on Earth	3 800 000 000
Appearance of complex life	500 000 000
Appearance of dinosaurs	350 000 000
The Cretaceous extincion	65 000 000
Appearance of the modern man	120 000



The appearance of the man is very recent

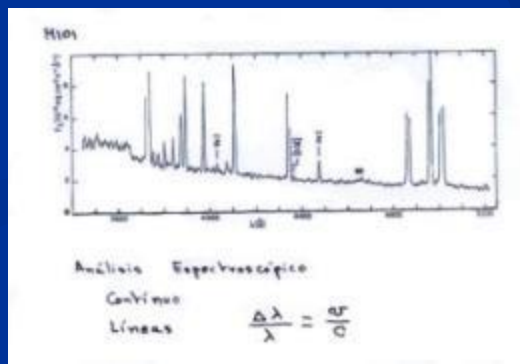
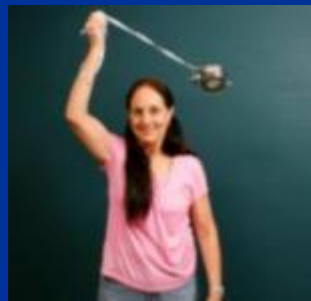
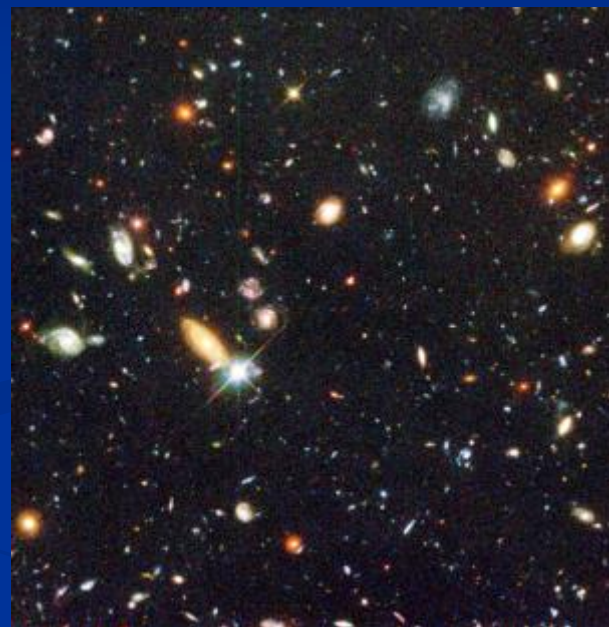


Орчлон ертөнцийг ажиглах

Та одны байрлал, харагдах байдал, ялгарах гэрлийн хэмжээг тодорхойлохын тулд зураг авч болно.

Спектрүүд нь оддын хурдыг тодорхойлж чаддаг. Үүнийг гэрлийн Доплер эффе́кт гэж нэрлэдэг.

Од, галактикийн ялгаруулж, тусгаж, шингээж буй цацрагт дүн шинжилгээ хийснээр бид тэдгээрийн мөн чанарын талаар суралцдаг. (Доплер эффе́кт)



Стандарт загварын тулгуурууд

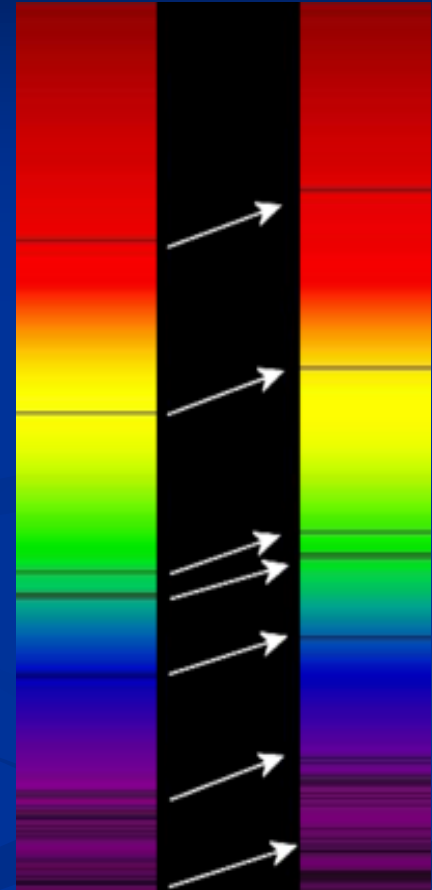
Орчлон ертөнцийн тэлэлт

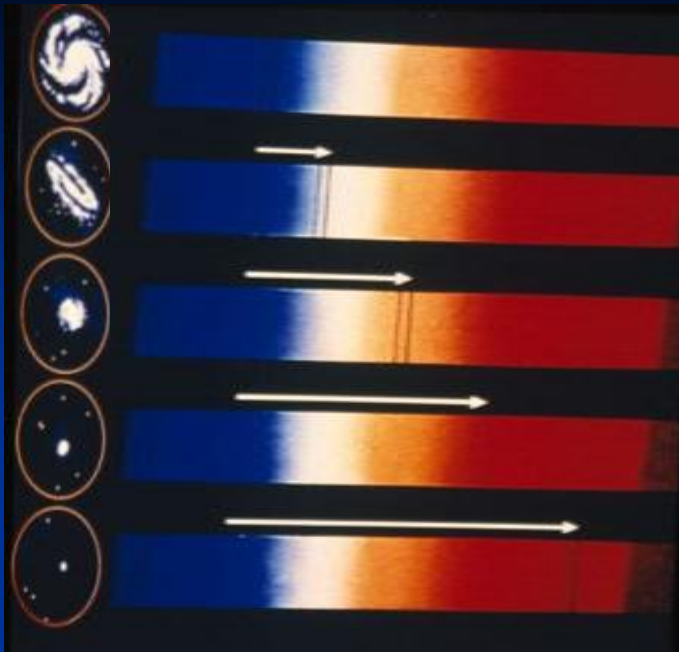
Доплерыг улаан руу шилжүүлэх нь тэлэлтийг харуулж байна (Хэрэв одод ажиглагч руу ойртвол гэрэл илүү цэнхэр, холдвол илүү улаан болно).

Галактикуудын бүлгүүд бие биенээсээ холдож байгаа бөгөөд хэрвээ хол байвал илүү хурдан холдож байна

Орчлон ертөнц дэх химийн элбэг дэлбэг байдал

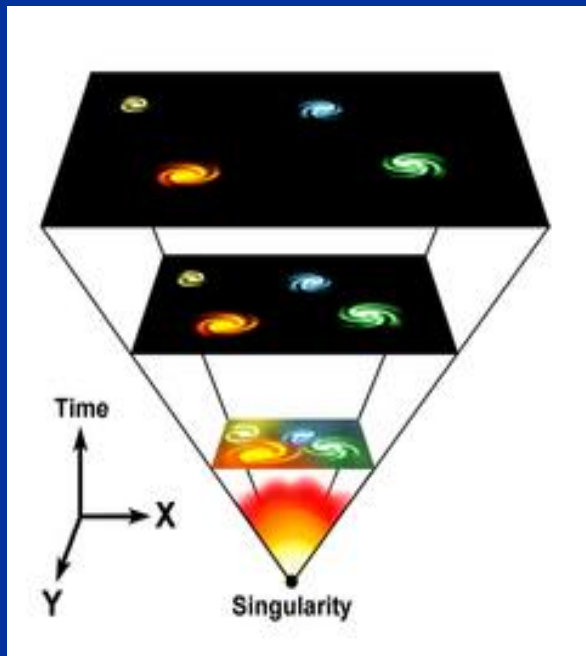
Сансар огторгуйн эхний минутуудад зөвхөн Н ба Тэр бий болсон; Өргөтгөл нь үйлдвэрлэлийг зогсоосон: цацраг нь эрчим хүчээ алдаж, протон, нейтрон болгон хувиргах боломжгүй болсон. С, N, O нь оддын дотор үүссэн бөгөөд одод Үхэх Үед од хоорондын орчинтой холилдсон.





Сансар огторгуйн тэлэлт

Орон зай өргөжиж, цацрагийн фотонууд сунадаг. Өмнө нь жижиг долгионы урттай гамма туяа байсан бол өнөөдөр бид тэдгээрийг радио долгион болгон ажиглаж байна.

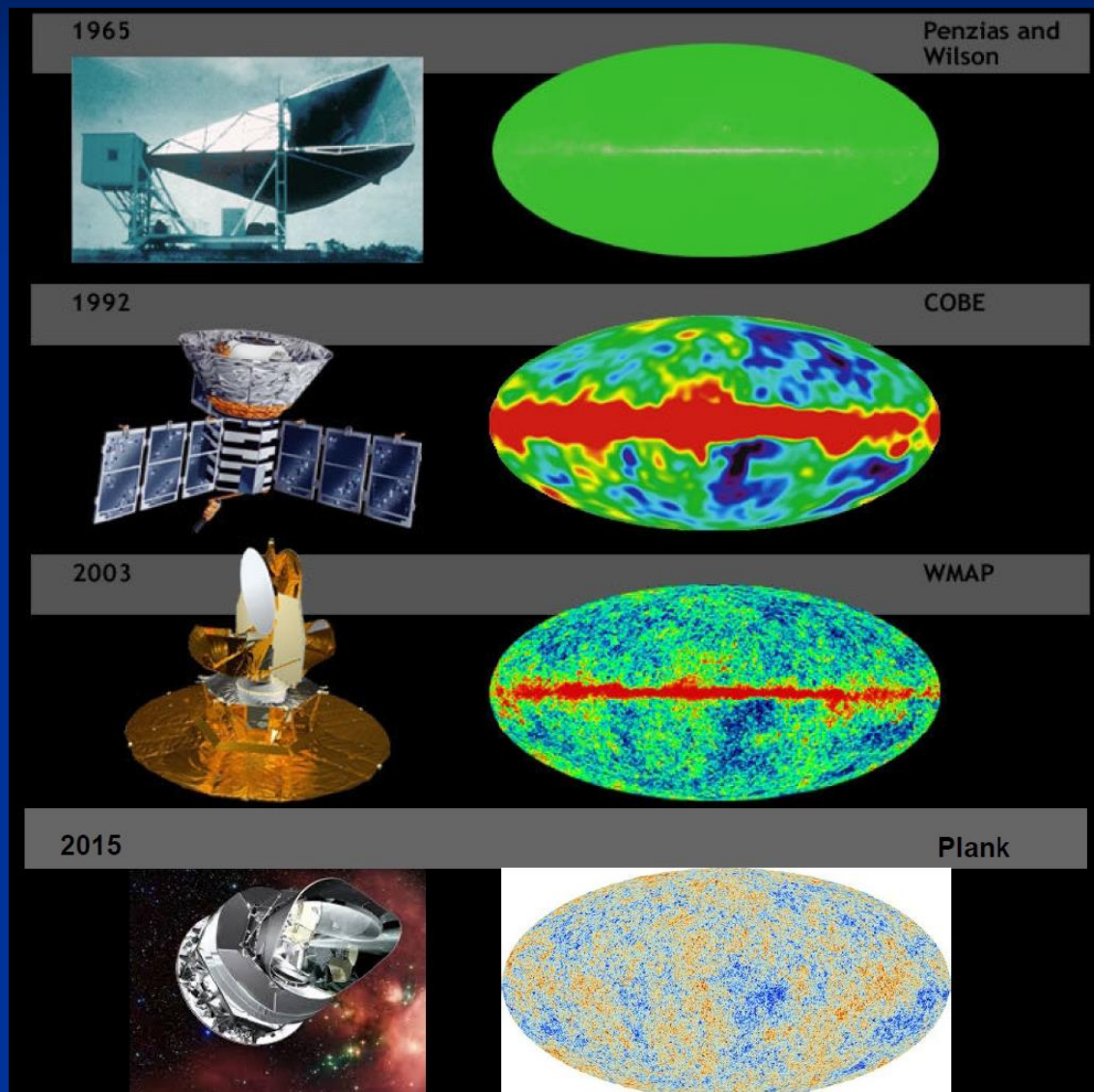


Сансар огторгуйн тэлэлтийг хэмжихэд бид орчлон ертөнцийн насыг 14 тэрбум жилээр тооцож болно. Энэ тооцоо нь хамгийн эртний оддын насыг бодвол илүү үнэт зөв (өндөр биш) юм



Сансрын богино долгионы дэвсгэр (СМВ) цацраг

- COBE, WMAP, PLANCK даалгаварууд нь СМВ цацрагийн тэнгэрийн газрын зургийг цаг бүрд илүү нарийвчлалтай гаргаж, жижиг хэлбэлзлийг илрүүлдэг: галактикууд үүсч эхэлсэн бөөгнөрөлүүдийн ул мөр.



Орчлон ертөнцийн хязгаар гэж бий юу?



Орчлон ертөнцийн тогтвортой байдлын зайлшгүй нөхцөл бол түүнийг тасралтгүй тэлэх явдал юм. Тэгэхгүй бол одоо бидний харж байгаагаар оршин тогтнохоо болино. Орчлон ертөнцийн тэлэлт бол Их тэсрэлтийн стандарт загварын тулгууруудын нэг юм

ГЭХДЭЭ ... ТЭЛЭЛТИЙН ТӨВ
байхгүй



Таталцал ертөнцийг давамгайлж байна уу?



Орчлон ертөнц
масстай тул асар их
таталцлын хүчтэй.
Таталцал татдаг.

Их тэсрэлтийн
тэлэлт нь
таталцлын хүчийг
нөхдөг

Орчлон ертөнц хурдасч байгаа бөгөөд энэ
хурдатгалд нөлөөлж буй энергийн эх үүсвэр
тодорхойгүй байна.



Алс холын галактикуудыг ажиглахдаа бид өнгөрсөн хугацаанд ямар байсныг хардаг. Ойролцоох галактикууд нь алс холын галактикуудаас ялгаатай



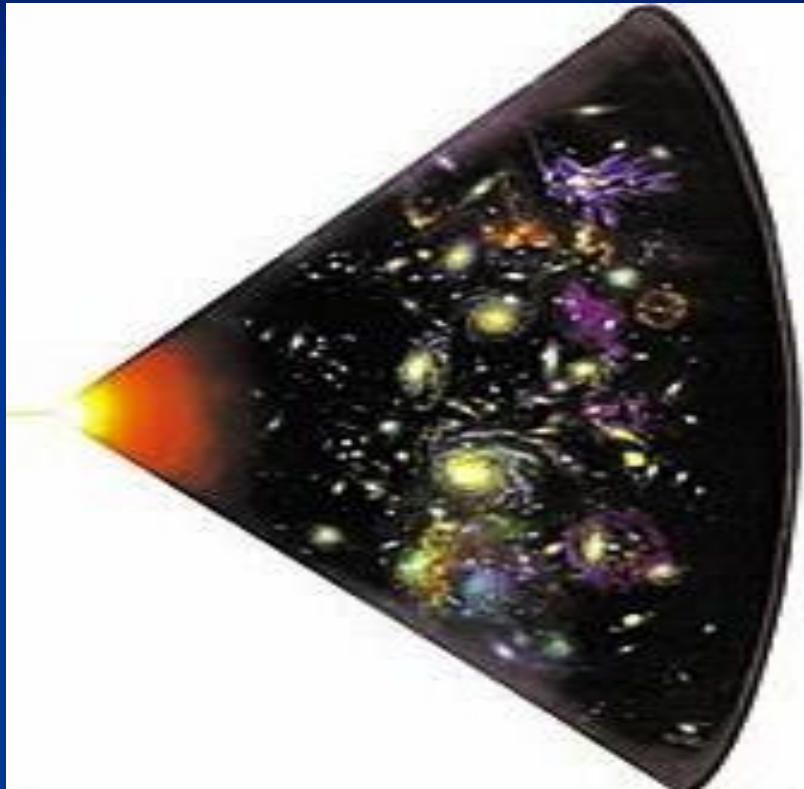
Ойролцоох спираль
галактик



Алсын галактикууд нь
жижиг бөгөөд аморф юм



Хувьсал



Бидэнд сансар
огторгуйн тухай
мэдээлэл байхгүй
хязгаар бий.

Бидэнд гэрэл нь
арван дөрвөн тэрбум
жил хүрэхгүй оддыг
ажиглаж чадахгүй.

Хэрэв бидний орчлон ертөнц жижиг байсан
бол бид зөвхөн жижиг хэсгийн тухай
мэдээлэлтэй байх байсан бол энэ нь хязгааргүй
байсан бол энэ нь өчүүхэн байх байсан.



Орчлон ертөнцийн
ҮЗЭГДЭХ хэсэг буюу 95% хар
матери ба харанхуй энерги нь
ҮЗЭГДЭХ объектод
Үйлчилснээр нь илрүүлдэг.

Энэ нь ямар төрлийн
материалаар хийгдсэнийг бид
мэдэхгүй



Далайн гадаргуу



Бид далайн
биологичид юм шиг,
гэхдээ бид **ЗӨВХӨН**
далайн гадаргууг л

Далайн ёроол

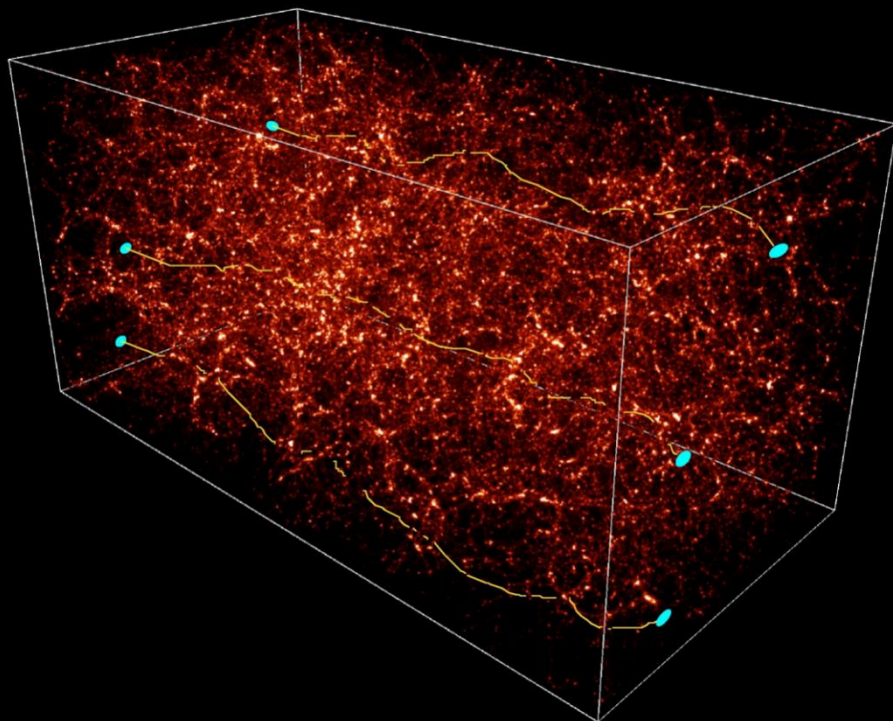


Хэрэв бид ойроос харвал
Бид маш олон янз байдлыг
олж мэдэх боломжтой

Харанхуй бодис

Илрүүлсэн одон орны биет бүрийн хувьд бидэнд ямар ч мэдээлэл байхгүй, зөвхөн массыг агуулсан хэдэн мянга байдаг гэдгийг бид мэднэ. Түүний хэлбэр, тархалтыг бид мэдэхгүй

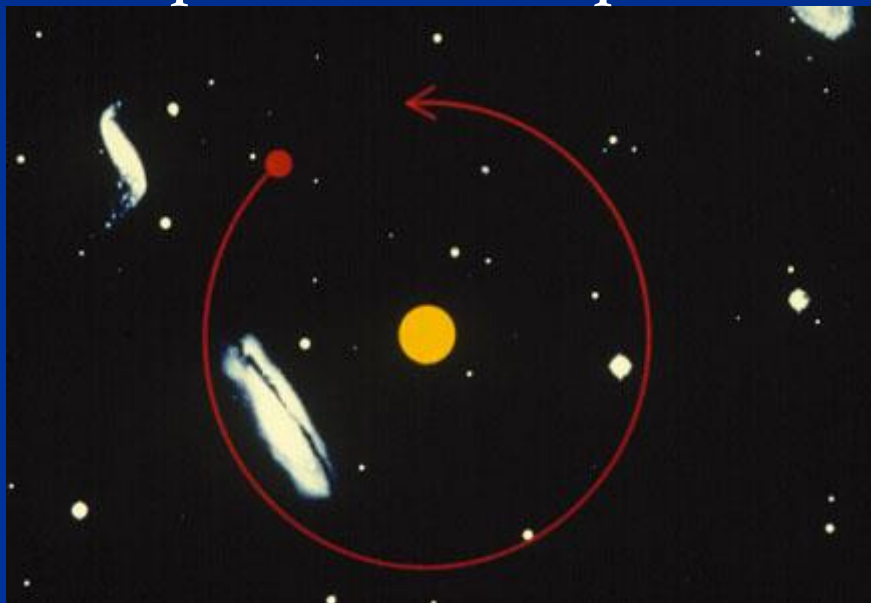
DEFLECTION OF LIGHT RAYS CROSSING THE UNIVERSE, EMITTED BY DISTANT GALAXIES



Хар матери нь судалтай тархсан гэж үздэг. Цэнхэр дүрсүүд нь алс холын галактикууд юм. Шар шугамууд нь галактикуудаас ялгарах гэрлийн замууд юм. Харанхуй бодисгүйгээр тэд шулуун байх болно.



Одууд галактикийн төвийг тойрон хөдөлдөг, учир нь масс нь тэднийг татдаг. Таталцлын хүчний нөлөөгөөр галактикуудын бөөгнөрөл нь хязгаарлагдмал хэвээр байна.

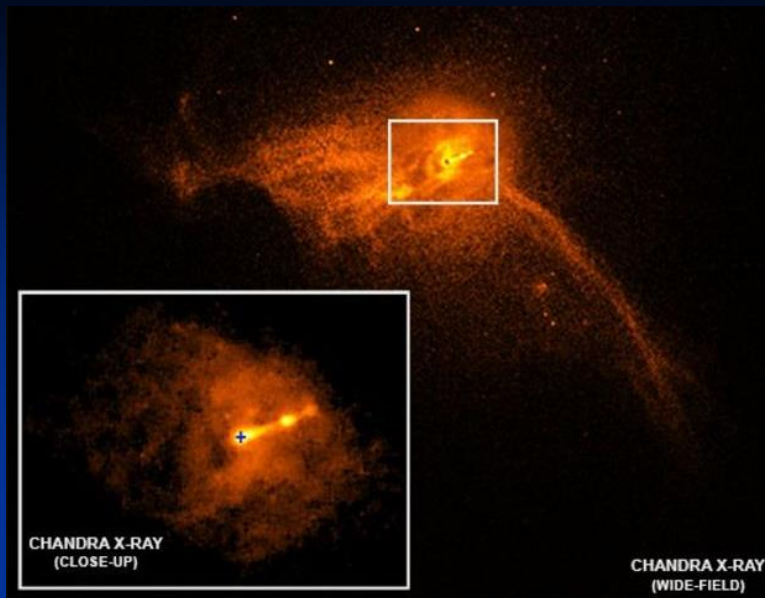


Харанхуй бодис нь харагдахгүй боловч таталцлын хүчээр илрүүлж болно



Бусдын эргэн тойронд хөдөлдөг объектууд байдаг бөгөөд бидний харж чадахгүй байна. Жишээлбэл, галактикийн төв дэх хар нүхнүүдийг тойрон эргэлддэг одод ба бүлэг одууд байдаг.

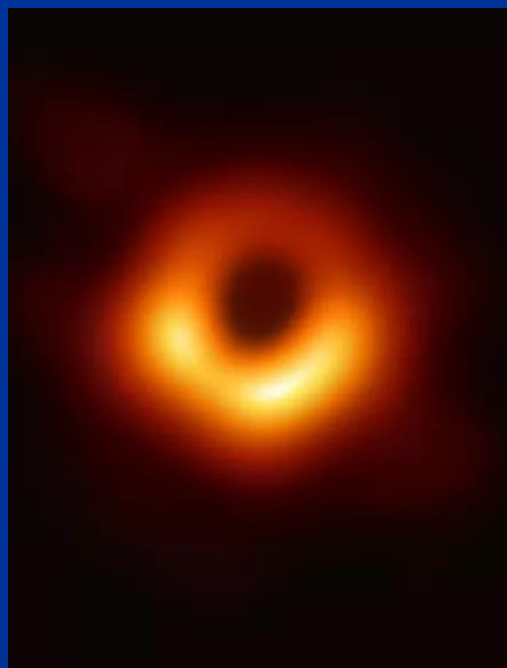




6 тивийн 18 орны 200 гаруй эрдэмтэн, 60 гаруй байгууллагын консорциум нь Event Horizon телескопын нэг хэсэг юм: Бүх гараг дээрх 8 радио дуран

M87-ийн төв, алслагдсан 53.5 сая л.у. нарнаас (credit: NASA/CXC/Villanova University/J. Neilsen)

"Сүүдэр" ба M87-ийн төв дэх асар том хар нүхний үйл явдлын тэнгэрийн хаяа нь манай нарнаас 6.5 тэрбум дахин их масстай. (credit: Event Horizon Telescope)



Хэт асар том хар нүхний авсан анхны зургийг 2019 оны 4-р сарын 10-нд болсон хэвлэлийн бага хурал дээр танилцуулав.

Орчлон ертөнцийн хувьсал

Урт хугацааны туршид орчлон ертөнц Үргэлжлэн тэлэх болно. Цаг хугацаа өнгөрөх тусам тэлэлтийн хурд нэмэгдэж, хурдасдаг. Энэхүү хурдатгалын хариуцах энерги одоогоор тодорхойгүй байна. Бид үүнийг хар энерги гэж нэрлэдэг.

Хэдэн триллион жилийн дараа од хоорондын бүх бодис шавхагдаж, од үүсэх нь зогсох болно.

Протонууд задарч, хар нүхнүүд уурших болно.

Орчлон ертөнц асар том, чамин зүйлсээр дүүрэн байх болно

бодис ба бага энергитэй радио долгион.

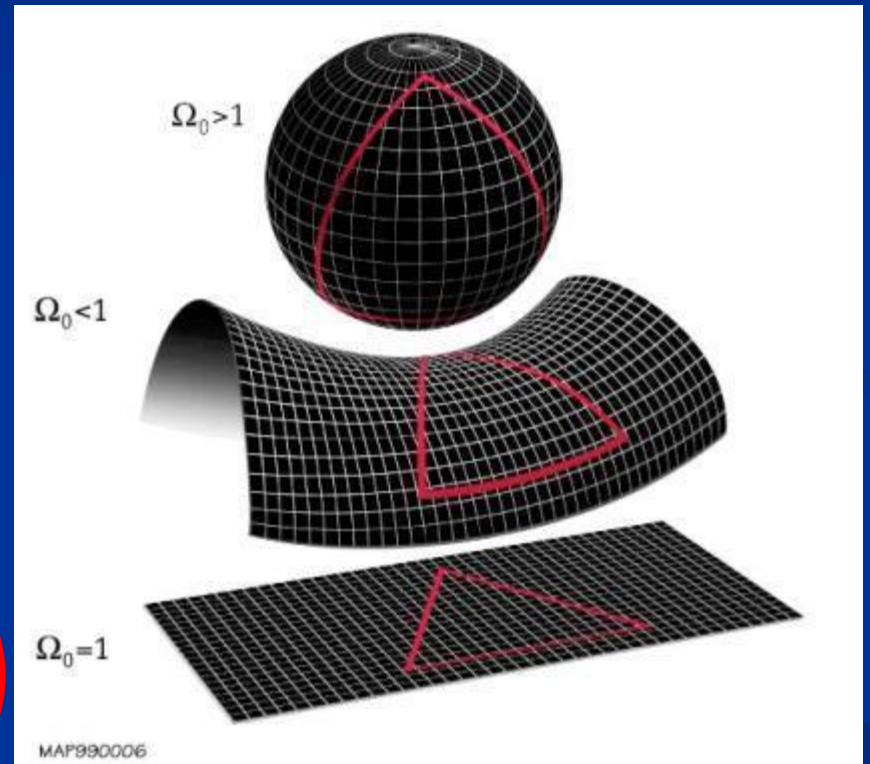


Космологийн тогтмолоос хамааран орчлон ертөнцийн геометр

Хаах $\rightarrow \Omega > 1$

Нээлттэй $\rightarrow \Omega < 1$

хавтгай $\rightarrow \Omega = 1$
(инфляцийн таамагласан
онол ба давхцаж байна
ажиглалт)



Хувьсал нь орчлон ертөнцийн агуулгаас хамаардаг

Cosmological constant

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



Heavy elements

0.03%



Neutrinos

0.47%



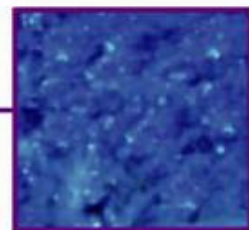
Stars

0.5%



Free H
and He

4%



Dark matter

25%



Dark Energy:

70%

Амжилттай загвар өмсөгч: Big Bang (урьдчилан таамаглал-баталгаажуулалт)

- **Өргөтгөл:**

20-р зууны эхээр Э.Хаббл баталсан.

- **Сансар огторгуйн цацраг туяа:**

20-р зуунд нээсэн. А.Пензиас, Р.Уилсон нар.

- **Химийн элементүүдийн элбэг дэлбэг байдал:**

20-р зуунд харуулсан.

- **Том хэмжээний бүтэц: 20-р зууны төгсгөлд нээгдсэн.**



Орчлон ертөнцийн эцсийн хувь заяа (боломжтой хувилбарууд)

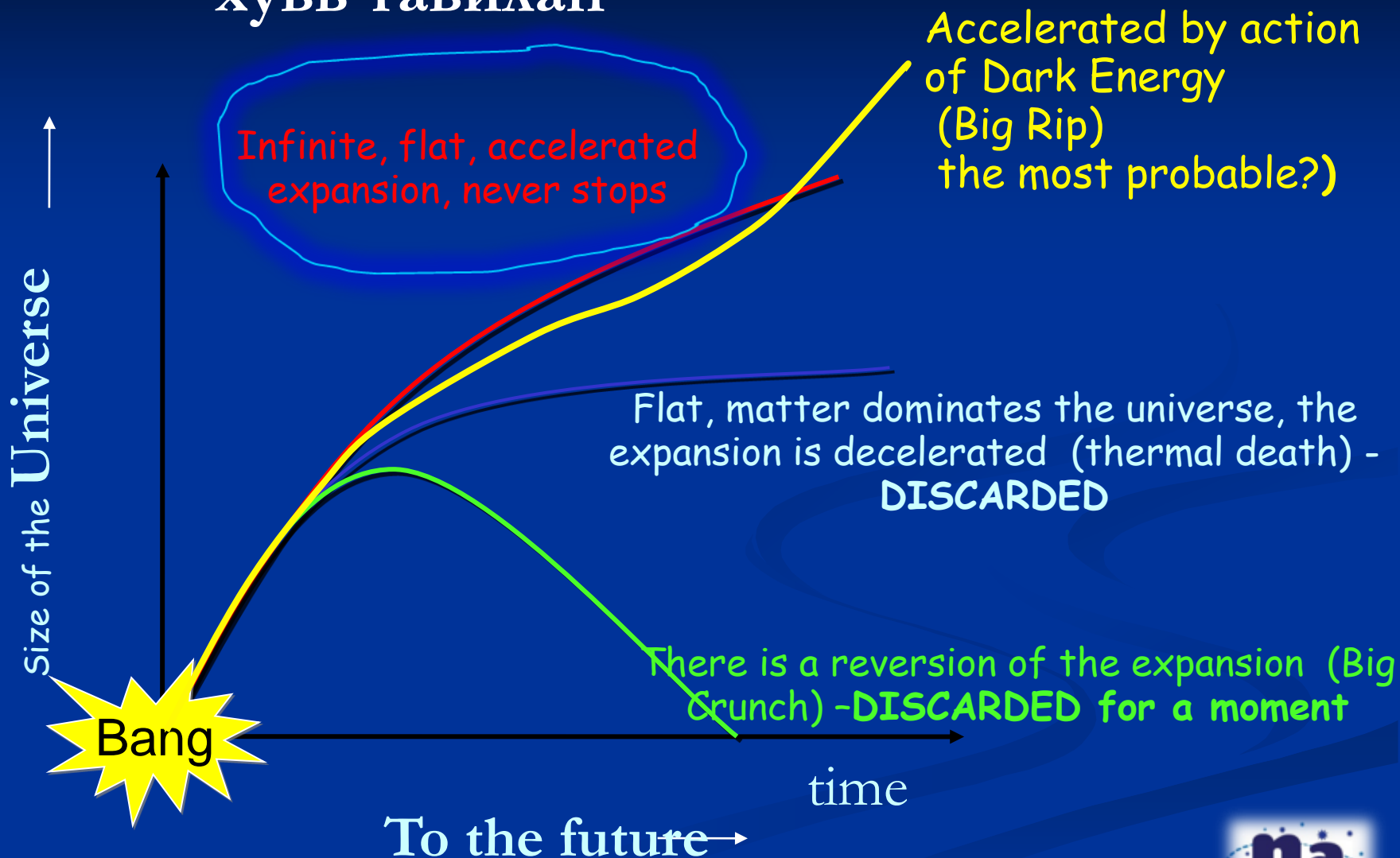
- Big Crunch (өргөтгөлтийн урвуу)
- Хавтгай, дулааны үхэл (өргөжилт зогсох)
- Хязгааргүй, хавтгай, байнгын тэлэлттэй
- (энэ бол одоо хүлээн зөвшөөрөгдсөн хувилбар юм)
- Big Rip (хурдасгасан өргөтгөл)

Ирээдүй нь орчлон ертөнцийн агуулга, эгзэгтэй нягтрал, харанхуй энерги байгаа эсэхээс хамаарна.

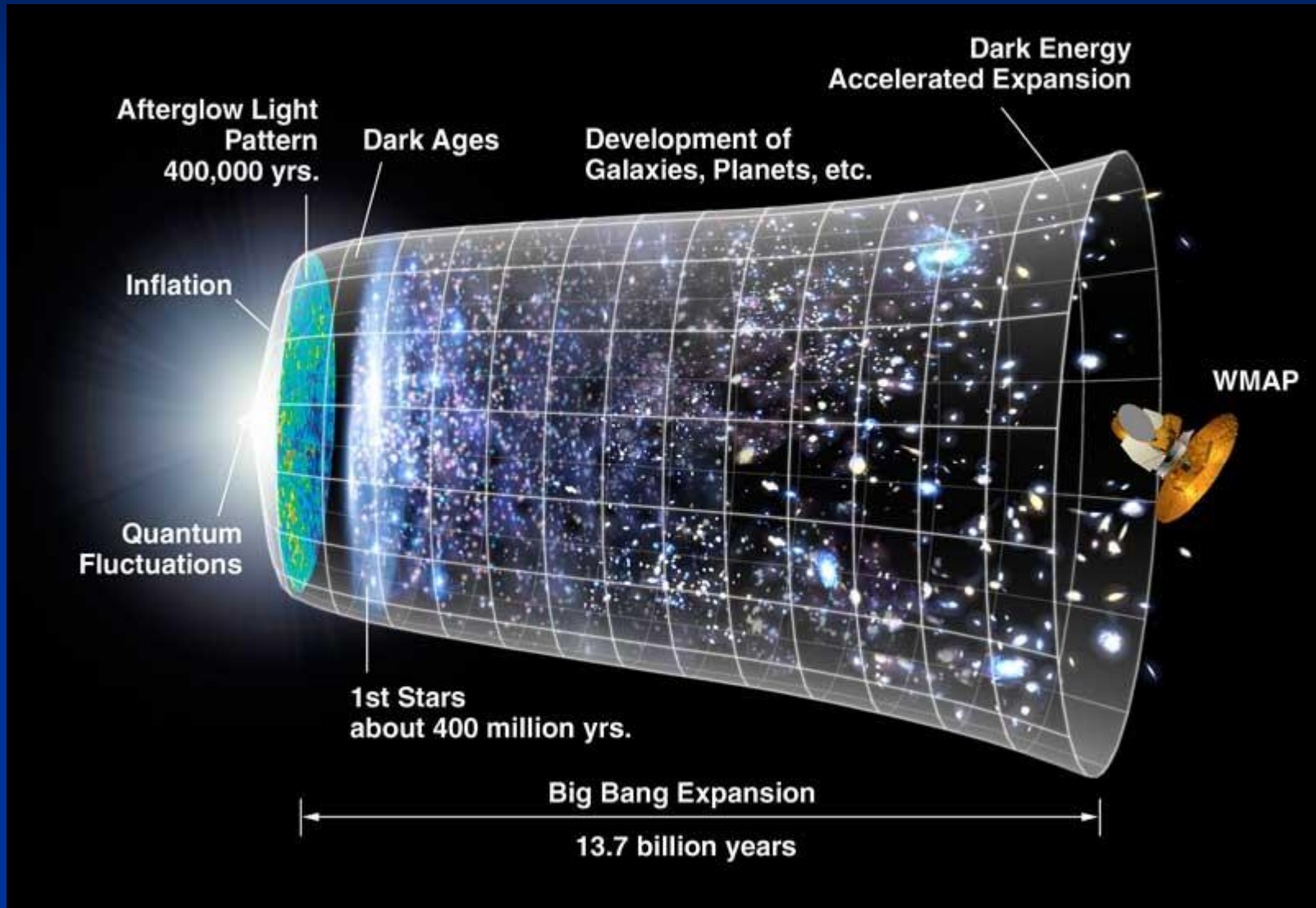


Орчлон ертөнцийн хэлбэр ба

хувь тавилан

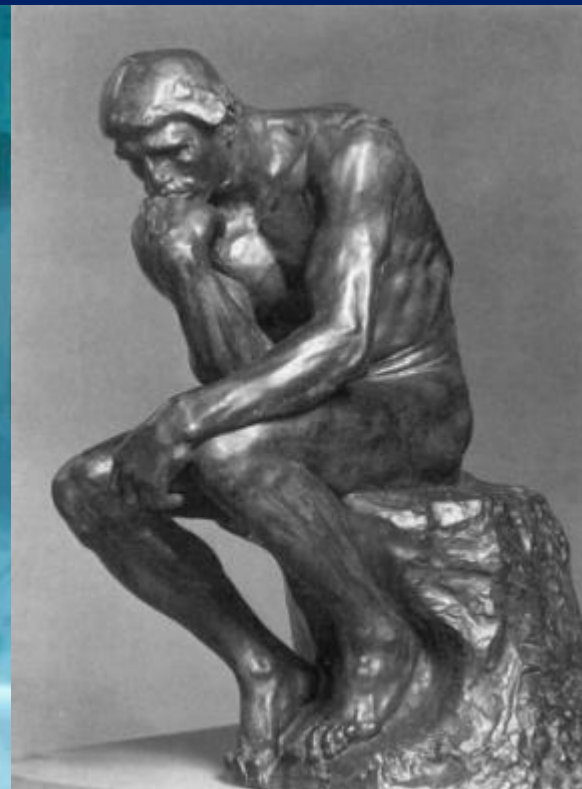


Орчлон ертөнцийн түүх



ЭПИЛОГ

Бид физикийн хуулиудыг ашиглан орчлон ертөнцийн талаар бодох боломжтой ер бусын эрин үед амьдарч байна.



Цаг хугацаа өнгөрөхөд бидний санаа өөрчлөгдөж магадгүй, гэхдээ шинжлэх ухаан ийм байдаг



Маш их баярлалаа
таны анхааралд!