

Maailmankaikkeus on osa ihmistä

Syksy Räsänen

Helsingin yliopisto, fysiikan laitos
ja Fysiikan tutkimuslaitos



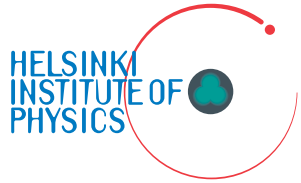
Inhimillisiä kysymyksiä kaikkeudessa



- Kosmologia tutkii maailmankaikkeutta, ja antaa vastauksia joihinkin inhimillistä elämää kehystäviin kysymyksiin.
- Missä olemme?
- Mistä olemme tulleet?
- Miksi olemme täällä?

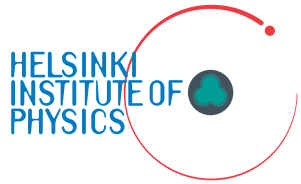


Osa 1: Missä olemme?





Paasitorni



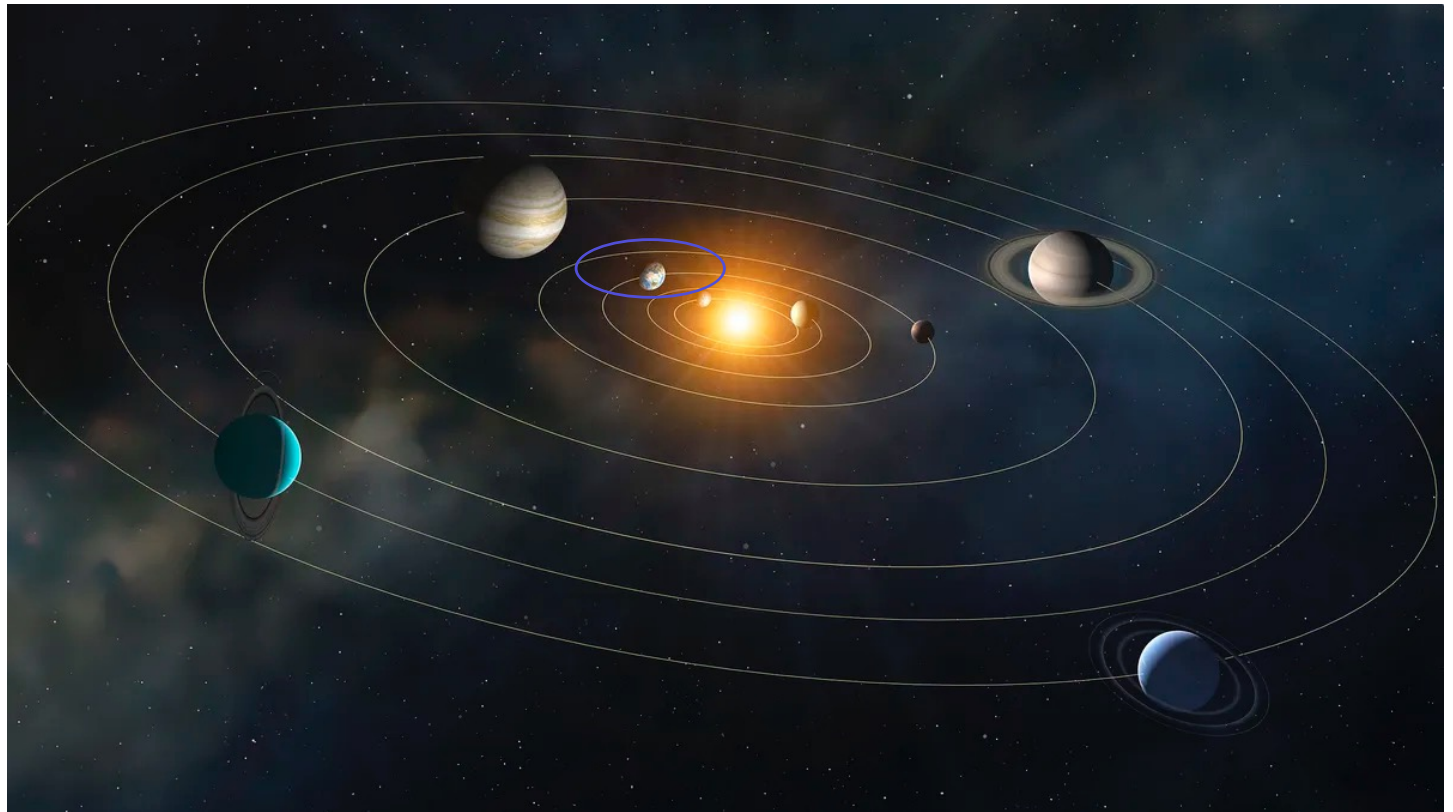
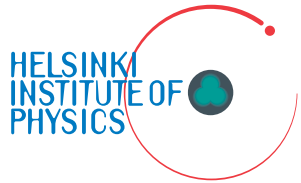


Maapallo



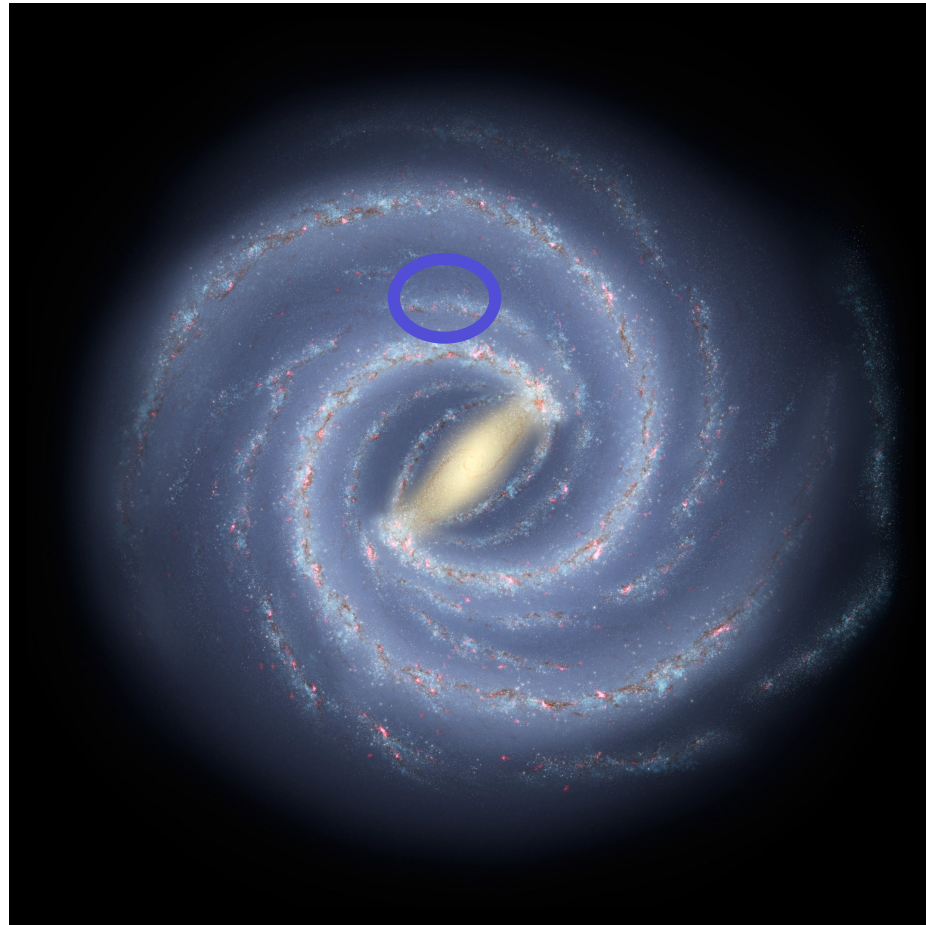
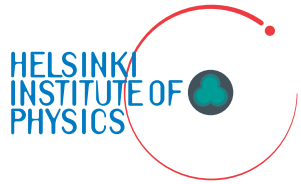


Aurinkokunta



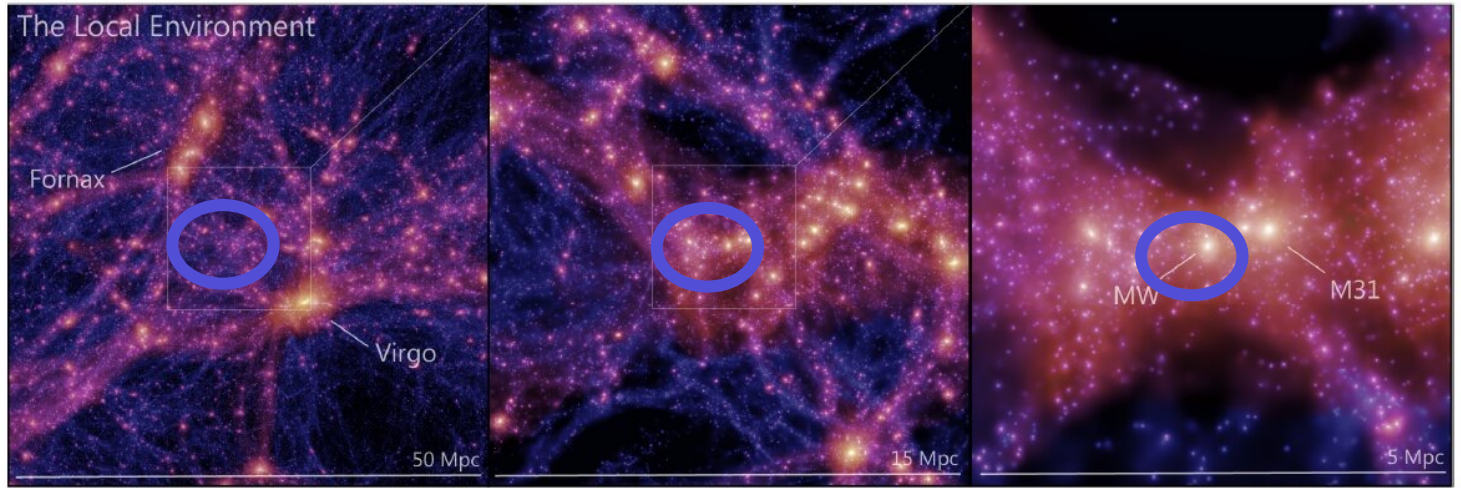
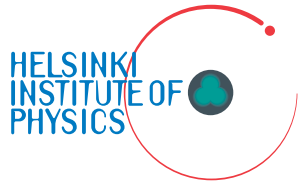


Linnunrata



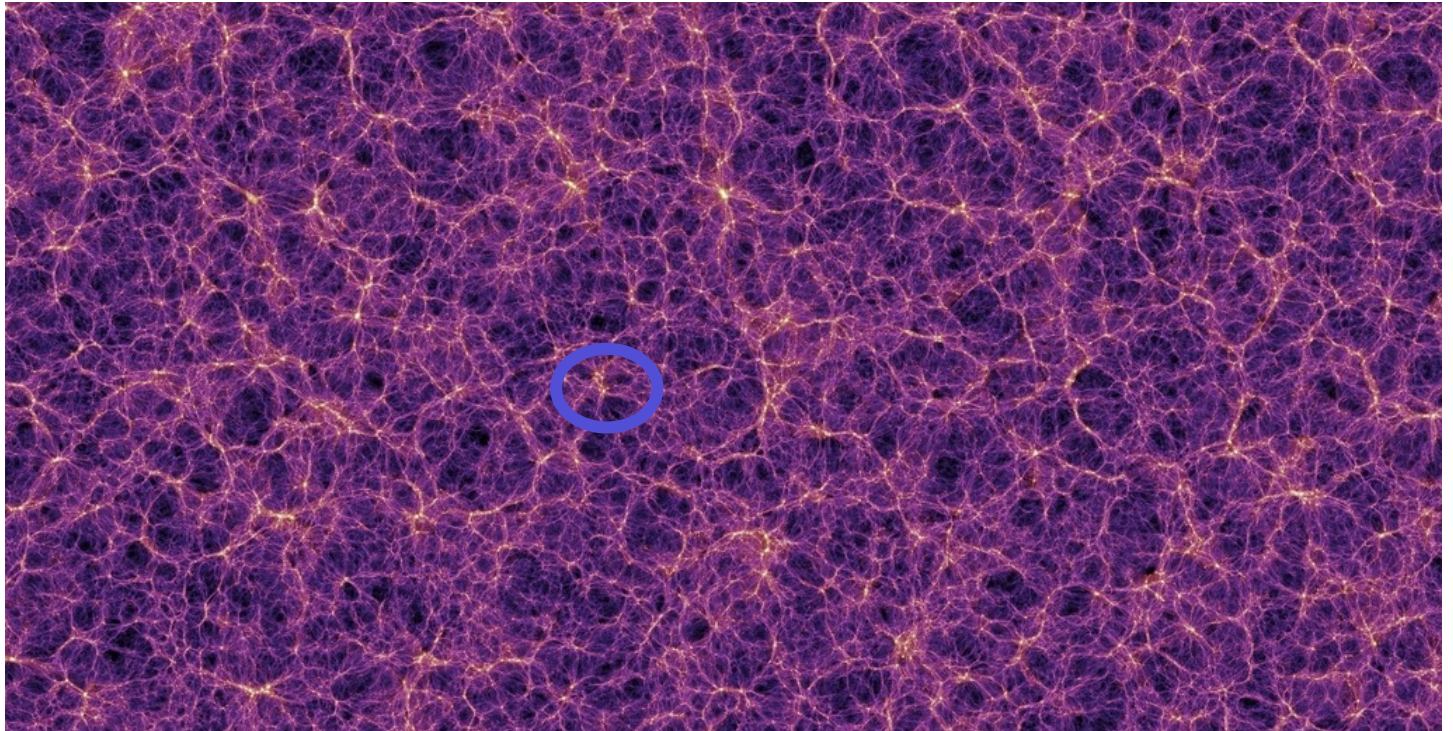
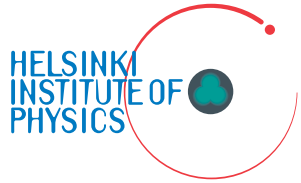


Paikallinen galaksien ryhmä



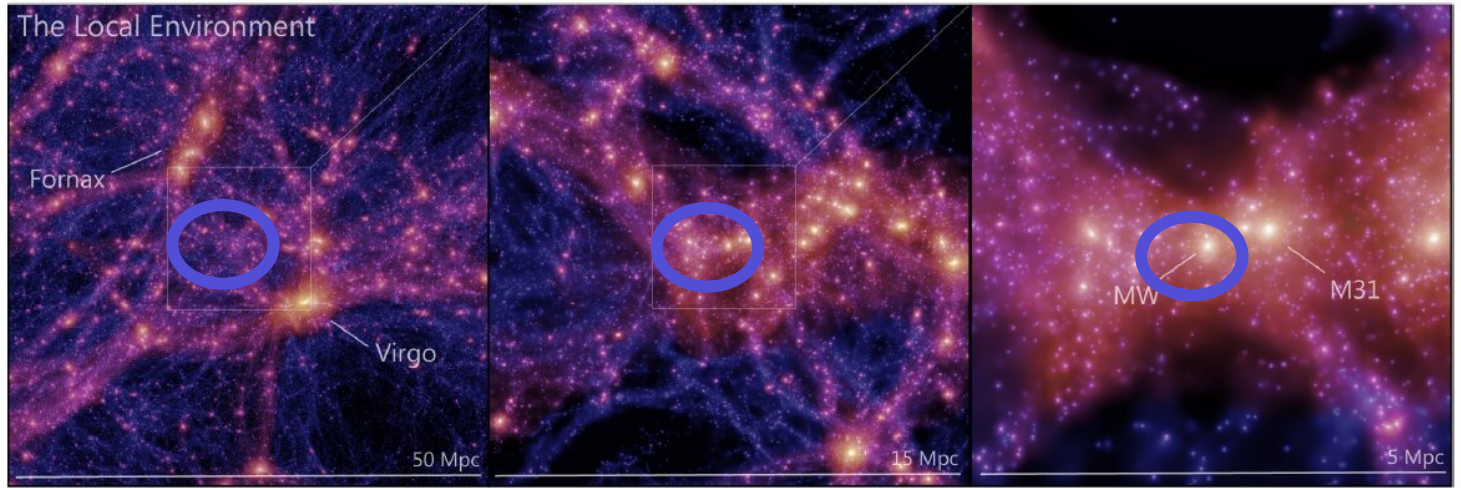
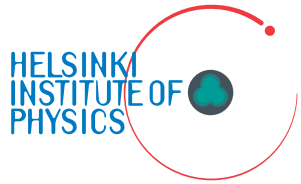


Kosminen verkko



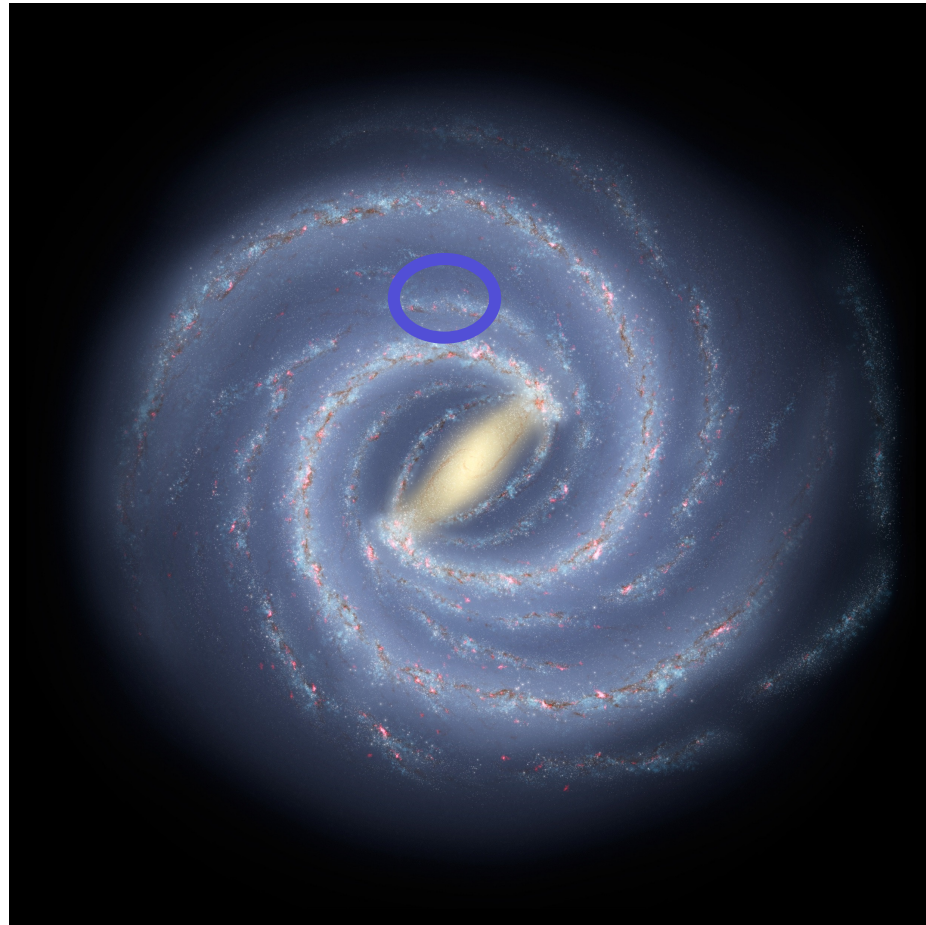
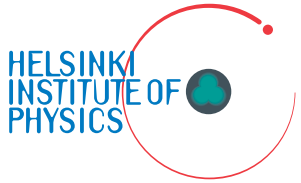


Paikallinen galaksien ryhmä



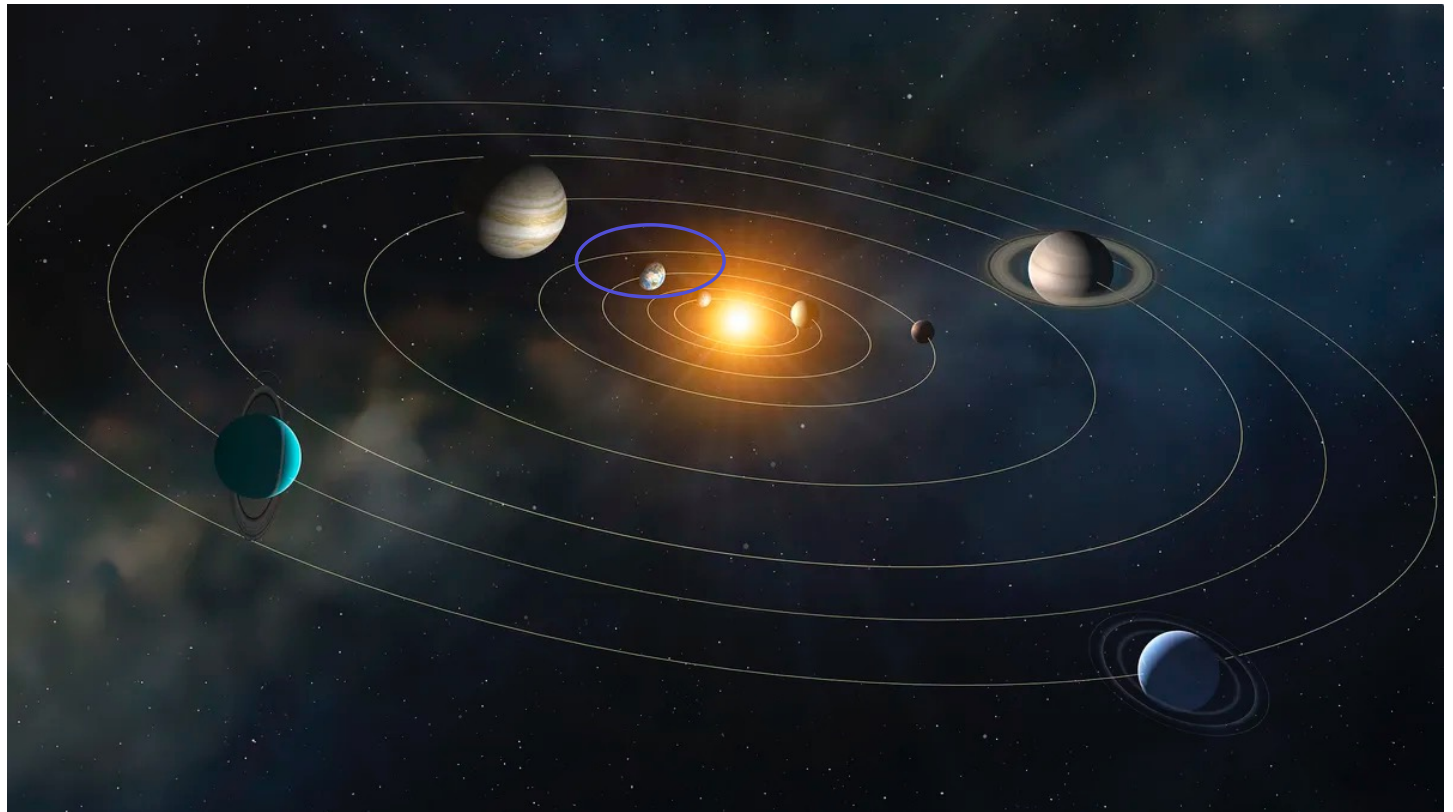
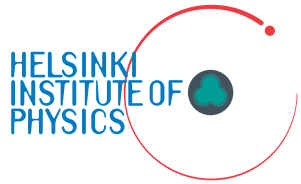


Linnunrata





Aurinkokunta



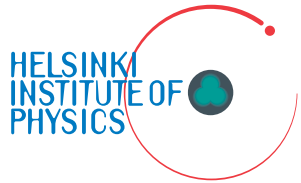


Maapallo





Paasitorni





Osa 2: Mistä olemme tulleet?



- Rakennumme atomeista.
- Atomit rakentuvat ytimistä ja elektroneista.
- Ytimet rakentuvat protoneista ja neutroneista.
- Protonit ja neutronit rakentuvat kvarkeista.



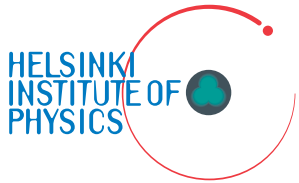
Protonien ja neutronien vankeus



- Varhainen maailmankaikkeus on kuuma ja tasainen hiukkaskaitto.
- Kun maailmankaikkeus laajenee, kaitto jäähtyy.
- Kymmenisen mikrosekunnin iässä lämpötila laskee alle tuhannen miljardin asteen, ja tiheys putoaa alle protonin ja neutronin tiheyden.
- Kvarkit jäävät vangiksi protoneihin ja neutroneihin.

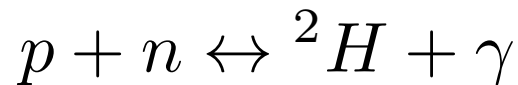


Atomiydinten ensimmäinen askel



- Ydinvoima vetää protoneita ja neutroneita toisiinsa, mutta lämpötila on aluksi niin korkea, että niiden suhde ei kestä.

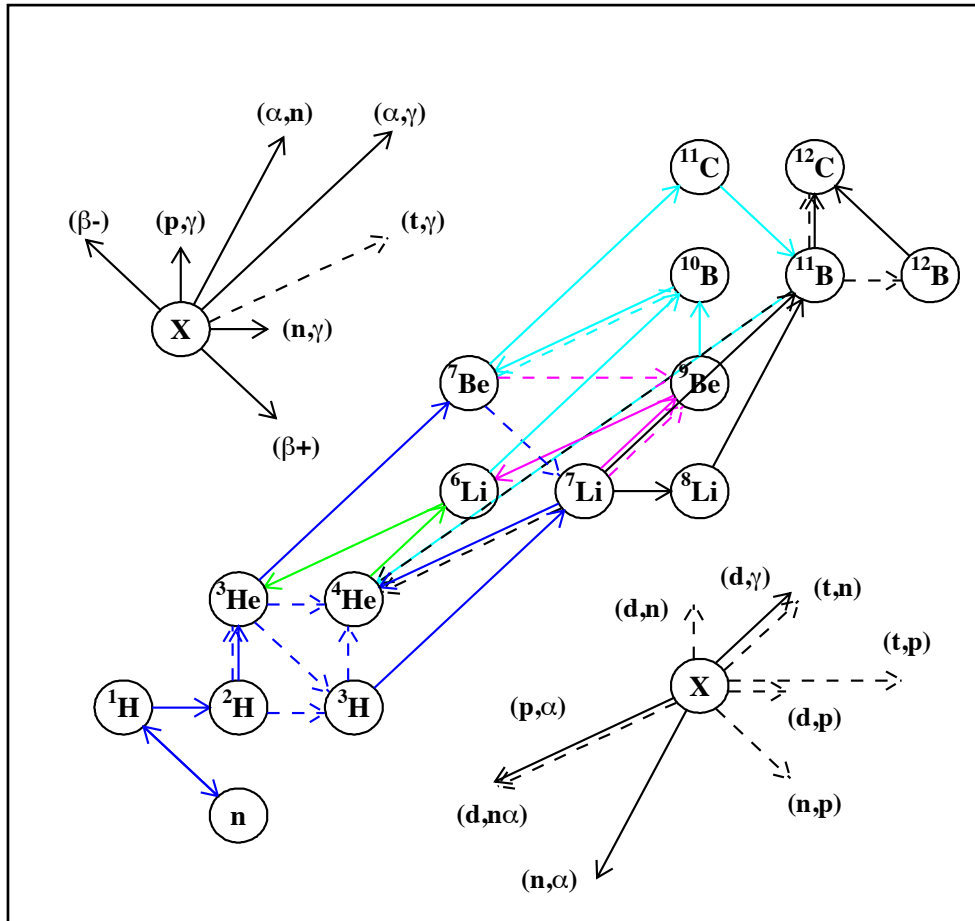
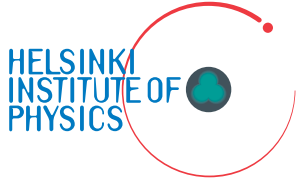
- Noin kolmen minuutin iässä lämpötila on laskenut alle miljardin asteen, joten protonin ja neutronin side ei rikkoudu: helium syntyy.



- Kahden hiukkasen törmäysten kautta rakentuu raskaampia ytimiä.



Alkuaineiden portaat





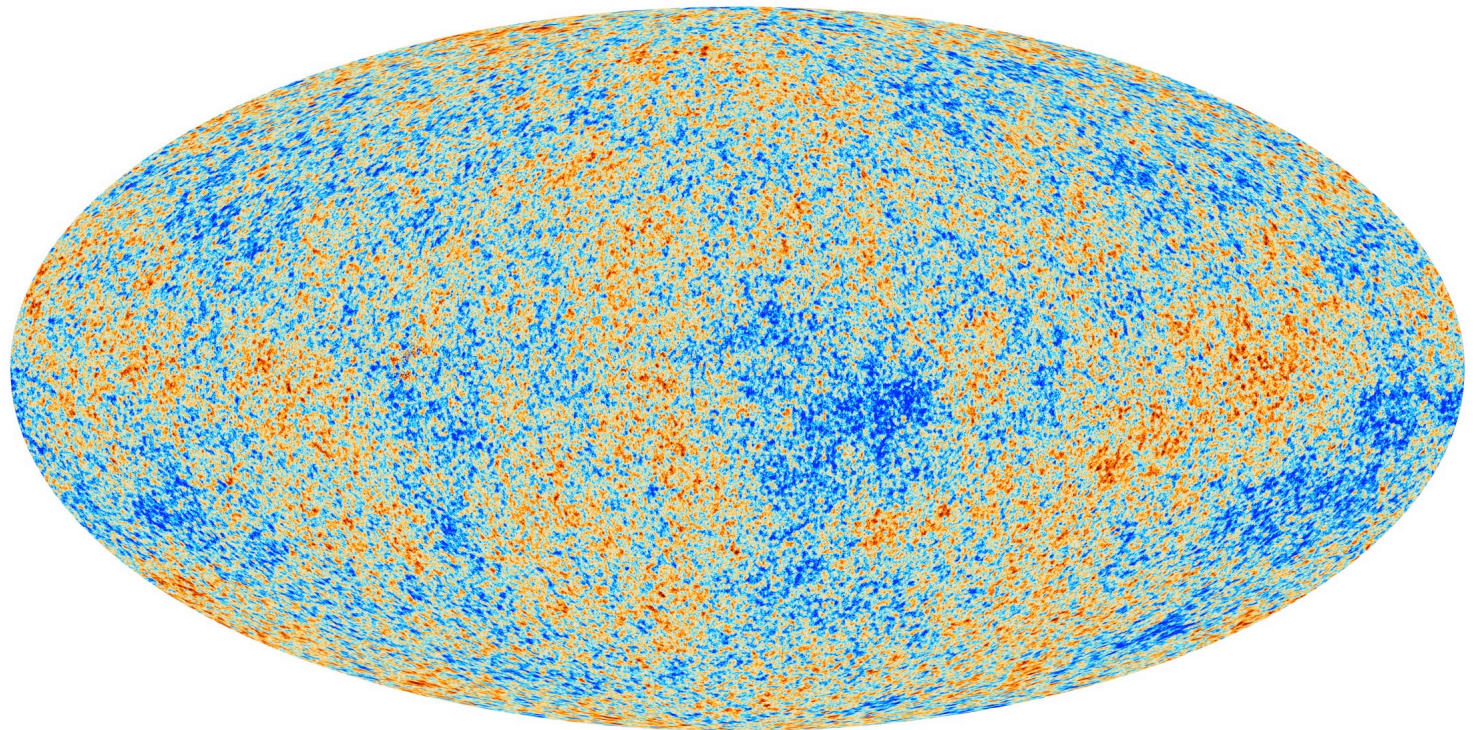
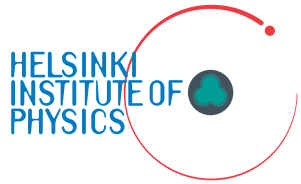
Atomien yksinäisyys



- Ydinten synnyn jälkeen keitto koostuu ytimestä, elektroneista ja fotoneista.
- Sähkövoima vetää ytimiä ja elektroneita toisiinsa, mutta lämpötila on niin korkea, että ne eivät pysy yhdessä.
- Noin 380 000 vuoden iässä lämpötila laskee alle 3 000 asteen, joten ytimet ja elektronit yhtyvät: atomit syntyvät.

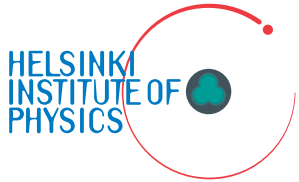


Valokuva 380 000 vuoden iässä





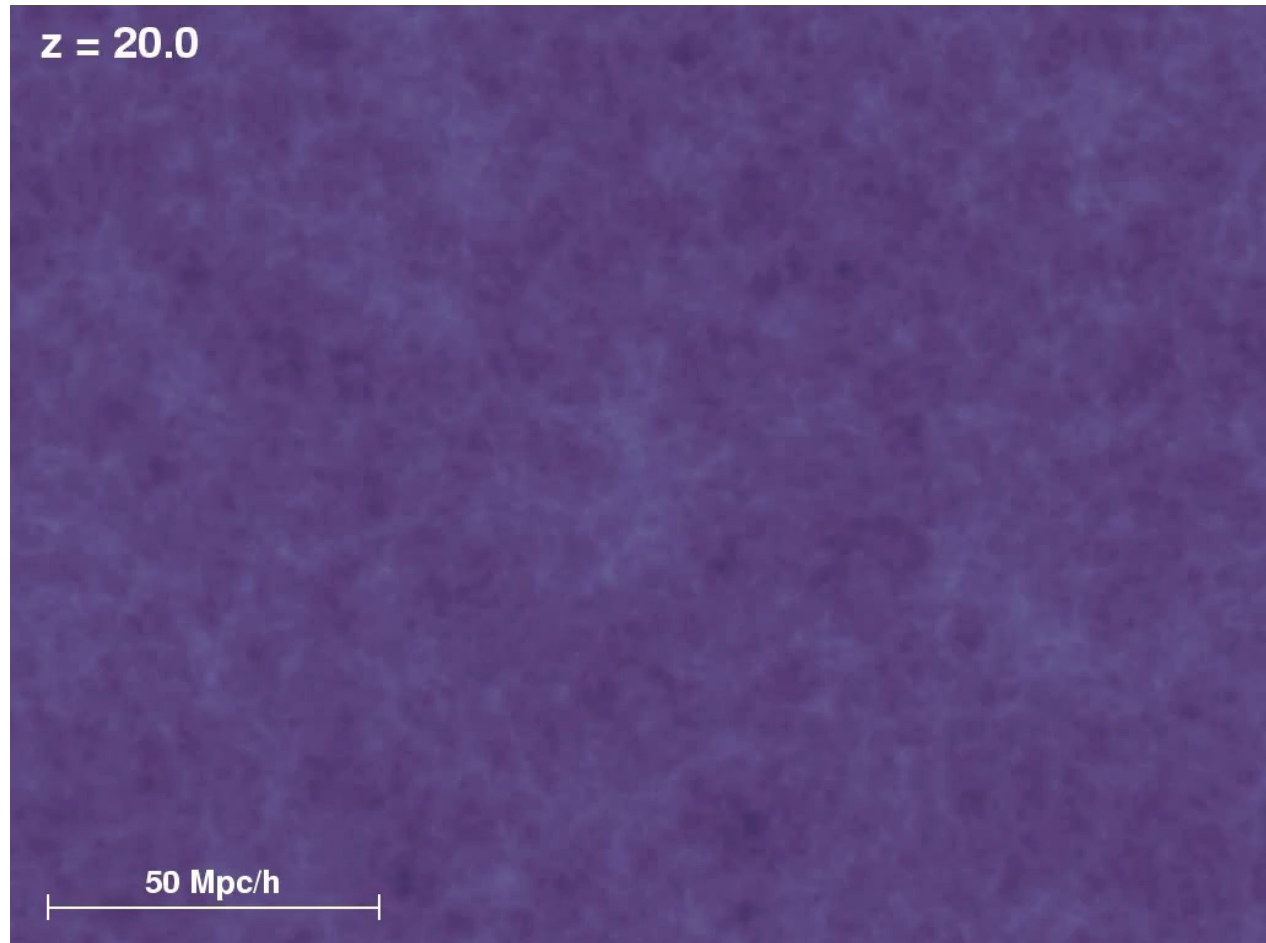
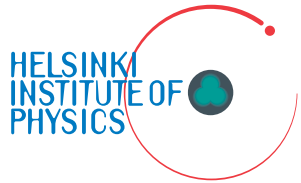
Näkymätön valo nopeasta erosta



- Kosminen mikroaaltotausta on valoa, joka irtosi aineesta kun maailmankaikkeus oli 380 000 vuoden ikäinen.
- Se on maailmankaikkeuden vanhinta valoa. Sitä kauemmas ei (valon avulla) voi nähdä.
- Kosmisen mikroaaltotaustan syntyessä sen valo oli osittain silmille näkyvää, osittain infrapunaista.
 - Venynyt mikroaalloiksi.
- Atomien muodostuminen, ja valon ja aineen ero, oli rakenteiden muodostumisen lähtölaukaus.

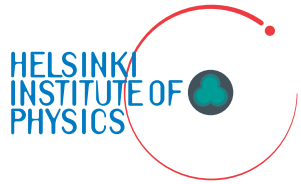


Kosminen verkko kasvaa



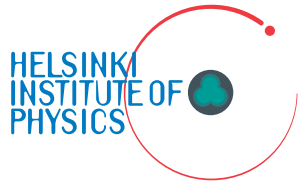


Linnunrata syntyy



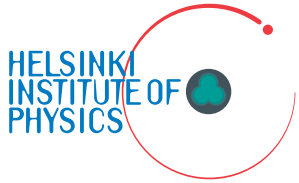


Aurinkokunta syntyy





Osa 3: Miksi olemme täällä?



- Tässä on Paasitorni, koska
tässä on Maapallo, koska
tässä on Aurinkokunta, koska
tässä on Linnunrata, koska
tässä oli keskivertoa enemmän atomeita.
- Mistä kosmisessa mikroaaltotaustassa näkyvät epätasaisuudet ovat peräisin?
 - Paras selitys on kosminen inflaatio.



Kosminen inflaatio

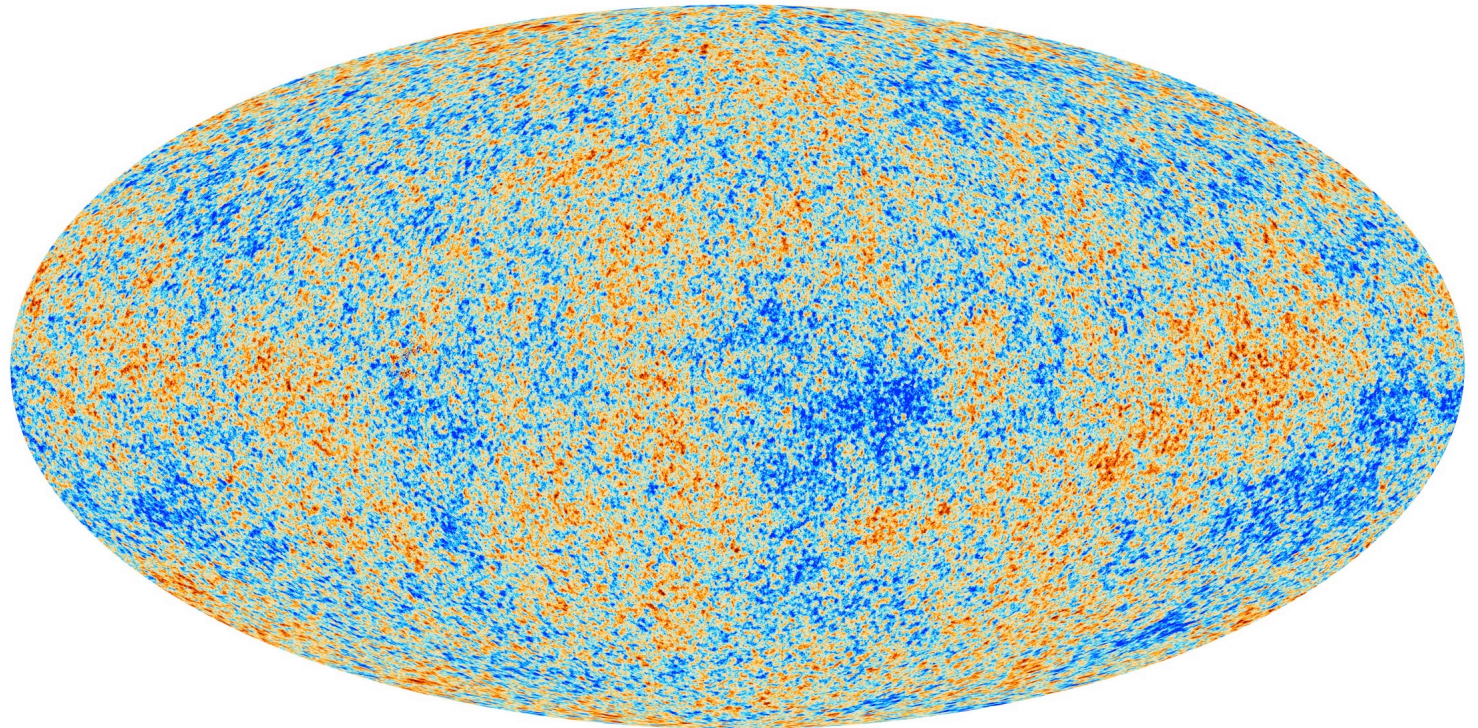
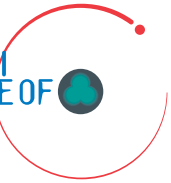


- Varhaisina aikoina (sekunnin miljardisosan miljardisosan miljardisosan miljardisosan aikoihin) maailmankaikkeuden laajeneminen kiihtyi.
- Kiihtyvä laajeneminen tasoitti avaruuden.
- Inflaation aikana kvanttivärähtelyt venyivät hiukkasfysiikan skaaloista kosmisiin mittoihin ja jäätivät paikalleen.
- Lopuksi kenttä hajosi hiukkaskeitoksi, joka peri sattumat.
- Kvanttivärähtelyistä tuli rakenteen siemeniä.



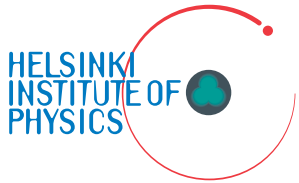
Kvanttivärähtelyjen perilliset

HELSINKI
INSTITUTE OF
PHYSICS





Sattuman lapset



- Aineen muoto (protonien ja neutronien, ydinten, atomien synty) palautuu maailmankaikkeuden kehityksen vaiheisiin.
 - Maailmankaikkeuden historia on kirjoitettu kehoomme.
- Aineen jakauma kosmisessa verkossa, Linnunradassa, Aurinkokunnassa, Maassa ja Paasitornissa palautuu inflaation kvanttivärähtelyihin.
 - Olemuksemme, historiamme, kulttuurimme palautuu inflaatiossa syntyneisiin sattumanvaraisiin pikku tihentymiin.
- Maailmankaikkeus on erottamaton osa meitä, mutta me emme ole erottamaton osa maailmankaikkeutta.