

Maailmankaikkeus



Petri Nousiainen 2013–2020

Johdanto: Symphony of Science

We Are Star Dust

The Quantum World

"Olemme maailmankaikkeuteen
kurkottavaa tähtipölyä."

Neil deGrasse Tyson

Mittasuhteita

Video: [How big is Universe?](#)

Ohjelmat

Planetaario-ohjelma Stellarium:

opi tähtikuvioita,

tarkista missä juuri nyt näkyvät kuu ja
planeetat

Ohjelmat

Avaruussimulaatio-ohjelma [Celestia](#):
matkusta halki aurinkokunnan ja
galaksin

Lisäosia Celestiaan:
[Celestia Motherlode](#)

Lisäosa Google Chrome-selaimelle:
100 000 Stars

Tähdet ja avaruus-lehden sivut:

<http://www.avaruus.fi/>

Linkit

Sääennuste sekä auringon ja kuun nousu- ja laskuajat: [Accuweather](#)

Tähtitiedettä kouluihin: [Arcturus](#)

Aurinkokunta [OpeTV:ssä](#)

[Taustakuvia Nasan kuva-arkistosta](#)

[Hubble-teleskoopin kuvia](#)

Yksiköitä

1 au =

1 astronomical unit =

1 tähtitieteellinen yksikkö =

maan keskietäisyys auringosta $\approx$

150 000 000 km

Yksiköitä

1 vv = 1 valovuosi =

1 light year = 1 ly =

matka, jonka valo kulkee vuodessa $\approx$
 $9,46 \cdot 10^{15}$ m

Yksiköitä

1 pc =

1 parsek = 1 parallaksisekunti =
etäisyys, josta Maan rata näkyy
kaarisekunnin ($1/3600^\circ$) kulmassa $\approx$
206 265 au $\approx$ 3,26 vv

Maa

Nimi latinaksi: Tellus tai Terra

Tunnus: ♂ tai



Kiviplaneetta, kiinteä kuori

Magneettikenttä

Kaasukehä

Vesiplaneetta

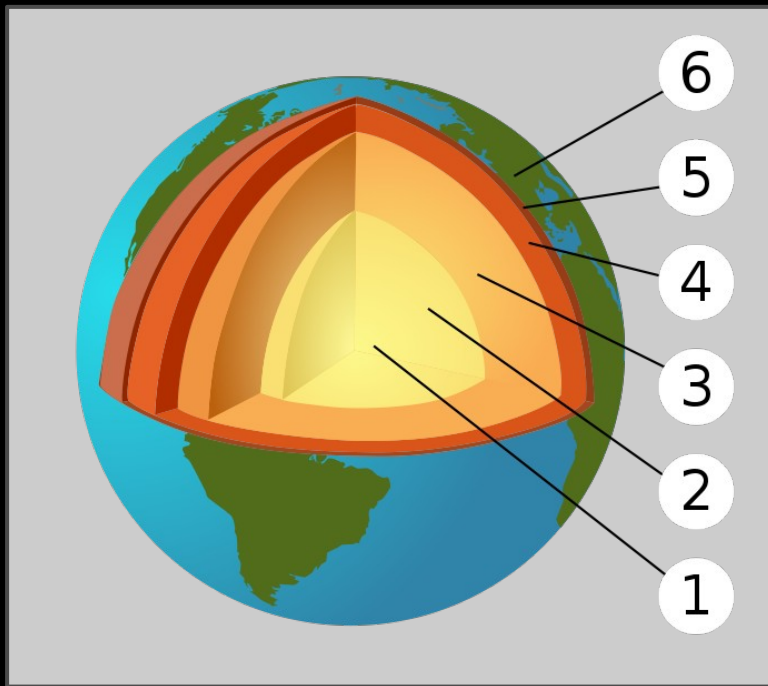


Maan pinnasta on
veden peitossa 71 %.

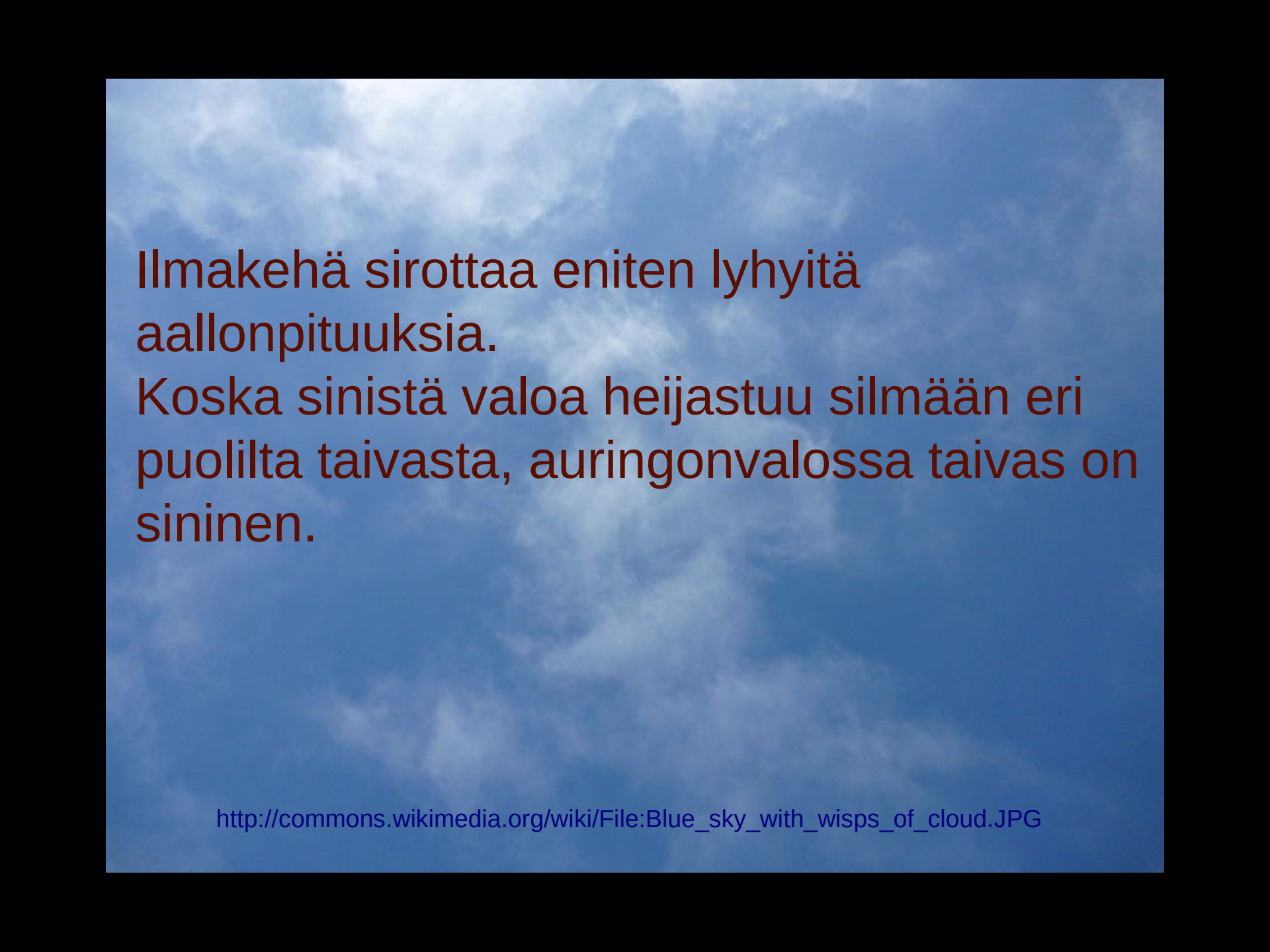
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Earth_Eastern_Hemisphere.jpg

Maa

Kiviplaneetta: ohut, kiinteä kuori, sula sisus.



- 1-2 Ydin rautaa
- 1 Sisäydin kiinteä
- 2 Ulkoydin nestemäinen
- 3 Sisävaippa
- 4 Ulkovaippa
- 5 Litosfääri
- 6 Kuori

The background of the slide is a photograph of a bright blue sky filled with soft, white, wispy clouds. The clouds are scattered across the sky, with some appearing more dense than others. The overall tone is bright and airy.

Ilmakehä sirottaa eniten lyhyitä
aallonpituuksia.

Koska sinistä valoa heijastuu silmään eri
puolilta taivasta, auringonvalossa taivas on
sininen.

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Blue_sky_with_wisps_of_cloud.JPG



Ilta- ja aamurusko ovat punaisia, koska
sironna suodattaa auringon valosta
siniset sävyt.

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sunride_Aachen.JPG

Halot

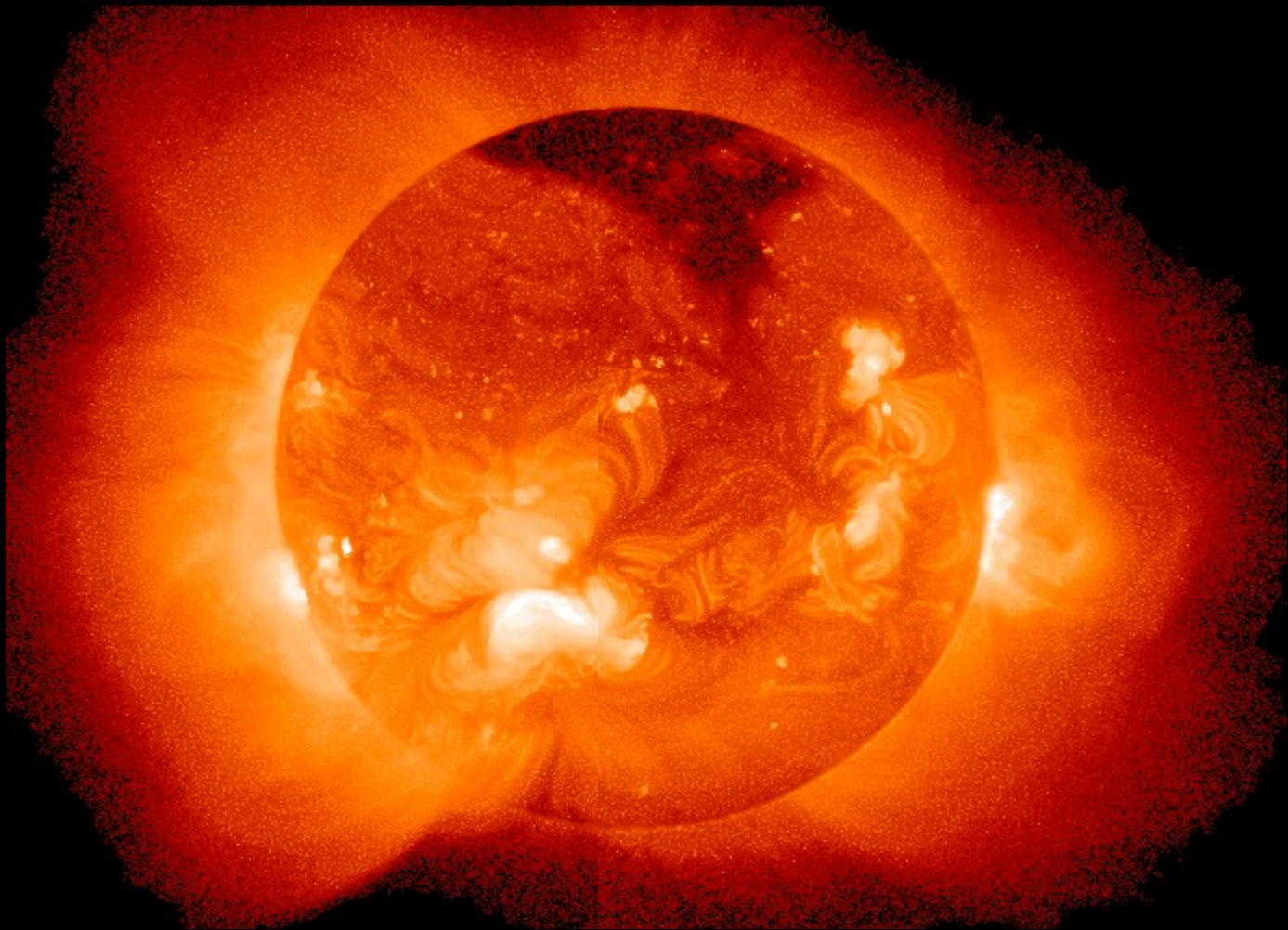
YLE: Suomi on halohullujen luvattu maa

Aurinko

Nimi latinaksi: Sol

Tunnus:  tai 

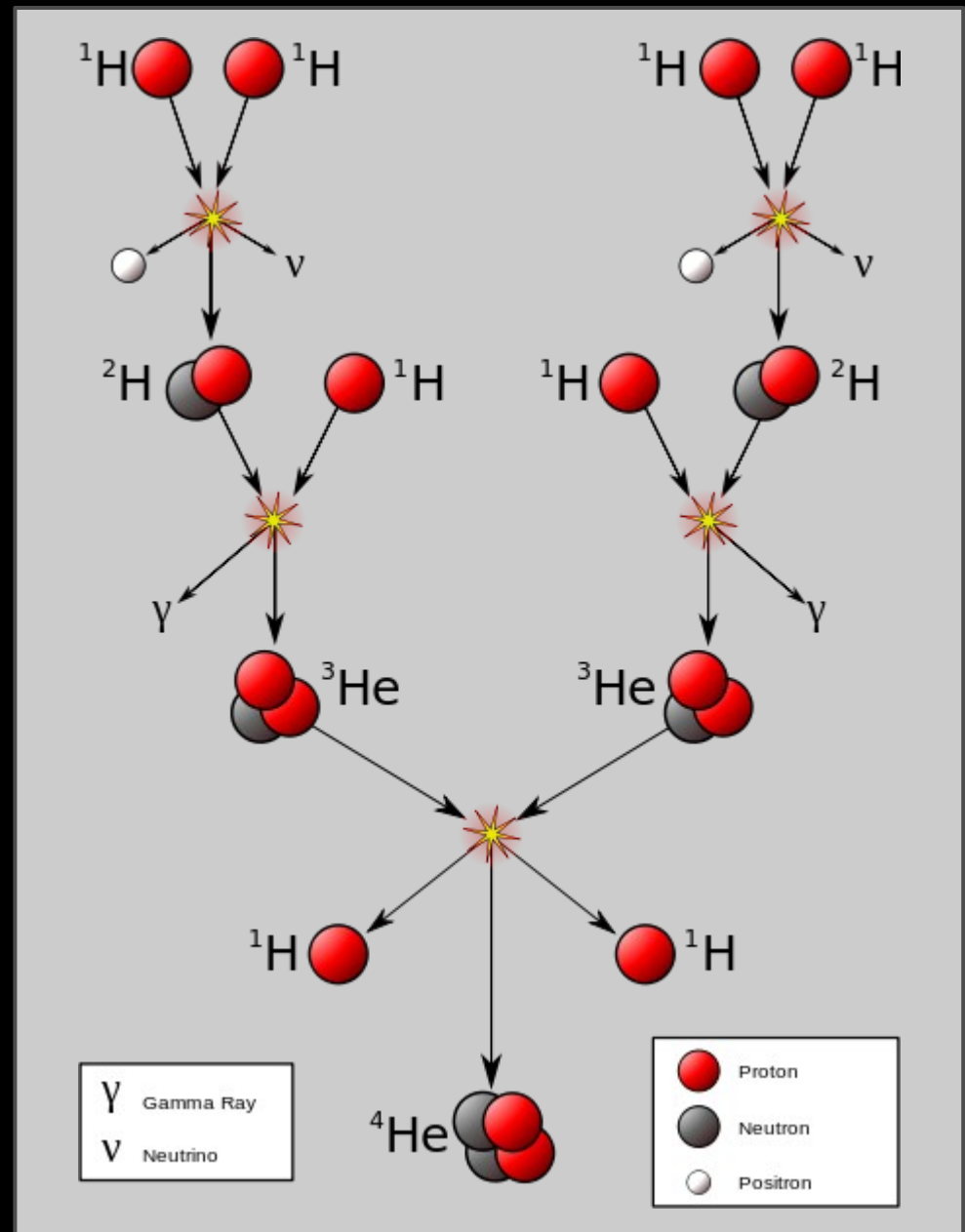
Massa: 300 000 Maan massaa

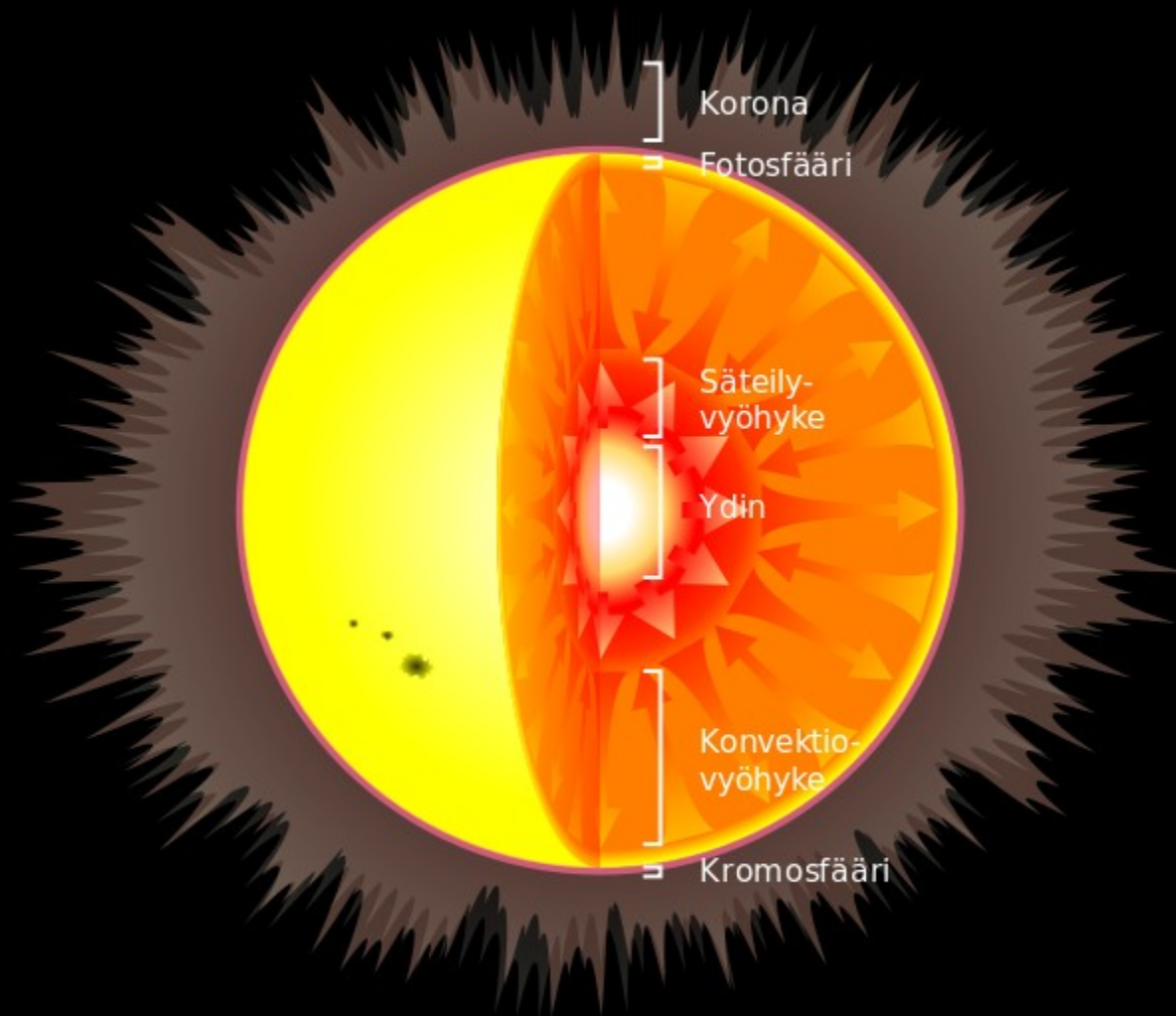


http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Sun_in_X-Ray.png

Aurinko

Tuottaa valoa,
lämpöä ja muuta
säteilyä
fuusioreaktiossa.





Kotitehtävä

Katsele aurinkoa turvallisesti:

1. Pistä harpin kärjellä reikä paperiin.
2. Anna Auringosta tulevan valon kulkea reiän läpi toiselle paperille.
3. Katsele Auringon kuvaa paperilla.

Älä koskaan katso Aurinkoa suoraan tai minkään optisen laitteen läpi!

Kuu

Nimi latinaksi: Luna

Massa: 0,123 Maan massaa

Halkaisija: 0,27 maan halkaisijasta

Maan kiertolainen



Taivaan toiseksi kirkkain kohde



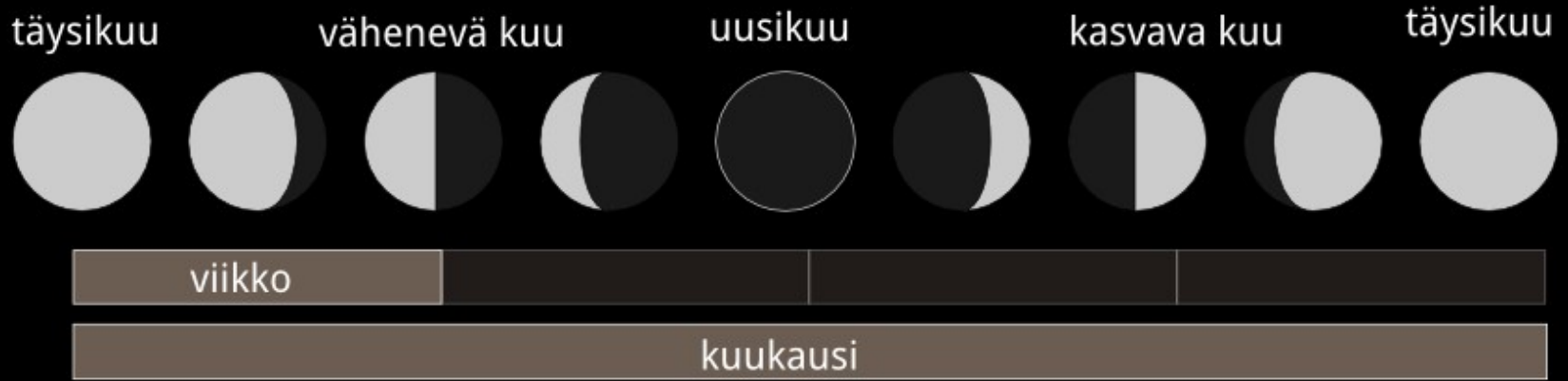
http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Full_Moon_Luc_Viatour.jpg?uselang=fi

Alkuperäinen kuva: [Luc Viatour / www.Lucnix.be](http://www.Lucnix.be)



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:AS8-13-2329.jpg>

Kuun vaiheet



☾utistuu

☾ullistuu



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Aldrin_Apollo_11_%28jha%29.jpg

Kotitehtävä

1. Tarkista, milloin kuu nousee ja laskee.
Tarkista myös sää.
2. Mene ulos ja katsele kuuta.
3. Mikä on kuun vaihe?
4. Mitä näet kuun pinnassa?
5. Jos sinulla on kiikari, katsele kuuta sen läpi.
Älä koskaan katso Aurinkoa kiikarilla!

Videoita

1. [Maa](#)
2. [Kuu](#)
3. [Aurinko](#)
4. [Kuun vaiheet](#)
5. [Auringonpimennys](#)
6. [Kuunpimennys](#)
7. [Revontulet](#)

Aurinkokunta

Aurinko ja sen kiertolaiset:
planeetat ja niiden kuut, asteroidit,
meteoroidit, komeetat, pikkuplaneetat



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_System_XXVII.png

Planeetan määritelmä

1. Planeetta kiertää tähteä vakaaalla radalla.
2. Planeetta on niin suuri, että se on luhistunut oman painovoimansa vaikutuksesta pyöreäksi.
3. Planeetan kiertoradalla ei ole toista huomattavasti suurempaa kappaletta.

Aurinkokunnan planeetat

Maankaltaiset

1. Merkurius
2. Venus
3. Maa
4. Mars

Jättiläisplaneetat

5. Jupiter
6. Saturnus
7. Uranus
8. Neptunus

Sisä- ja ulkoplaneetat

Maan radan sisäpuolella olevia planeettoja (Merkurius ja Venus) sanotaan sisäplaneetoiksi.

Maan radan ulkopuolella olevat ovat ulkoplaneettoja.

Maankaltaiset planeetat

Kiviainesta:

piin ja hapen yhdisteitä eli silikaatteja

1. Metalliydin
2. Sula vaippa
3. Kiinteä kuori

Maankaltaiset planeetat

Merkurius



Venus



Tellus



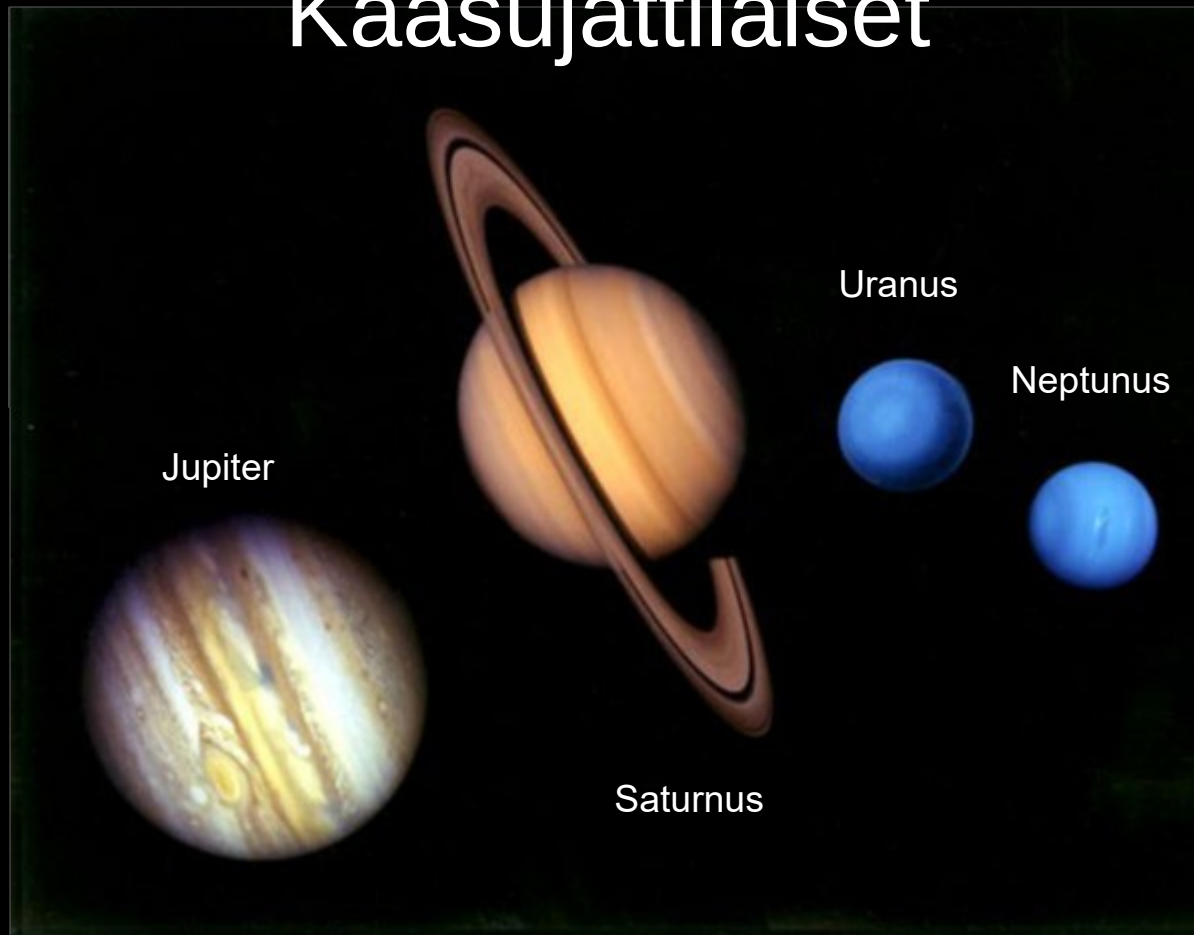
Mars

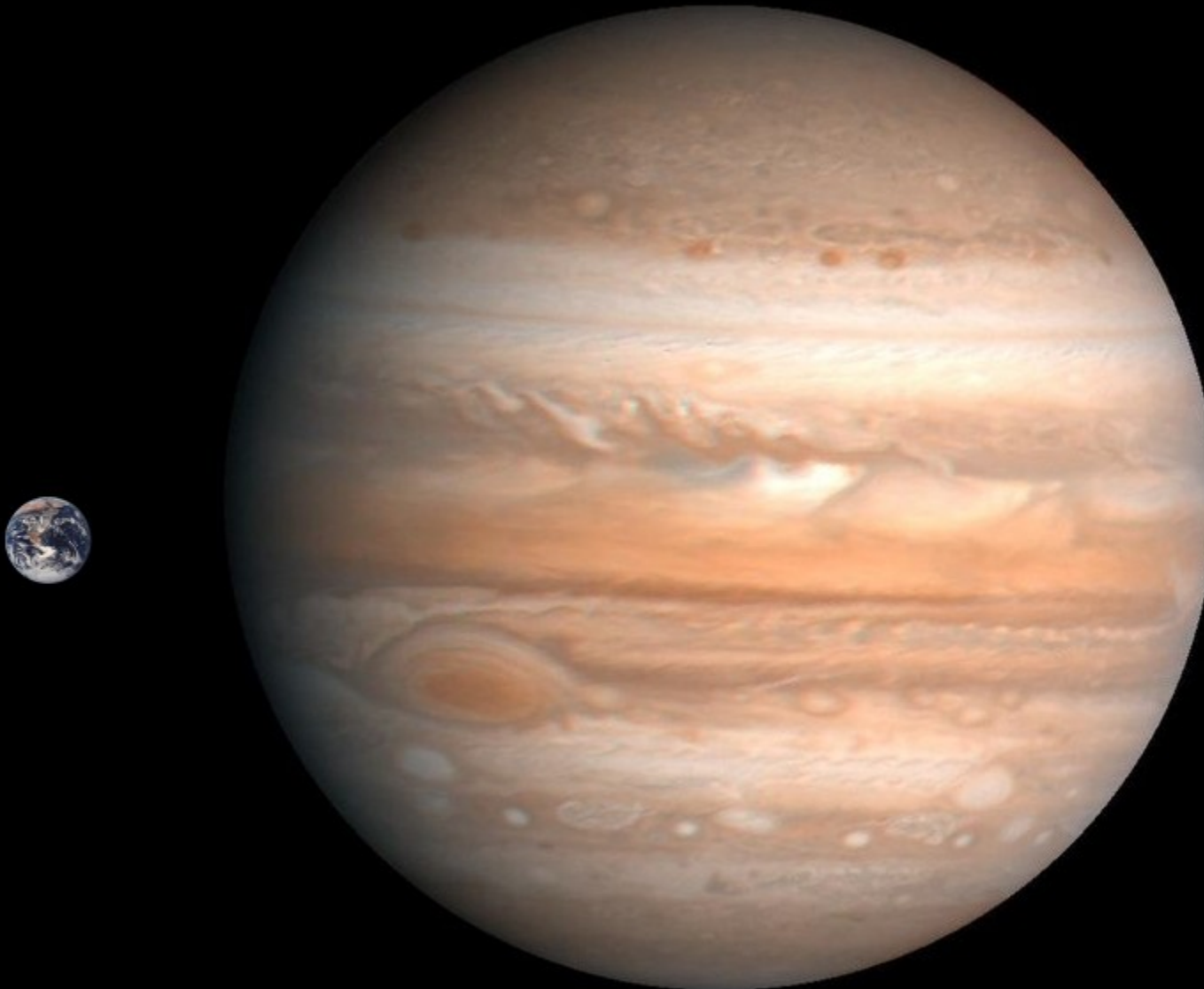


Kaasujättiläiset

Suuria planeettoja, joilla on paksu kaasukehä.
Aurinkomateriaa: vetyä ja heliumia.

Kaasujättiläiset





http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Jupiter_Earth_Comparison.png

Kuut

Kuut ovat planeettojen tai asteroidien kiertolaisia eli satelliitteja.

Merkurius, Venus: 0

Maa: 1

Mars: 2

Jupiter: 79*

* vuonna 2019

Saturnus: 82*

** 21 varmistettu

Uranus: 27**

Neptunus: 14

Meteoroidit

Meteoroidit ovat pieniä (<200 m) Aurinkoa kiertäviä kappaleita.

Ilmakehään putoava meteoroidi näkyy hehkuvana meteorina.

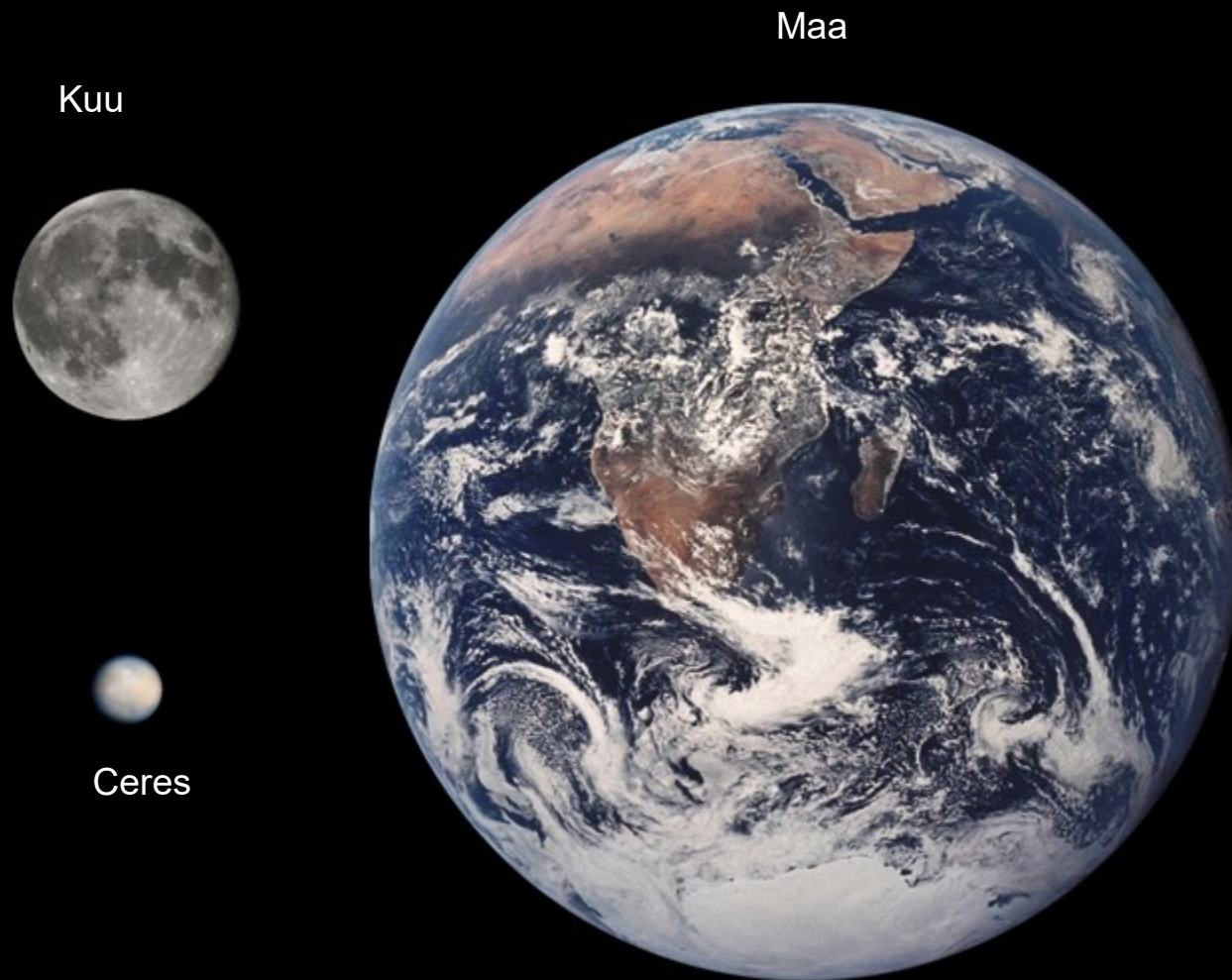
Maahan asti pudonnut kappale on meteoriitti.

[Video ydinpommiluokan törmäyksistä maahan 2000-luvulla](#)

Asteroidit

Asteroidit ovat meteoroideja suurempia, mutta liian pieniä ollakseen planeettoja. Painovoima ei yleensä riitä muotoilemaan niistä palloja.

Suurin osa asteroideista kiertää Marsin ja Jupiterin välissä olevalla asteroidivyöhykkeellä.



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ceres_Earth_Moon_Comparison.png

Komeetat

Komeetat ovat Aurinkoa kiertäviä pienkappaleita, jotka koostuvat hiilidioksidi-, metaani- ja vesijäästä.

Komeettojen radat ovat hyvin soikeita.

Komeetat

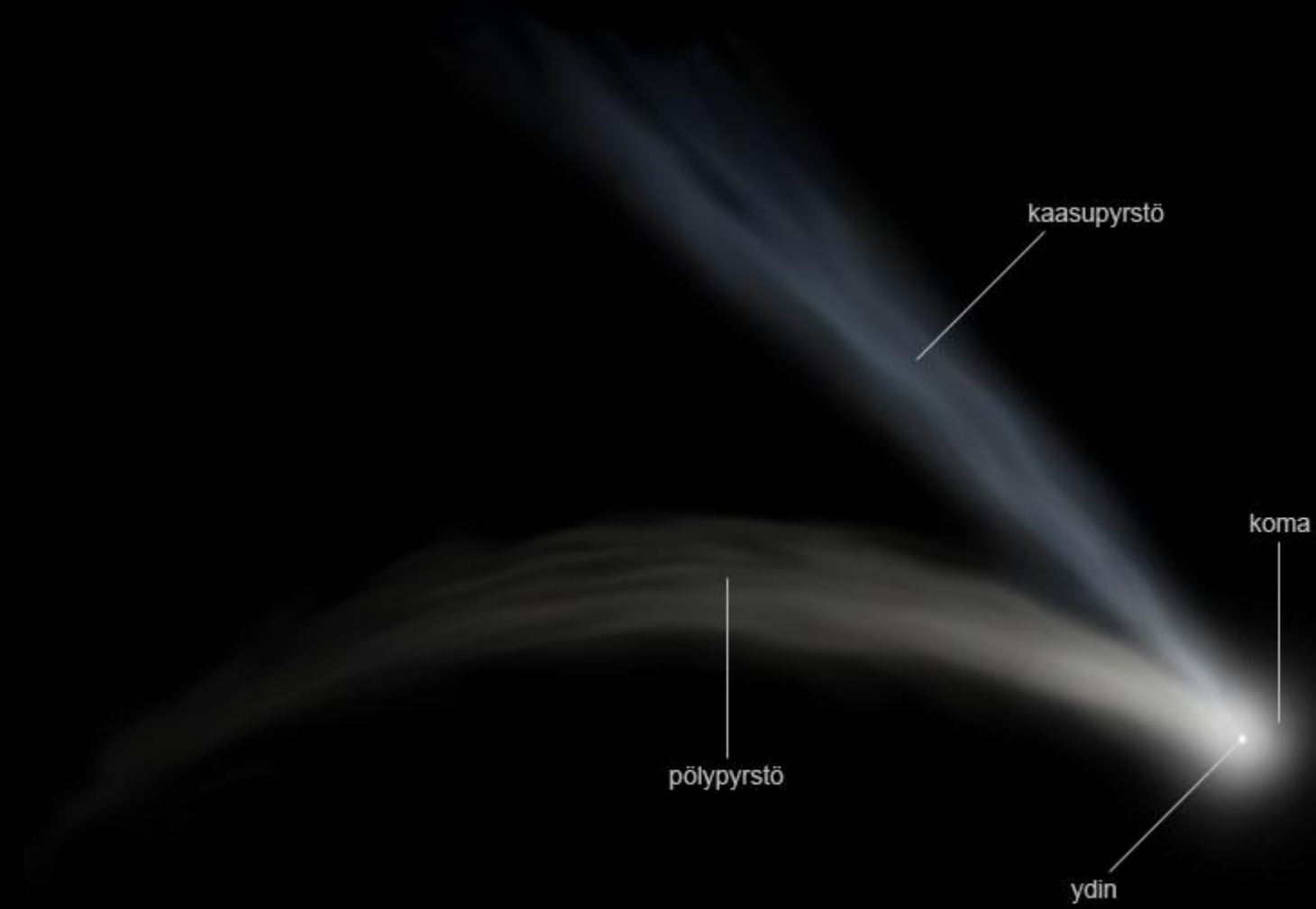
Kun komeetta saapuu aurinkokunnan sisäosiin, Auringon säteily irrottaa siitä ainetta, joka näkyy pitkänä pyrstönä.

Pyrstö osoittaa aina Auringosta poispäin riippumatta komeetan kulkusuunnasta.

Ulkovyöhykkeet

Kuiperin vyöhyke on aurinkokunnan ulko-osassa. Siellä on pikkuplaneettoja, kuten Pluto ja Kheiron, sekä komeettoja.

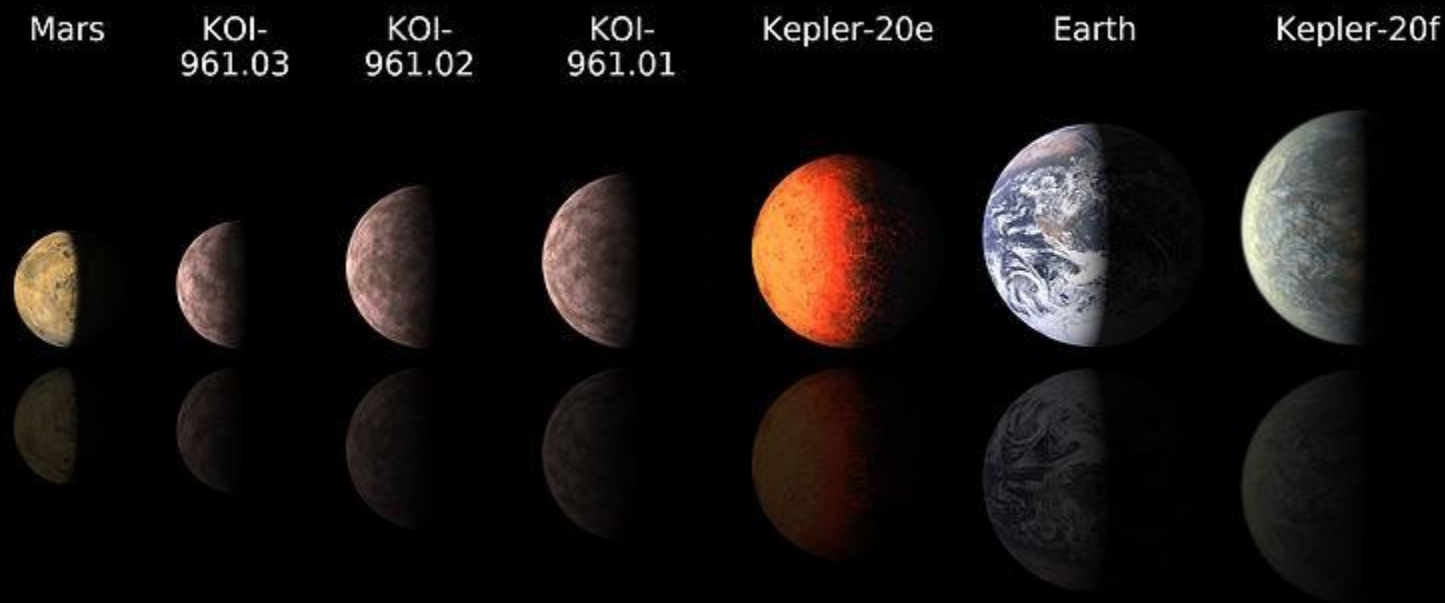
Pitkäjaksoiset komeetat tulevat Oortin pilvestä yli 1,5 valovuoden päästä.



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Komeetan_rakenne.jpg

Eksoplaneetat

Eksoplaneetat ovat aurinkokunnan ulkopuolella.



<http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Planets.jpg>

Eksoplaneetat

NASA: [Finding another Earth](#)

Kotitehtävä

1. Opettele luettelemaan aurinkokunnan planeetat järjestyksessä Auringosta lukien.
2. Opettele sisä- ja ulkoplaneetat.
3. Opettele maankaltaiset planeetat ja kaasujättiläiset.
4. Missä on asteroidivyöhyke?

Videoita

Planeettojen synty

Merkurius

Venus

Mars

Marsin meret?

Jupiter

Europa

Ganymedes

Io

Callisto

Saturnus

Saturnuksen renkaat

Uranus

Uranuksen kuut

Neptunuksen koko

Neptunuksen renkaat

Pluto ja Kuiperin vyöhyke

Galaksit

Galaksit muodostuvat miljardeista tähdistä, kaasusta, pölystä ja pimeästä aineesta.

Näkyvässä maailmankaikkeudessa on noin 10^{11} galaksia. Galaksit muodostavat edelleen galaksiryhmiä ja -joukkoja.

Gravitaatio

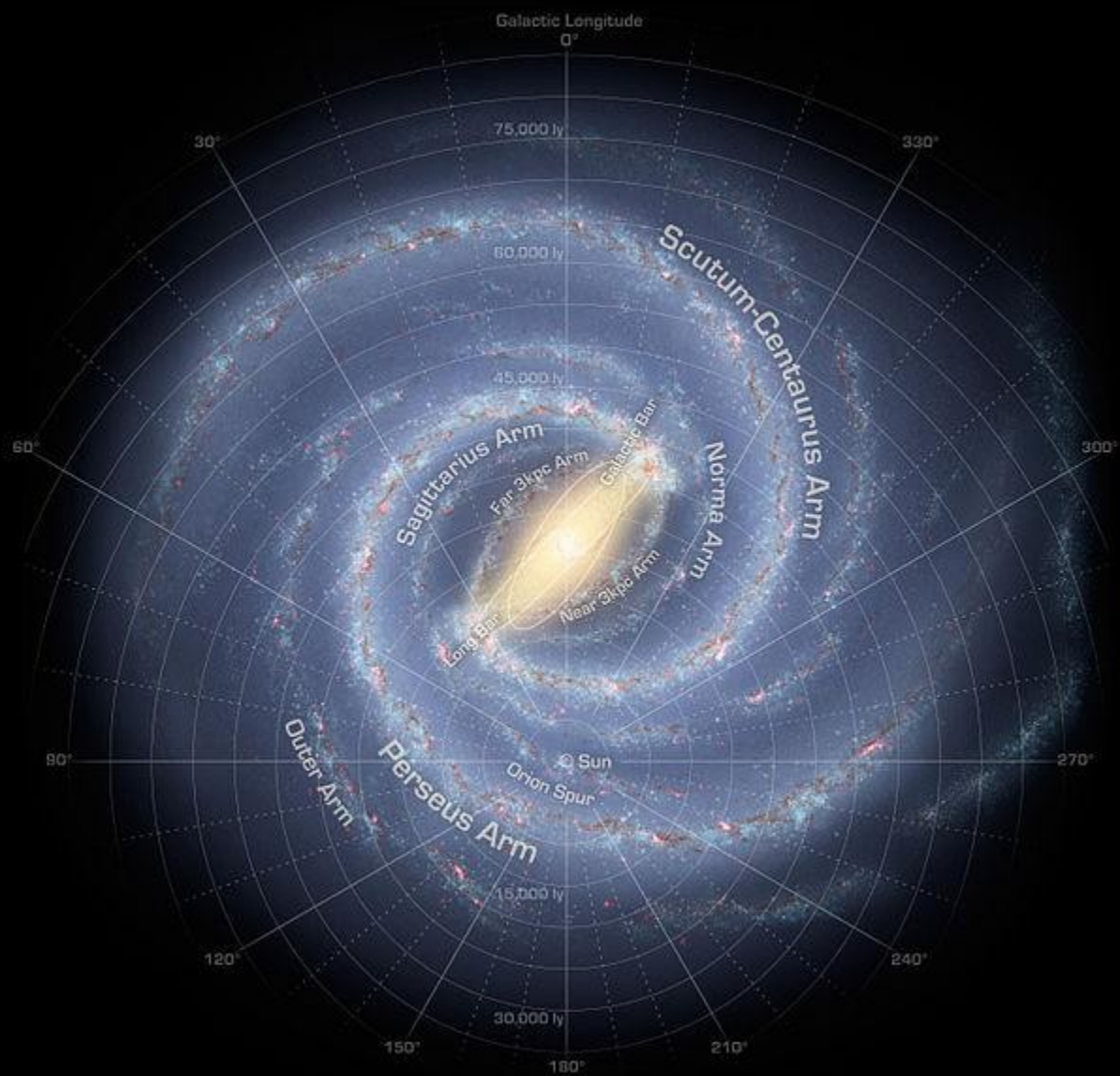
Tähtiä, planeettajärjestelmiä, galakseja ja galaksijoukkoja pitää koossa gravitaatiovuorovaikutus eli painovoima. Galaksi pyörii keskustansa ympäri.

Linnunrata

Linnunrata on sauvaspiraaligalaksi, jonka toisessa kierteishaarassa aurinkokuntamme sijaitsee.



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Milky_Way_on_horizon_montage.png



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:236084main_MilkyWay-full-annotated.jpg

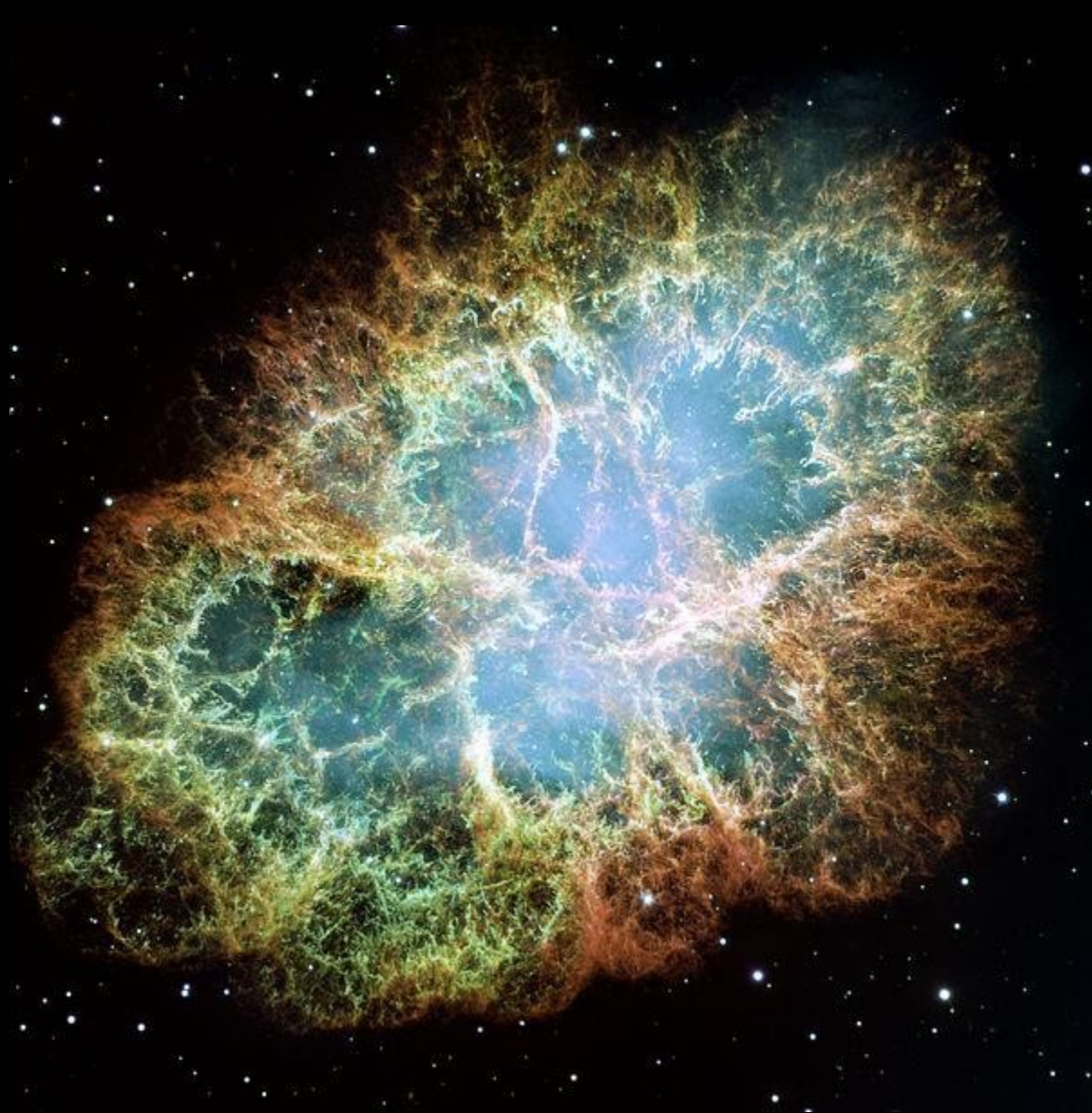
Tähdet ja avaruus:

Tutkijat löysivät ennennäkemättömä
n galaksien joukkokolarin

Tähtisumu

Tähtisumu eli nebula on kaukainen, sumumaisena näkyvä kohde. Se voi olla kaasusumu tai kaukainen galaksi. Sumu voi valaista itse tai heijastaa tähtien valoa.

Kaasusumut ovat hyvin harvaa ainetta. Ne voivat sisältää myös kiinteitä hiukkasia eli pölyä.



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Crab_Nebula.jpg

Tähti

Tähti on painovoimansa pyöreäksi puristama plasmapallo.

Jossain tähden kehitysvaiheessa siinä tapahtuu ydinfuusiota.

Tähden kehitys

Tähti syntyy tiivistymällä kaasupilvestä.

Pääsarjavaiheessa vedyn fuusio tuottaa energiaa.

Vanha tähti, punainen jättiläinen, fuusioi heliumia.

Tähden kehitys

Keskikokoisesta tähdestä (1xSol) tulee valkoinen kääpiö.

Suuresta tähdestä (10xSol) supernova ja neutronitähti.

Hyvin suuresta tähdestä (70xSol) tulee sininen jättiläinen.



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_life_of_Sun-like_stars.jpg

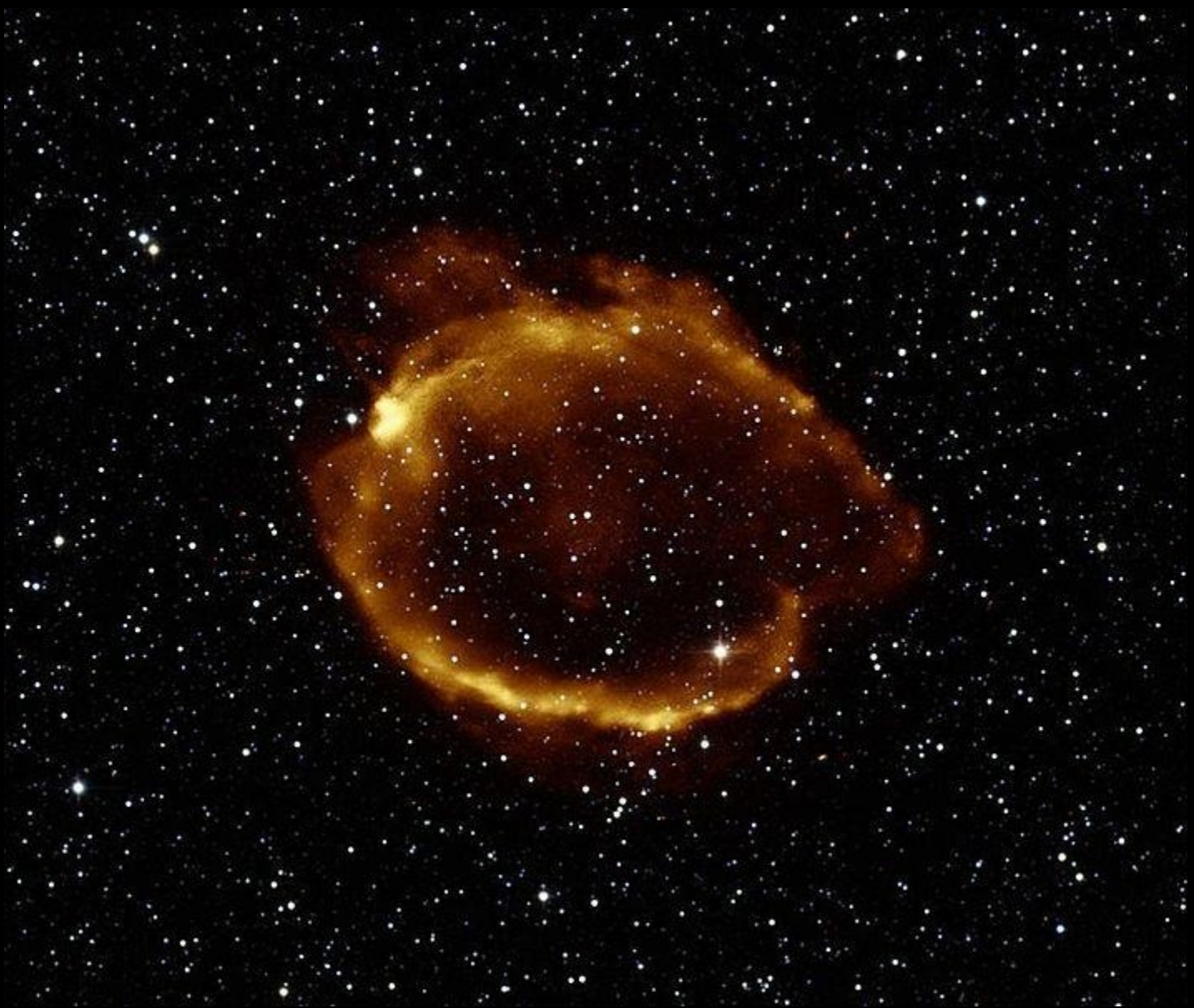
Supernova

Supernova on elinkaarensa lopussa räjähtänyt tähti.

Kaukaisiakin supernovia voidaan havaita, koska ne ovat hyvin kirkkaita.

Supernovan jäänteet voivat hehkua vuosia.

Supernovissa syntyy raskaita alkuaineita.



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Middle_Aged_Supernova_remnant_-_Copy.jpg

Musta aukko

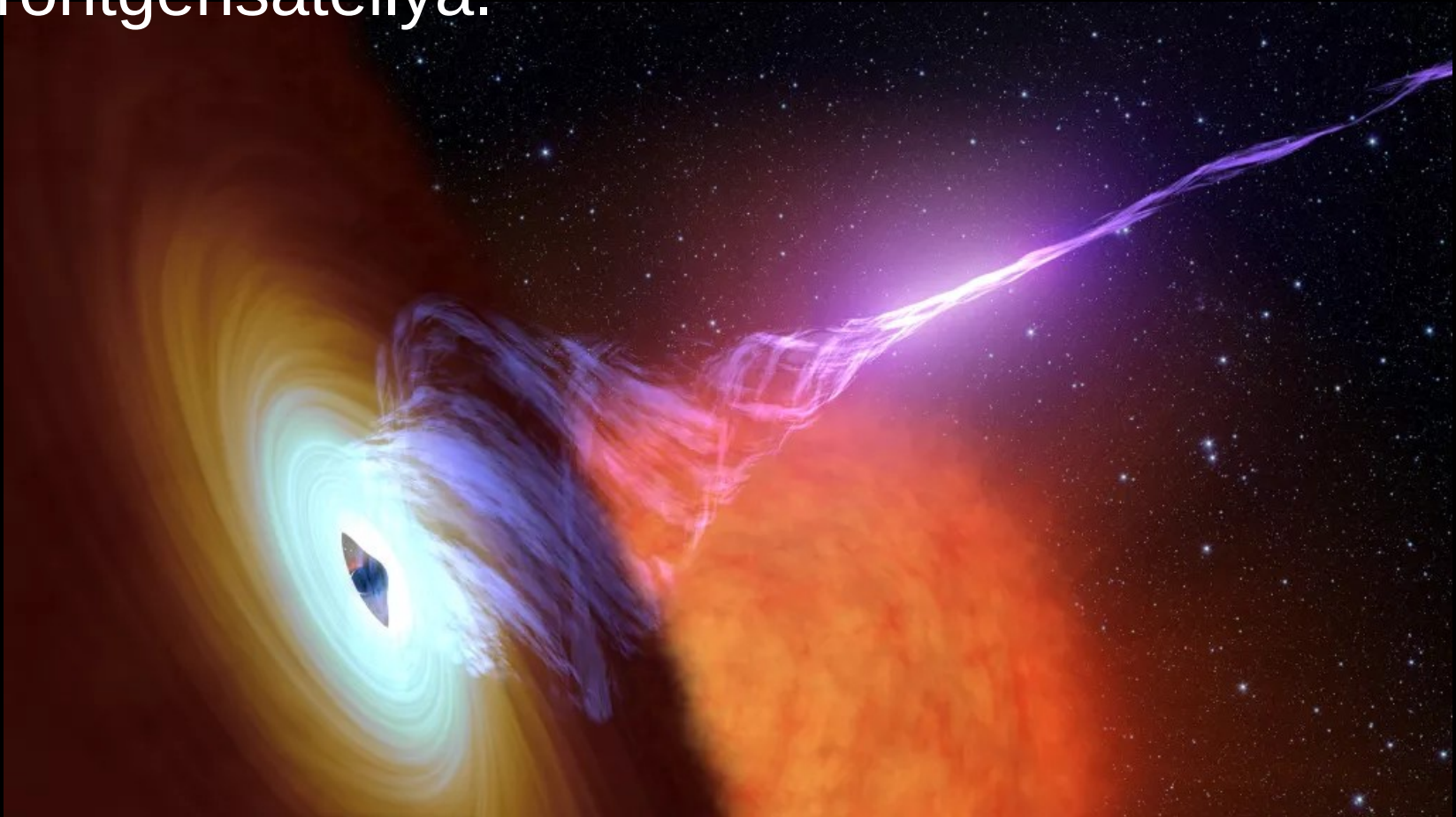
Erittäin suuren tähden luhistuessa syntyy musta aukko. Sen painovoima on niin suuri, ettei aine tai sähkömagneettinen säteily pysty pakenemaan sieltä.

Kookkain tunnettu musta aukko on 40 miljardin auringon kokoinen.

Mustia aukkoja on mahdollista havaita, kun valo taipuu niiden painovoimakentässä.



Mustaan aukkoon syöksyvä kaasu hehkuu.
Aukko tuottaa myös voimakasta
röntgensäteilyä.



<https://www.space.com/38692-black-hole-jet-acceleration-zone-spotted.html>

Musta aukko

Galaksien ytimissä on supermassiivisia mustia aukkoja. Linnunradan ytimen musta aukko on massaltaan 4,6 miljardia aurinkoa.

Kookkain tunnettu musta aukko on 40 miljardin Auringon kokoinen.

Video: [Universe Size Comparison](#)

Olbersin paradoksi

Galakseja arvioidaan olevan ainakin 200 miljardia, mahdollisesti jopa 2000 miljardia. Tähtiä on joka puolella taivasta.

Miksi tähtitaivas on sitten enimmäkseen musta?

Olbersin paradoksi

1. Kaukaisista galakseista tuleva valo on punasiirtymän vuoksi ihmissilmälle näkymätöntä.
2. Maailmankaikkeuden koko muuttuu jatkuvasti.
3. Koska valolla on äärellinen nopeus, näemme kaukana olevat kohteet sellaisina kuin ne olivat menneisyydessä.
4. Tähdillä on rajallinen ikä.

Hubble

Hubble-teleskoopin kotisivut:

<http://hubblesite.org/>

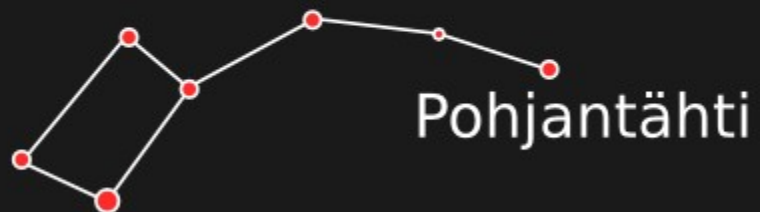
Kotitehtävä

1. Etsi taivaalta Linnunrata.
2. Opettele tunnistamaan viisi tähtikuviota:
 - a. Iso Karhu
 - b. Pikku karhu
 - c. Kassiopeia
 - d. Joutsen
 - e. Orion

Iso karhu



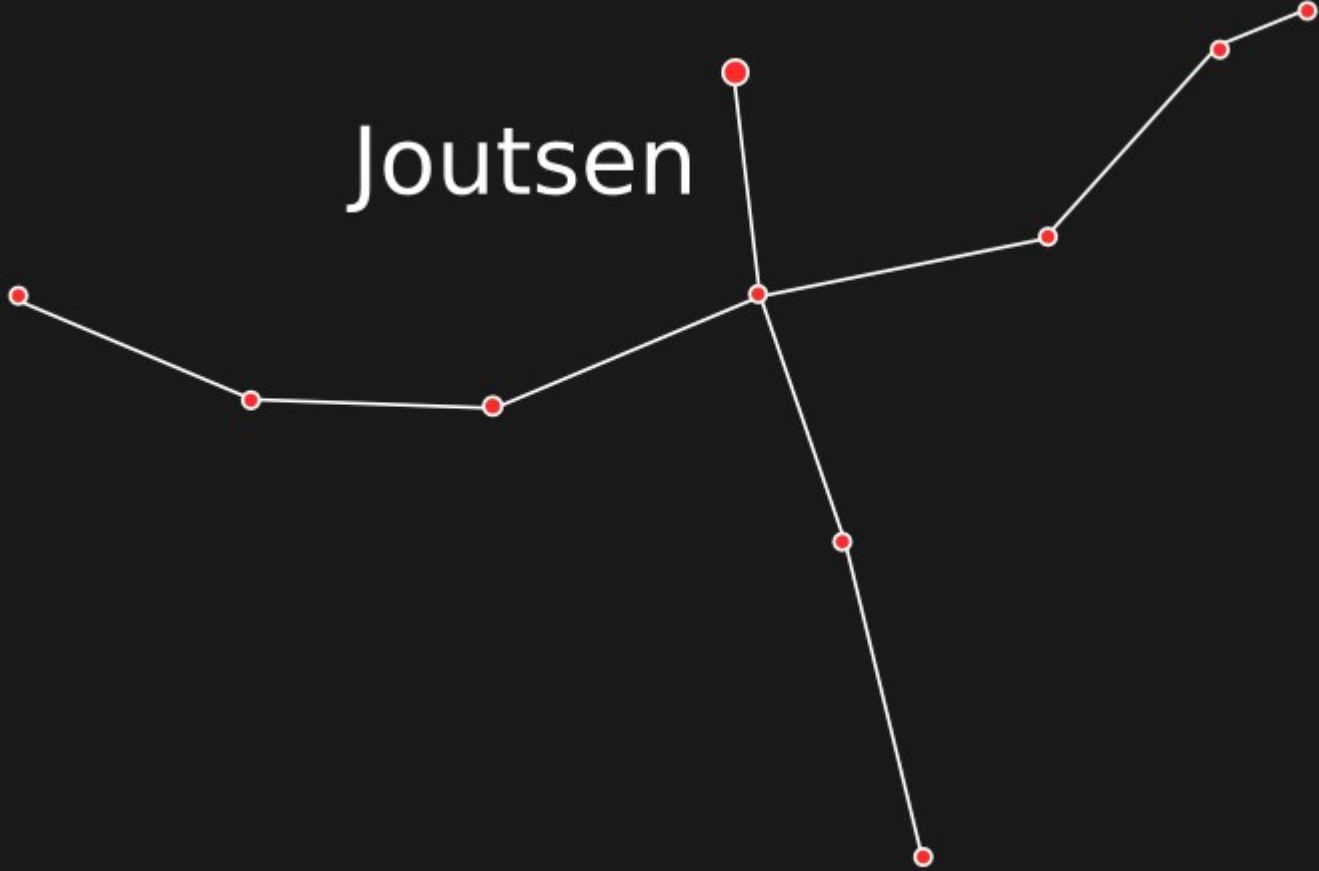
Pieni karhu



Kassiopeia



Joutsen



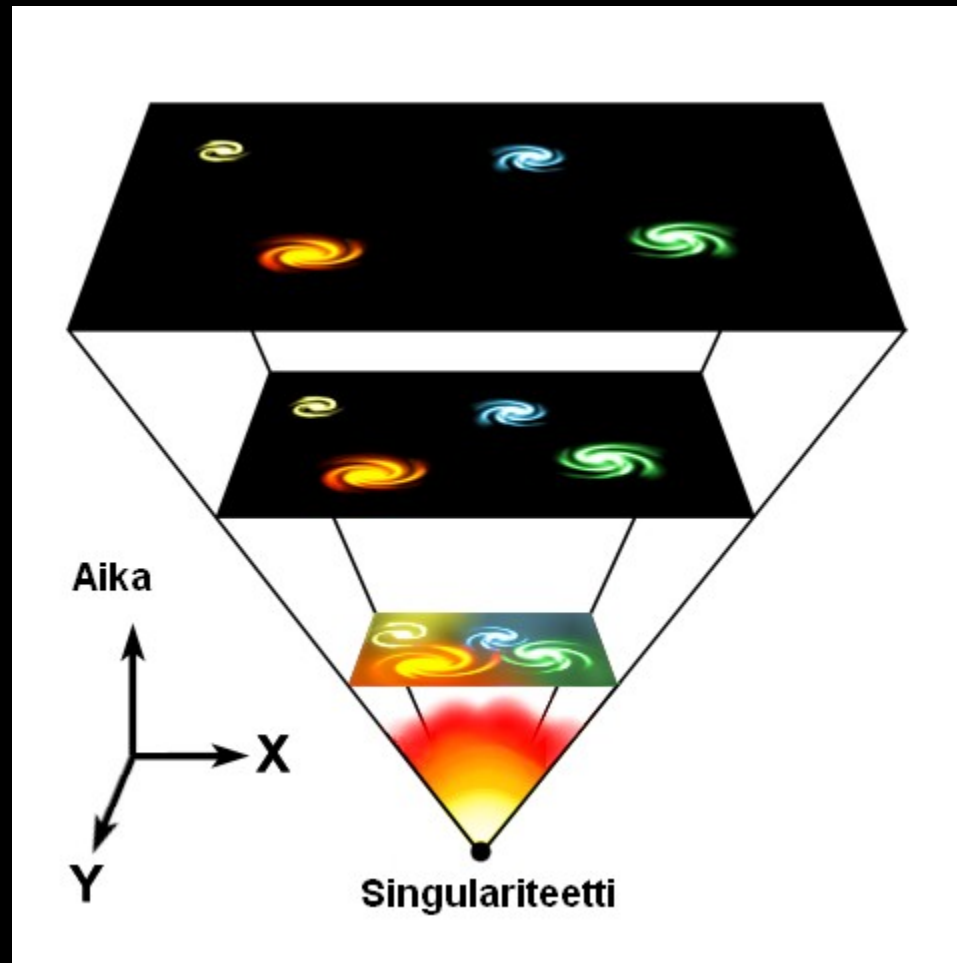
Orion



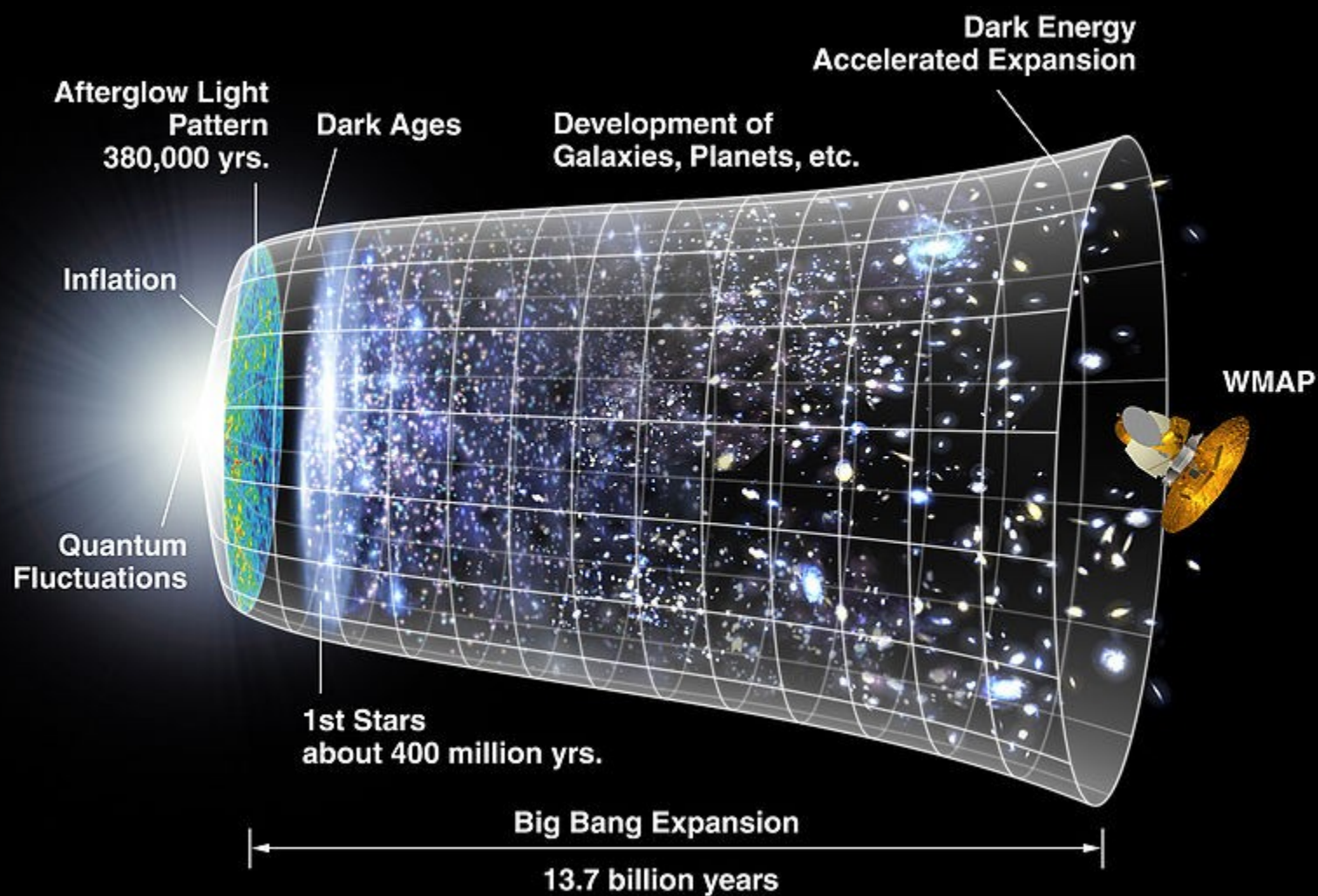
Alkuräjähdys

Maailmankaikkeus on syntynyt nopeasti laajentumalla yhdestä pisteestä, singulariteetista.

Laajentuminen jatkuu edelleen: galaksit ja galaksijoukot etääntyvät toisistaan.



http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Universe_expansion-fi.png



Tulevaisuus

Maailmankaikkeus laajenee kiihtyvällä nopeudella ja samalla jäähtyy.

10^{11} vuoden kuluttua uusia tähtiä ei enää muodostu.

10^{40} vuoden kuluttua on jäljellä tähtien jäänteitä ja mustia aukkoja, jotka säteilevät itsensä tyhjiin.

Mikä on maailmankaikkeuden kohtalo?
(video 07:10)

Avaran avaruuden fysiikkaa ja filosofiaa
Maailmankaikkeus YLE Areenassa

Johdanto alkuun:

Symphony of Science: The Big Beginning

Avaruusturismia: Wanderers

Video

Cassiopeiaprojekti: Big Bang

Historiaa

Sputnik taivaalla 1957

Ensimmäinen avaruuslento

Apollo 8:n lento kuun ympäri 1968

Apollo 11 ja kuukävely 1969

Elämää etsitään etäältä

Reaaliaikainen satelliittien ja avaruusrakettien seuranta: <http://stuffin.space/>