

BIG BANG →

Koonnut eri lähteistä noin (1970-) 1990-2005 *Ulrika Juselius*, <http://www.phpoint.fi/ulrikaj/>

	AIKA ALUSTA	FAASIN KESTO	FAASI	REAKTIOT JA OLOSUHTEET	ALKEISHIUKKASET JA ALKUAINEET									
13,7 mrd	0	5.4×10^{-43} sekuntia <ul style="list-style-type: none"> Planckin aika ajan kvantti, lyhin mahdollinen aika, ensimmäisen faasin kesto Planckin pituus 1.6×10^{-35} metriä, avaruuden kvantti, pienin mitattava matka, atomiytimen halkaisijaa lyhyempi 	esiplanckilainen aika <ul style="list-style-type: none"> singulariteetin räjähdys 	<ul style="list-style-type: none"> toistaiseksi tuntemattomia kvanttitapahtumia ääretön tiheys, ei ulottuvuuksia, ei myöskään aikaulottuvuutta CPT-symmetria <ul style="list-style-type: none"> C-symmetria: varauspariteetti sähkömagneettisen varauksen suhteen, hiukkaset ja antihiukkaset noudattavat samoja luonnonlakeja P-symmetria: avaruuspariteetti, luonnonlait eivät muutu peilikuvatilanteessa ja oikeakätisen peilikuva toimii samoin kuin vasenkätinen <ul style="list-style-type: none"> nykyisen maailmankaikkeuden systeemit oikeakätisiä T-symmetria: ajankääntösymmetria, jos hiukkasten liikesuunta muuttuu päinvastaiseksi, systeemi palaa aiempiin tiloihinsa → luonnonlait ovat samat, kulkee aika sitten eteen- tai taaksepäin CP-symmetria muuttuu väistämättä, jos ajalla on suunta xxx 	Linkejä mm. <p>Big Bang, http://en.wikipedia.org/wiki/Big_Bang Elementary Particles, http://www.pbs.org/wqbn/nova/elegant/part-flash.html From the Big Bang to the End of the Universe, http://www.pbs.org/deepspace/timeline/index.html Meet Lucy, http://elucy.org/ Dikika baby, http://ngm.nationalgeographic.com/2006/11/dikika-baby/sloan-text</p> Kirjallisuutta mm. <p>Ajan lyhyt historia, <i>Stephen Hawking</i>, WSOY, 1997 Elämää multiversumissa, <i>Fred Adams</i>, Like, 2004 Ilmastonmuutos. Nyt., <i>Pasi Toiviainen</i>, Otava, 2007 Maapallon seuraavat 100 vuotta, <i>Jonathan Weiner</i>, Kirjayhtymä, 1992 Megaevoluutio, <i>Eero Paloheimo</i>, WSOY, 2002 Stephen Hawking - tiedemiehen elämä, <i>Michael White</i>, WSOY, 1992 Suomalainen sääopas, <i>Juhani Rinne</i> et al., Otava, 2008 Tieteen maailma 1-24, Bonniers Julkaisut, 1991-1995</p>									
	10^{-43} sekuntia	$10^{-43} - 10^{-35}$	<ul style="list-style-type: none"> xxx 	<ul style="list-style-type: none"> maailmankaikkeuden säde 10^{-33} cm, lämpötila 10^{32} astetta yksittäiseen protoniin olisi mahtunut 10^{60} maailmankaikkeutta Suuri yhtenäisvoimateoria GUT <ul style="list-style-type: none"> suurilla energioilla kaikki voimat yhdistyneinä <ul style="list-style-type: none"> gravitaatio (aine) <ul style="list-style-type: none"> irtautui ensimmäisenä heti Planckin ajan päätyttyä 10^{-43} sekuntia alusta massojen välinen vetovoima, pitää aineen koossa, ohjaa mm. planeettojen, tähtien ja galaksien liikkeitä 10^{-33} kertaa heikompi kuin muut voimat vaikutusetäisyys ääretön bosoni (välittäjähiukkanen) gravitoni, spin 2, massaton hiukkanen neljästä voimasta heikoin → painovoima-aaltoja ei ole havaittu vahva- eli värivoima eli kvanttiväridynamiikka (kvarkit) <ul style="list-style-type: none"> irtautui toisena 10^{-36} sekuntia alusta 10^{38} kertaa voimakkaampi kuin gravitaatio sitoo aineen yhteen eli pitää kvarkit koossa protonissa, neutroneissa ja mesoneissa, estää samavaraussisia protoneja lentämästä erilleen vaikutusetäisyys lyhyt: 10-15 m ei vaikuta kvarkittomiin leptoneihin eikä pimeään aineeseen bosoni (välittäjähiukkanen) gluoni, spin 1, väri valkoinen, vuorovaikutusta vain itsensä ja kvarkkien kanssa, massaton suurilla energioilla voima heikkenee ja gluonit pääset käyttäytymään vapaiden hiukkasten tapaan sähkömagnetismi (atomit) <ul style="list-style-type: none"> irtautui viimeisenä yhtäaikaan heikkovoiman kanssa 10^{-12} sekuntia alusta 10^{36} kertaa voimakkaampi kuin gravitaatio staatitiset varaukset → sähkökenttiä, liikkuvat varaukset → magneettikenttiä vaikuttaa varattujen kvarkkien ja elektronien välillä pitäen atomit koossa, määrää atomien, molekyylien, kiinteiden kappaleiden ja nesteiden muodon ei vaikuta pimeään aineeseen vaikutusetäisyys ääretön bosoni (välittäjähiukkanen) fotonit, spin 1, massaton 	<ul style="list-style-type: none"> maailmankaikkeus soppa atomien vapaita osia: elektroneja, positroneja, kvarkkeja (up, down, strange, charm, top, bottom), antikvarkkeja, fotoneja, gluoneja, gravitoneja, superraskaita X-bosoneja ja Higgsin bosoneja Kvarkit <ul style="list-style-type: none"> up (ylös), u, varaus $+2/3$, massa 6 MeV down (alas), d, varaus $-1/3$, massa 7 MeV charm (lumo), c, varaus $+2/3$, massa 1400 MeV strange (outo), s, varaus $-1/3$, massa 150 MeV top (huippu), t, varaus $+2/3$, massa ? MeV bottom (pohja), b, varaus $-1/3$, massa 1,800 MeV <table border="1"> <thead> <tr> <th>baryonit (3q)</th> <th>mesonit (2q)</th> <th>leptonit (0q)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><i>fermionihadronit:</i> nukleonit, hyperonit</td> <td><i>bosonihadronit:</i> pili- ja K-mesonit</td> <td><i>fermionileptonit</i></td> </tr> <tr> <td> <ul style="list-style-type: none"> protoni, p, uud neutroni, n, udd lambda, Λ, uds sigma, Σ^+, uus sigma, Σ^0, uds sigma, Σ^-, dds ksi, Ξ^0, uss ksi, Ξ^-, dss ksi, Λ_c^+, udc </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> pioni, π^+, ud, $\bar{u}d$ pioni, π^-, u\bar{u}, d\bar{d} kaoni, K^+, u\bar{s}, s\bar{u} kaoni, K_s^0, d\bar{s}, s\bar{d} kaoni, D^+, cd, $\bar{c}d$ kaoni, D^0, c\bar{u} kaoni, F^+, c\bar{s}, $\bar{c}s$ kaoni, B^+, u\bar{b}, $\bar{u}b$ kaoni, B^0, bd </td> <td> <ul style="list-style-type: none"> elektroni, e, varaus -1 elektronineutriini, ν_e, varaus 0 myoni, μ, varaus -1 myonineutriini, ν_μ, varaus 0 tau, τ, varaus -1 tauneutriini, ν_τ, varaus 0 </td> </tr> </tbody> </table>	baryonit (3q)	mesonit (2q)	leptonit (0q)	<i>fermionihadronit:</i> nukleonit, hyperonit	<i>bosonihadronit:</i> pili- ja K-mesonit	<i>fermionileptonit</i>	<ul style="list-style-type: none"> protoni, p, uud neutroni, n, udd lambda, Λ, uds sigma, Σ^+, uus sigma, Σ^0, uds sigma, Σ^-, dds ksi, Ξ^0, uss ksi, Ξ^-, dss ksi, Λ_c^+, udc 	<ul style="list-style-type: none"> pioni, π^+, ud, $\bar{u}d$ pioni, π^-, u\bar{u}, d\bar{d} kaoni, K^+, u\bar{s}, s\bar{u} kaoni, K_s^0, d\bar{s}, s\bar{d} kaoni, D^+, cd, $\bar{c}d$ kaoni, D^0, c\bar{u} kaoni, F^+, c\bar{s}, $\bar{c}s$ kaoni, B^+, u\bar{b}, $\bar{u}b$ kaoni, B^0, bd 	<ul style="list-style-type: none"> elektroni, e, varaus -1 elektronineutriini, ν_e, varaus 0 myoni, μ, varaus -1 myonineutriini, ν_μ, varaus 0 tau, τ, varaus -1 tauneutriini, ν_τ, varaus 0
baryonit (3q)	mesonit (2q)	leptonit (0q)												
<i>fermionihadronit:</i> nukleonit, hyperonit	<i>bosonihadronit:</i> pili- ja K-mesonit	<i>fermionileptonit</i>												
<ul style="list-style-type: none"> protoni, p, uud neutroni, n, udd lambda, Λ, uds sigma, Σ^+, uus sigma, Σ^0, uds sigma, Σ^-, dds ksi, Ξ^0, uss ksi, Ξ^-, dss ksi, Λ_c^+, udc 	<ul style="list-style-type: none"> pioni, π^+, ud, $\bar{u}d$ pioni, π^-, u\bar{u}, d\bar{d} kaoni, K^+, u\bar{s}, s\bar{u} kaoni, K_s^0, d\bar{s}, s\bar{d} kaoni, D^+, cd, $\bar{c}d$ kaoni, D^0, c\bar{u} kaoni, F^+, c\bar{s}, $\bar{c}s$ kaoni, B^+, u\bar{b}, $\bar{u}b$ kaoni, B^0, bd 	<ul style="list-style-type: none"> elektroni, e, varaus -1 elektronineutriini, ν_e, varaus 0 myoni, μ, varaus -1 myonineutriini, ν_μ, varaus 0 tau, τ, varaus -1 tauneutriini, ν_τ, varaus 0 												
				Spin <ul style="list-style-type: none"> hiukkasen sisäinen ominaisuus, joka muistuttaa pyörimistä: miltä hiukkanen näyttää eri suunnilta, muodostaa magneettikentän, ohjaa sitä miten hiukkaset siirtävät aineen ja energian tiloja ja säteilevät ainehiukkasten (fermionit, kvarkit, leptonit) spin = $\pm 1/2$, $\pm 1/2$, $\pm 2/2$... 										




			<ul style="list-style-type: none"> – kahden elektronin välillä, 1-42 kertaa painovoimaa vahvempi – positiivisia ja negatiivisia sähkövarauksia → poistovoima ja vetovoima – alkuräjähdyks → mikroaaltosäteily, galaksit → radiosäteily, novat ja supernovat → gammasäteily • heikko vuorovaikutus (ytimet) <ul style="list-style-type: none"> – irtautui viimeisenä yhtäaikaan sähkömagnetismin kanssa 10^{-12} sekuntia alusta – 10^{33} kertaa voimakkaampi kuin gravitaatio – määrää atomiytimien pysyvyyden ja säätelee tähtien radioaktiivisia tapahtumia: neutroni protoniksi, elektroniksi, neutriinoksi, beetasäteilyä – vaikuttaa vain ainehiukkasiin (kvarkkeihin ja leptoneihin), joiden spin on $\frac{1}{2}$ – vaikutusetäisyys lyhyt: 10-17 m – bosoni (välittäjähiukkanen) välibosonit: W^+, W^-, ja Z^0, spin 1, massa noin 100 GeV eli 100 miljardia elektronivoltia, pohjimmiltaan samanlaisia mutta eri tilassa olevia – ei noudata erikseen C- eikä P-symmetriaa → peilimaailma kehittyisi toisin kuin normaali maailma → elektroneja vähemmän – eikä T-symmetriaa → positroneja muuttuisi kvarkeiksi enemmän kuin elektroneja antikvarkeiksi ja kvarkkeja jäisi jäljelle → elektroneja enemmän – noudattaa yhdessä CP-symmetriaa ja maailmat kehittyisivät samoin • xxx 	<ul style="list-style-type: none"> • voimahiukkasten (bosonit) spin = kokonaisluku 0, ± 1, ± 2 ... <ul style="list-style-type: none"> • spin 0 = • hiukkanen on joka suunnalta samannäköinen • spin 1 = → 360° käännettyään uudelleen samannäköinen • spin 2 = ↔ 180° käännettyään uudelleen samannäköinen • spin $\frac{1}{2}$ = 720° käännettyään uudelleen samannäköinen • suurilla energioilla kvarkit muuttuvat positroneiksi → elektroneiksi → antikvarkeiksi ja positronit kvarkeiksi, ovat samanlaisia • CPT-symmetrian rikkoutuminen → baryonien (protonien, neutronien) ja fotonien myöhemmät määrät seurausta tästä • pienimmät hiukkaset ominaisuuksien yhdistelmiä • kvarkit vielä vapaina, eivät vielä pysy yhdessä → ei vielä protoneja eikä neutroneja
	10^{-37} - 10^{-35}	• inflatoitumisen l. äkillisen laajenemisen aika	<ul style="list-style-type: none"> • laajeneminen johtui jäähtymisestä ja sen aiheuttamasta 'valetyhiöstä', avaruuden negatiivisesta paineesta ja tapahtui eksponentiaalisesti ja lopulta valo nopeammin • maailmankaikkeuden homogeenisuus ja isotrooppisuus peräisin tältä ajalta 	<ul style="list-style-type: none"> • kvarkeilla s, c, b ja t suuri massa → näistä muodostuvat hiukkaset hajoavat hyvin nopeasti protoneiksi ja neutroneiksi
10^{-35} sekuntia		•	<ul style="list-style-type: none"> • lämpötila 10^{27} astetta • gluonien välittämä vahva voima ja sähkömagnetismi-heikko voima kytkeytyvät irti toisistaan 10^{-35} sekuntia alusta • 	<ul style="list-style-type: none"> • leptonit (elektronit ja positronit) törmäilevät toisiinsa → fotonit → positronit + elektronit
10^{-14} sekuntia		•	<ul style="list-style-type: none"> • sähkömagnetismi ja heikko voima kytkeytyvät viimeisenä irti toisistaan 10^{-14} sekuntia alusta → hiukkasten arvellaan saaneen massansa 	•
10^{-10} sekuntia		•	<ul style="list-style-type: none"> • lämpötila 10^{-15} astetta 	<ul style="list-style-type: none"> • protonit, neutronit ja mesonit syntyvät <ul style="list-style-type: none"> • protonit, uudet • neutronit, uudet • mesonit, kvarkki + antikvarkki → hajoava hiukkanen • antikvarkit ja vastaava määrä kvarkkeja tuhoavat toisensa ja jäljelle jääneistä kvarkeista muodostui nykyinen maailmankaikkeus • protonit saattavat myös itsekseen hajota niin että $2u + 1d \rightarrow 1d + -1d = \pi^0$-mesoni (pioni) ja positroni
10^{-6} sekuntia	10^{-5}	• raskaiden hiukkasten, hadronien aika	<ul style="list-style-type: none"> • maailmankaikkeuden halkaisija muutamia metrejä, lämpötila faasin alussa 10^{14} astetta • jäähtymistä 	<ul style="list-style-type: none"> • hiukkaset sitoutuvat protoneiksi (uudet-kvarkit) ja antiprotoneiksi, neutroneiksi (uudet-kvarkit) ja antineutroneiksi vahvan voiman vaikutuksesta → häviävät suurelta osin toisensa → jakojäännöksenä fotoneita, W- ja Z-bosoneita • jäljelle jääneet kvarkit ja niitä sitovat gluonit yhtyivät protoneiksi ja neutroneiksi, syntyivät nukleonit ja antinukleonit, joiden yhteiseksi määräksi on arvioitu 10^{78} → jakojäännöksenä näiden törmäyksestä aina kaksi gammakvanttia eli energiaa → fotoneja aina miljardi kertaa enemmän kuin nukleoneja
10^{-4} - 1 sekuntia	1 - 180 sekuntia	•	<ul style="list-style-type: none"> • lämpötila 10^{12} astetta → lämpötila 10^{10} astetta • 	<ul style="list-style-type: none"> • tulisessa pallossa neutroneja, protoneja ja leptoni-protonikaasu lämpötasapainossa • neutriinot eivät kykene seuraamaan fotonitaustan lämpötilaa → itsenäinen, laajeneva neutriinokaasu vielä tänäkin päivänä • pääasiassa fotoneja, elektroneja ja neutriinoja ja niiden antihiukkasia ja pieni määrä protoneja ja neutroneja • neutriinot tuntevat vain gravitaation ja heikon voiman • neutronit hajoavat kunnes saavat parikseen protonin → deuteriumin, tritiumin, raskasvedyn ytimiä
100 sekuntia	•	•	<ul style="list-style-type: none"> • lämpötila 10^{10} astetta → 1000 miljoonaa astetta 	<ul style="list-style-type: none"> • deuterium + lisää protoneja → litiumin ja berylliumin ytimiä
180 sekuntia	• prosessin kesto noin 9 minuuttia	• ytimien muodostuminen	<ul style="list-style-type: none"> • lämpötila 500 miljoonaa astetta 	<ul style="list-style-type: none"> • aine ja sähkömagneettinen säteily yhdessä • lämpötilan laskun ansiosta neutronit ja protonit yhtyvät atomien ytimiksi, jotka nyt


					<p>saattoivat pysyä koossa</p> <ul style="list-style-type: none"> • lämpötilan laskiessa jotkut neutronit hajoivat protoniksi, elektroniksi ja antineutriinoksi • neutroneja enää seitsemäsosa protonien määrästä
12 minuuttia	•	•	•		<ul style="list-style-type: none"> • etupäässä vedyn kevyemmän (3/4) ja heliumin raskaamman (1/4) isotoopin ytimiä, jäännöspalana deuteriumin ytimiä ja litiumin kahden raskaamman isotoopin ytimiä • ei vielä atomeita vaan yksinäisiä ytimiä, jotka poukkoilivat vapaina fotonien ja elektronien muodostamassa läpinäkymättömässä plasmassa • kuudenlaisia ytimiä: vety, helium, litium ja näiden antiytimet
300 000 vuotta	•	• atomien muodostuminen	• lämpötila 3000-4000 astetta → sähkömagneettisen säteilyn voima hellitti		<ul style="list-style-type: none"> • negatiiviset elektronit ja positiiviset ytimet (neutroni + protoni) saattoivat säilyttää liitoksensa → avaruus kirkastui läpinäkyväksi, kun fotonit pääsivät liikkumaan esteettä → sähkömagneettinen säteily pääsee etenemään vapaasti → avaruuden taustasäteily (mikroaaltosäteily) peräisin tältä ajalta (378 000 vuotta alusta) • kaasun tiheys 10^{-17} kertaa veden tiheys, kaasussa vähäistä epätasaisuutta • aineen tärkein yhdistäjä gravitaatio → jatkoon karsiutuu ainetta sijainnin perusteella → löyhiä prototähtiä
1 mrd	•	•	<p>Aineen kuusi olomuotoa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. kiinteä 2. neste 3. kaasu 4. plasma <ul style="list-style-type: none"> • tähtien sisustoissa, fuusioreaktoreissa • hyvin johtavia mutta sähköisesti neutraaleja 5. Bose-Einsteinin kondensaatti (BEC) <ul style="list-style-type: none"> • <i>bosonit</i> samassa kvanttimekaanisessa perustilassa → superatomi, jossa erilliset atomit ovat menettäneet yksilölliset ominaisuutensa; mm. valolaser • <i>Bose-Einsteinin statistiikka</i> kuvaa kvanttimekaniikassa tilastollisia ominaisuuksia samanlaisten hiukkasten (bosonien) järjestelmässä, jotka voivat olla useissa tiloissa ja jossa jokainen tila voi sisältää kuinka monta hiukkasta tahansa 6. fermionikondensaatti (FC) <ul style="list-style-type: none"> • absoluuttisessa nolapisteessä (-273.15°C) kvantti kaasujen tiivistymä • sukua edelliselle ja suprajohteille • <i>fermionit</i> eri kvanttimekaanisessa perustilassa • ei voi nähdä suoraan, mutta voidaan mitata ja valokuvata • <i>Fermi-Diracin statistiikka</i> kuvaa kvanttimekaniikassa erottamattomien hiukkasten (fermionien) systeemin staattisia ominaisuuksia; hiukkasilla voidaan olettaa olevan useita tiloja, mutta kussakin tilassa voi olla vain yksi hiukkanen kerrallaan • xxx 	<ul style="list-style-type: none"> • aine alkaa kasaantua kvasaareiksi, tähdiksi ja galakseiksi • tähtien sisuksissa alkaa muodostua rautaa raskaampien atomien ytimiä <p>Universumin massa</p> <ul style="list-style-type: none"> • atomeita 4,4 % • pimeää ainetta 23 % <ul style="list-style-type: none"> • koostuu luultavimmin vielä tuntemattomien alkeishiukkasten muodostamasta kylmästä kaasusta • pimeää energiaa 72,6 % <ul style="list-style-type: none"> • kenttä, joka täyttää koko avaruuden • xxx 	
	•	•	<p>Galaksit</p> <ul style="list-style-type: none"> • tähtiä, kaasua, tomua, planeettoja • muoto riippuu pyörimisnopeudesta • suuri osa romahtaa aikaa myöten mustaksi aukoksi • massa 10^6 - useita kertoja 10^{12} kertaa auringon massaa suurempia • galaksiryhmissä muutamasta muutamaankymmeneen galaksi • galaksijoukoissa muutamasta useisiin tuhansiin <ul style="list-style-type: none"> • muodoltaan epä säännöllisiä • monenlaisia galakseja, joista spiraali hallitsevin • lähin joukko Virgon joukko: keskellä massiivinen elliptinen galaksi M87, yli 1000 galaksia, massa 30 milj. Auringon massaa • myös Coman, Centauruksen, Perseuksen ja Herculesin joukot • superjoukoissa useita tuhansia galakseja, halkaisija jopa yli 100 Mpc <ul style="list-style-type: none"> • järjestyneempiä, usein pallomaisia tai elliptisiä • hallitseva(t) galaksi(t) keskellä: jättimäinen elliptinen galaksi tai SO-järjestelmä, mukana myös tähtienvälistä kaasua 	<p>Tähdet ja radiolähteet</p> <ul style="list-style-type: none"> • spektriluokka alenevan lämpötilan mukaan <ul style="list-style-type: none"> • jokainen luokka alenevan lämpötilaan mukaan luokkiin O-9, Aurinko G2 • O (pintalämpötila 35 000-40 000 K), B (sinertäviä), A (valkeita), F (kellanvalkeita), G (keltaisia), K (oransseja), M (punaisia, pintalämpötila n. 3000 K), C (kylmä), S (kylmä), ennen myös R ja N • hyvin kirkkaat Wolf-Rayet -tähdet W, planetaariset sumut P, novat Q • muistikeino: <i>WoW, Oh Be A Fine Girl, Kiss Me Right Now Sweetheart</i> • pääsarja <ul style="list-style-type: none"> • auringon kokoisia • pinnan lämpötila noin 2800 - 40 000 K (Celsius - absoluuttinen nolapiste 273,15) • mm. alfa Centauri A, Proxima Centauri, Corona Borealis, Sirius, Fomalhaut, Regulus, Altair (Kotkasumu), Procyon, Algor • ruskeat kääpiöt <ul style="list-style-type: none"> • pieni massa → polttoaine loppuu ja tähti sammuu • punaiset jättiläiset 	

- **elliptiset**
 - noin 60 % galakseista
 - *pallomainen* E0 – soikea E6
 - vähän tai ei ollenkaan kaasuja
 - pääasiassa vanhoja tähtiä
 - mm. Neitsyen tähdistön M49, Sulatusuuni, Lohikäärme
 - *linssimäinen* S0
 - ekvaattorisassa pieni kiekko, ei spiraalihaaraja
 - **spiraali- eli kierregalaksit**
 - spiraali S, sauvaspiraali SB
 - Sa- ja Sba-tyypit: haarat tiukimmin kääriytyneinä, keskusosa suurin suhteessa koko galaksin kokoon
 - Sb- ja SBb-tyypit: haarat vähemmän tiukat
 - Sc- ja SBc-tyypit: haarat löyhät, pieni keskus
 - keskusydin, ympärillä kaasukiekko ja nuoria tähtiä tiheässä
 - sauvaspiraalissa haarat lähtevät sauvan päistä
 - noin 30 % galakseista
 - ympärillä pimeän aineen kuoret, 10 kertaa näkyvän galaksin massa
 - *Linnunrata*
 - sauvaspiraali
 - alussa hitaasti pyörivä pallomainen vety- ja heliumpilvi
 - keskustassa hyvin voimakas ja tiivis radiolähde Sagittarius A, ytimessä röntgenlähde ja joukko hyvin voimakkaita infrapunälähteitä, joista monet voivat olla viileitä jättiläistähtiä
 - mm. Andromeda (1,5 kertaa suurempi kuin Linnunrata), Kolmion galaksi M33
 - **epäsäännölliset**
 - Irr I -tyyppi: kierteishaaraja muistuttavia osia
 - Irr II -tyyppi: täysin säännöttömiä
 - paljon kaasuja
 - ei selkeää rakennetta
 - noin 10 % galakseista, mm. pieni Magellanin pilvi
 - **aktiiviset galaksit**
 - erilaisia galaktisia kohteita, joiden radio-, valo- tai millä hyvänsä aalloilla lähettämä säteily kertoo kohteessa vallitsevan jonkinlaisen 'häiriötilan'
 - saman ilmiön eri ilmenemismuotoja
 - kompakti, suuritehoinen energialähde, luultavimmin supermassiivinen musta aukko
 - *BL Lacertae -kohteet*
 - pistemäisiä radiolähteitä, joilla on myös näkyvä vastineensa
 - jotkut näistä kvasaarien kaltaisista kohteista sijaitsevat galaksien sisällä
 - *Seyfertin galaksit*
 - S- ja SB -galakseja → spiraaleja
 - pyörimisnopeus tuhansia kilometrejä sekunnissa → tiiviit, hyvin valovoimaiset, massiiviset keskusosat → näyttävät tähdiltä
 - useimmat voimakkaita infrapunäsäteilijöitä, jotkin voimakkaita röntgenlähdeitä
 - eivät kovin voimakkaita radiosäteilijöitä: ytimien radiolähteet lyhytjaksaisia muuttujia jotka eivät näy nykyisissä teleskoopeissa
 - mm. NGC 4151
 - ydin noin 1 mrd a, etäisyys n. 50 valovuotta
 - keskusta kiertävät pilvet
 - keskustassa kolme erilaista kaasupilveä, nopeudet 4000 km/s (uloin) - 14 000 km/s (sisin)
 - keskus leimahtaa kirkkaammaksi epäsäännöllisin välein
 - keskustassa mahdollisesti musta aukko
 - *radiogalaksit*
- massaa yhden auringon verran
- pinnan lämpötila noin 3000 K → M-luokka
- hiilisydän, jota ympäröi energiaa tuottava vetykerros
- vety → helium → tähti laajenee → valkoinen kääpiö (ks. I tyypin supernova)
 - pinnan lämpötila 10 000 K → O-luokka
 - sellaisen tähden kehityksen loppuvaihe, joka on niin pieni, ettei siitä voi tulla neutronitähteä
 - suunnilleen maan kokoinen
 - nykyisin havaittu kaiken värisiä
- mm. Aldebaran, Capella, Arcturus, Pohjantähti, Deneb, Rigel
- **punaisten ylijättiläiset**
 - pinnan lämpötila noin 3000 K → M-luokka
 - massa 10 - 30 auringon verran → vety → helium → tähti alkaa laajeta → neutronitähti (ks. II tyypin supernova)
 - massiivisten tähtien viimeinen kehitysvaihe, kun massiivisen tähden keskus supernovaräjähdyksen jälkeen luhistuu kokoon
 - suunnilleen Auringon massainen, halkaisija noin 10-30 km
 - pinnan lämpötila 1 000 000 K
 - massa yli 30a → vety → helium → tähti laajenee → musta aukko
 - 100 auringon sädettä mm. Betelgeuze ja Antares
- **nova**
 - spektriluokan mukaan tunnus Q
 - tähden valovoima kasvaa muutamien tuntien aikana 10 000 - 100 000 -kertaiseksi ja palautuu ennalleen joissakin kuukausissa
 - tiivissä kaksoistähtijärjestelmissä, joissa toinen on yleensä valkoinen kääpiö
 - mm. Sirius + Pentu mahdollinen tuleva nova
 - suuremmasta virtaa ainetta pienempään → räjähdysmäinen ydinreaktio
 - uusiutuu mutaman vuosikymmenen välein, kääpiönovissa 20 - 60 vuorokauden välein
- **supernova**
 - galaksissa 100 vuodessa keskimäärin kolme supernovaa
 - Linnunradalla paljaalla silmällä havaittava viimeksi vuonna 1604
 - Magellanin pilvessä paljaalla silmällä havaittava helmikuussa 1987
 - *I tyypin supernova*
 - 10 kertaa kirkkaampia kuin II tyypin supernovat
 - kaksoistähtijärjestelmissä: valkoinen kääpiö puristuu kokoon, kuumenee, räjähtää (ks. punaiset jättiläiset)
 - *II tyypin supernova*
 - vetyviivoja
 - raskas tähti on käyttänyt kaiken polttoaineensa → neutronitähti (ks. punaiset ylijättiläiset)
 - huomattava osa tähden massasta sinkoutuu avaruuteen → laajeneva tähtisumu, mm. Ravun tähtisumu → uusia tähtiä
 - valovoima kasvaa jopa useita miljardeja kertoja alkuperäistä voimakkaammaksi
- **pulsarit**
 - hyvin nopeasti pyöriviä neutronitähtiä
 - lähettävät säännöllisiä sähkömagneettisia säteilykähdyksiä
 - eri pulsareiden taajuus erilainen, mutta kullakin vakio
 - muodostuneet supernovapurkauksien yhteydessä
 - säteily muuntunutta pyörähdysenergiaa
 - Linnunradalla noin 10 000 kpl, joista 400 löydetty
- **kefeidimuuttajat**
 - sykkiviä tähtiä joiden valovoima vaihtelee 1 - 60 vuorokauden jaksoissa 10-20 %
 - koko ja lämpötila muuttuu kunkin jakson aikana


			<ul style="list-style-type: none"> - säteilee voimakkaammin radiotaajuuksilla kuin näkyvän valon alueella - teho voi olla 10 - 1000 kertaa Linnunradan kokonaisluminositeetti - usein elliptisellä näkyvällä galaksilla kaksi radiolähdettä symmetrisesti eri puolilla galaksia - suurimman halkaisija yli 20 milj. vv = yli 200 kertaa Linnunradan halkaisija - energianlähteenä mahdollisesti keskustan supermassiivisia mustia aukkoja, massat miljjardeja Auringon massoja • <i>kvasaarit</i> <ul style="list-style-type: none"> - kvasistellaarinen radiolähde galaksien sisällä - oletetaan ohimeneväksi kehitysvaiheeksi eräiden galaksien kehityksessä - noin 1 % radiolähteitä, monet sadat röntgenlähteitä - suhteellisen pieniä, alle 3 pc poikittaissuunnassa - hyvin kaukaisia, universumin laitamilla - spektri osoittaa epätavallisen suurta punasiirtymää: pitäisi etääntyä 90 % valonnopeudesta ja säteillä 100 - 10 000 kertaa tavallisen galaksin tehon (ei tiedetä miten se olisi mahdollista) - 100 - 10 000 kertaa valovoimaisempia kuin tavallinen galaksi - teorian mukaan hyperaktiivisia galaksityimiä → energianlähteen täytyy olla superraskas musta aukko → käsittämättömiä energiamääriä <p>Tähtisumut (nebulosa)</p> <ul style="list-style-type: none"> • kaasusta ja pölystä muodostunut interstellaarinen, tähtienvälinen, sumu • joissakin muodostuu uusia tähtiä <ul style="list-style-type: none"> • emissiosumut <ul style="list-style-type: none"> - lähettävät niiden keskellä olevien kuumien, valovoimaisten tähtien valoa - kutsutaan HII-alueiksi: suurin osa vedystä ionisoitunut UV-säteilyn vaikutuksesta - mm. Orionin sumu M42 • heijastussumut <ul style="list-style-type: none"> - kylmempien tähtien lähellä - kaasuatomit eivät ionisoidu, vaan heijastavat lähitähtien valoa • pimeät sumut <ul style="list-style-type: none"> - hyvin tiheitä, himmentävät voimakkaasti niiden takana sijaitsevia tähtiä - halkaisija alle 1 vv - 25 vv - monet kuuluvat suuriin pilvikomplekseihin, joissa syntyy uusia tähtiä - infrapunasäteilyn perusteella sisuksissa prototähtiä - mm. Hiilisäkki ja Hevosospääsumu • planetaariset sumut <ul style="list-style-type: none"> - spektriluokan mukaan tunnus P - säännöllisiä, planeetoilta näyttäviä - peräisin kehityksensä loppuvaiheessa olevista tähdistä - keskustähti yleensä kuuma kääpiö (100 000 K) = punaisten jättiläisten paljaita ytimiä - sumu punaisen jättiläisen pintakerroksen aiheuttama hitaasti laajeneva kaasupallo - mm. Lyyran rengassumu 	<ul style="list-style-type: none"> • tähti kutistuu → He ionisoituu, e vapautuu, energia (säteily) varastoituu → uloin osa irtoaa, tähti jäähtyy, energia (säteily) purkautuu → tähti kutistuu jne. • tärkeitä etäisyysien ilmaisijoina, luetteloissa nykyään noin 30 000 kpl • <i>tyyppi I</i> <ul style="list-style-type: none"> - hyvin kirkkaita F- ja G-tyypin kellanvalkeita ja keltaisia jättiläisiä ja superjättiläisiä - melko nuoria ja massiivisia tähtiä - syrjässä pääsarjasta • <i>tyyppi II</i> <ul style="list-style-type: none"> - W Virginis, W Vir -tähdet - heikkovaloisempia, vanhempia, pienimassaisia - syrjässä pääsarjasta tilassa, jossa polttavat sisustan heliumia • epäsäännölliset ja purkautuvat muuttujat <ul style="list-style-type: none"> • T Tauri -tähdet • nuoria, nopeasti pyöriviä tähtiä, joista purkautuu runsaasti kaasua • Flare-tähdet <ul style="list-style-type: none"> • UV Ceti -tähdet • viileitä, heikkovaloisia M-tyypin punaisia kääpiöitä • leimahtavat 1-2 kertaa vrk pari magnitudia ja palaavat sitten ennalleen • R Coronae Borealis -tyyppiset tähdet <ul style="list-style-type: none"> • sanottu käänteisiksi noviksi: ajoittain jyrkkä luminositeetin pienentyminen jopa 10 000-osaan (10 magnitudia) normaalista ja palaavat ennalleen • ylijättiläisiä, joilla on hiilirikkaat kaasukehät <p>Tähtienvälinen aine</p> <ul style="list-style-type: none"> • kaasua ja pölyä • keskitiheys 10^{-21} kg/m³ • vetyä, heliumia, hiili-, typpi- ja happiatomeja, neon- ja rikkiatomeja, kalsium-, natrium- ja kalium-atomeja • pölyhiukkasten koko 0,1 - 1 mikrometri • osalla hiukkasista jäävaippa, tiheiden pilvien sisällä olevilla mutkikas molekyylisten aineiden kerros • useimmat tähtienväliset molekyylit ovat orgaanisia eli hiiliyhdisteitä: mm. vettä, ammoniakkaa, hydroksyyliä, formaldehydiä, muurahaisappoa, etanolia, rikkivetyä, hiilimonoksidia, syaanivetyä, rikkidioksidia, dimetyylieetteriä, glysiiniä (aminohappo)
10 mrd	•	• xxx	• xxx	• aurinkokuntia alkaa syntyä
9.1 mrd	•	•		• Aurinko on toisen tai kolmannen sukupolven tähti, syntyi noin 10 mrd vuotta sitten muinaisten supernovien jäänteitä sisältävästä pyörivästä kaasupilvestä
13,7 mrd	•	•		• atomit liittyvät yhteen molekyyleiksi → elämän synty
				• nykyaika



	AIKA	KAUSI	JAKSO	ILMASTO JA GEOLOGIA	JK	KASVIT	ELÄIMET
4,6 mrd	Arkeinen	Prekambri • 80 % Maan historiasta		<ul style="list-style-type: none"> Maan kuoren muodostumisen aikaa, jota pidetään maapallon syntyhetkenä aluksi ei ilmakehää maapallon säde 3 300 km 			•
4,5 mrd		•		<ul style="list-style-type: none"> Kuun materiaalin oletetaan irronneen maasta jonkin meteoriitin törmäyksestä UV-säteilyä, salamoita, meteoriitteja, maan pinta tuliperäinen, lämpötila useita satoja asteita maapallon pinta kiinteä, ilmakehä kallioperästä tihkuvia kaasuja: typpeä, vetyä, hiilimonoksidia, jalokaasuja, ammoniakkia, metaania, rikkiä, rikkivetyä vuoret matalia, ei vettä maan pinnalla, ei magneettikenttää 			•
4,4 mrd				•			
4,3 mrd				<ul style="list-style-type: none"> ilmakehässä hehkuvia kaasuja, silikaatteja, rautaa, magnesiumia zirkonikiteitä (Mount Narryer Länsi-Australiassa) 			
4,2 mrd				•			
4,1 mrd				<ul style="list-style-type: none"> maa sulanut tilapäisesti ja jähmettynyt uudelleen tulivuoren purkauksia → vesihöyryä, hiilidioksidia, rikkidioksidia, typpeä 			
4 mrd				•			
3,9 mrd				<ul style="list-style-type: none"> avaruusjäättä + vesihöyryä vulkaanisen toiminnan yhteydessä → nestemäinen vesi alkaa muodostua → tuhansien vuosien sateet → Panthalassa-alkumeri ilmakehä pääasiassa hiilidioksidia maan kuoreen sitoutunut vettä, hiiltä, happea, typpeä, rikkiä, fosforia 			<ul style="list-style-type: none"> COHN = hiili, happi, vety, typpi aminohapot <ul style="list-style-type: none"> 20 kpl, eniten glysiiniä, aspartaattihappoa, alaniinia, valiinia valkuaisaineiden rakenneosia → entsyymit nukleiinihapot ja geneettinen koodi <ul style="list-style-type: none"> RNA: adeniini, urasiili, sytosiini, guaniini – ensimmäisenä itsereplikoituvaa RNA, ribotsyymi DNA: adeniini, tyymiini, sytosiini, guaniini
3,8 mrd	Arkeotsooinen = esihistoriallisen elämän aika			<ul style="list-style-type: none"> vanhimmat tunnetut kivilajit Grönlannin gneissialueilla laavasiru: lsua, Grönlanti metamorfisia kivilajeja: gneissia, anortosiittia 			<ul style="list-style-type: none"> protosoluja <ul style="list-style-type: none"> kaikkien solujen esimuotoja tarvitsivat ympärilleen kalvon, joita muodostui lipideistä <ul style="list-style-type: none"> fosfolipidejä: lesitiini ja fosfatidit muodostavat kalvoja toinen pää hylkii ja toinen suosii vettä → kaksoiskalvo, jonka väliin jäävä tila oli suojassa kummaltakin puolelta muodostivat pallomaisia koteloiden, liposomeja, joiden sisään jäi nestettä, sattumanvaraisesti aminohappoja ja yksinkertaisia nukleiinihappoja joidenkin sisällä proteiinit ja nukleiinihapot alkoivat reagoida keskenään → protosolut
				•			
				•			•




			<ul style="list-style-type: none"> • laajoja transgressioita noin 16 km 1 milj. vuodessa kautta koko kambri-kauden ja matalia epikontinentaalimeriä (maksimisyyvyys noin 300 m) • rannat kuollutta kalliota; vain yksisoluisien levien ohuita laikkuja • meret kuhisivat elämää 				<ul style="list-style-type: none"> • korallit • onteloeläimiä <ul style="list-style-type: none"> • meduusat (→ polyypit. maneeetit): verkkomainen hermosto, 96 % vettä, polttiainsoleja, useilla lajeilla silmät linssineen, suoli • laakamadot (Platyhelminthes) <ul style="list-style-type: none"> • nielu, suoli, hermosto, aivot • anomalocaria (= "outo rapu" 1 m) kaikkialla merissä
540 milj.							<ul style="list-style-type: none"> • anomalocaria kuollut sukupuuttoon • pikaia <ul style="list-style-type: none"> • selkäjänne, kalojen, matelijoiden ja nisäkkäiden edeltäjä
530 milj.							<ul style="list-style-type: none"> • anomalocaria kuollut sukupuuttoon • pikaia <ul style="list-style-type: none"> • selkäjänne, kalojen, matelijoiden ja nisäkkäiden edeltäjä
520 milj.					•	• kasveista vain levien jäännöksiä kambri-kauden lopussa	• kaikki nykyiset selkärangattomien pääajaksot kambri-kauden lopussa edustettuina
510 milj.		Ordoviki 505-438 milj. vuotta • kansa Walesissa • graptoliitit	<ul style="list-style-type: none"> • Pohjois-Amerikka ja Eurooppa lähestyvät toisiaan, välissä lapetus-meri • nykyinen Sahara jään peitossa Etelänavalla 	nykyisessä Saharassa	• nauhamaisia leviä • protosalvinia läpimitaltaan muutama cm	<ul style="list-style-type: none"> • trilobiitteja (asaphidit, illaenidit, proetidit, trinucleidit, odontopleuridit ja lichidit) • simpukoita, kotiloita, merililjoja, sammaleläimiä, koralliriutoja, graptoliitit tavallisia syvänmerensedimenteissä 	
500 milj.			<ul style="list-style-type: none"> • manneralueet aavikoituivat • Gondwana muodostui 				<ul style="list-style-type: none"> • varhaisimmat selkäjänneiset <ul style="list-style-type: none"> • leuattomia alkukaloja (<i>Agnata</i>) → nykyiset nahkaiset = ympyräsuiset)
490 milj.							
480 milj.			<ul style="list-style-type: none"> • hidas transgressio → eräs laajimpia epikontinentaalimeriä • lapetus-meri leveimmillään n. 2000 km 				
470 milj.			•				
460 milj.			•				
450 milj.			<ul style="list-style-type: none"> • taoninen orogeenia: Pohjois-Appalakit • laajaa vulkaanista toimintaa 	mm. Argentiinassa ja Boliviassa 440-450 milj.			<ul style="list-style-type: none"> • trilobiiteista kuolivat sukupuuttoon asaphidit, trinucleidit ja agnostidit • piikkinahkaiset: meritähti ja merisiili • oikosarviset 5 m pituisia • kaikista eliölajeista kuoli sukupuuttoon noin 70 % • ensimmäiset eliöt alkoivat siirtyä merestä maalle
440 milj.		Siluuri 438-408 milj. vuotta • kansa Walesissa	<ul style="list-style-type: none"> • Pohjois-Amerikka ja Eurooppa yhdistyvät ja lapetus-meri kapeni • ilmasto lämmin • vulkaanista toimintaa koko siluurikauden • meren pinta alkaa nousta → sedimentit kalkki- ja mutakiviä 				<ul style="list-style-type: none"> • kalkki- ja mutakivisedimentit sisältävät simpukoita, trilobiitteja, koralleja, molluskoja, sammaleläimiä, merililjoja, ostracodeja, graptoliitteja • joissa ja järvissä varsieväkalaja (→ sammakkoeläimet) <ul style="list-style-type: none"> • synnyttää eläviä poikasia, niveletön selkäjänne, keuhkojen aiheet, sininen kala • panssarikalaja (ostracodermi) • pääjalkaiset yleisiä: mustekaloja
430 milj.							
420 milj.					•	<ul style="list-style-type: none"> • sammaleet ja sanikkaiset kehittyivät viherlevistä niiden siirtyessä kuivalle maalle • vanhimmat sanikkaisfossiilit: cooksonia caledonica (varsi osittain veden alla) 	<ul style="list-style-type: none"> • trilobiiteista kuolivat sukupuuttoon illaenidit ja odontopleuridit • ensimmäiset meressä eläneet maaeläimet: skorpioni ? • vanhin tunnettu hyönteisfossiili Euthycarcinoidi 13 cm, 11 jalkaparia
410 milj.		Jäkipaleotsooinen 408-248 milj.	Devoni 408-360 milj. vuotta	Ylädevoni	• vesistöjä reunusti paksu viherkasvikerrostuma • sporogonites-sammal ensimmäinen maakasvi → lehti- ja	• kalat, stromatoporidit, meriskorpioni → molukkirapu eli tikaripyrstö (nykyisin jäljellä 5 lajia)	

		vuotta	<ul style="list-style-type: none"> Devon Englannissa saniaisten ja kalojen aikakausi 			<ul style="list-style-type: none"> maksasammalet cooksioniasta kehittyivät saniaiset, lieot, kortteet ja edelleen havupuut, putkilokasvit rhynia-sammal, asteroxylon drepanophycus, muistutti nykyisiä liekoja 	<ul style="list-style-type: none"> keuhkokaloja heksapodi-hyönteinen? konodontit, ankeriaan kaltaisia
400 milj.				<ul style="list-style-type: none"> ilmakehässä riittävästi otsonia suodattamaan suurimman osan UV-säteilyästä 			<ul style="list-style-type: none"> ensimmäiset ammoniitit: bactriitit
390 milj.			<ul style="list-style-type: none"> Keskidevoni ilmasto lämmin ja kuiva meret mataloituivat ja menettivät hapetta Pohjois-Amerikka ja Eurooppa törmäsivät yhteen, lapetus-meri katosi, mantereet Euramerika, Aasia, Gondwana acadinen orogenia: Pohjois-Appalakit kaledoninen orogenia: Pohjois-Britannian ja Skandinavian kaledonidit 			<ul style="list-style-type: none"> sammakkoeläimiä <ul style="list-style-type: none"> ensimmäinen ictyostega (1 m) kehittynyt rhipidistavarsieväkalasta sukahäntäinen? lähin nykyisin elävä sukulainen on sokeri-toukka 	
380 milj.			<ul style="list-style-type: none"> punaisia hiekkakivikerrostumia 		<ul style="list-style-type: none"> esisiemenkasvit (→ mm. ginkgo l. neidonhiuspuu), havupuut, käpypalmut 30-metrisiä ja edelleen siemensaniaiset, marjakuusi, kataja, sypressi) 	<ul style="list-style-type: none"> graptoliitit kuolivat sukupuuttoon ammoniitteja: clymenidit 	
370 milj.			<ul style="list-style-type: none"> Aladevoni veden pinta nousee päiväntasaajan seudulla → tulvia rannikoilla → matalia epikontinentaalimeriä 			<ul style="list-style-type: none"> kaikista eliölajeista kuoli sukupuuttoon noin 70 % ja trilobiiteista lichidit 	
360 milj.		<ul style="list-style-type: none"> Kivihiili 360-286 milj. sammakkoeläinten aika-kausi 	<ul style="list-style-type: none"> Alakarboni 360-320 milj. Pohjois-Amerikassa Mississippin kalkkivisedimenttejä mantereet lähellä toisiaan navalla ilmasto lämmin ja kostea päiväntasaajan tienoilla harmaiden ja siniharmaiden kalkkikivien kerrostumia 		<ul style="list-style-type: none"> syntyi suistoja ja suistojen suoalueita → trooppisia metsiä: katinlieko, saniaispuita (yli 18 m), kortteita, sinettipuut (20 m), calamites-korte (20 m), lehtisammalet, siemensaniaisia aluskasvillisuutta mm. kortteiden sukuinen Sphenophyllum-köynnös laajoja rämemetsiä, jopa yli 40 m korkeita taloudellisesti merkittävimmät kivihiilimuodostumat 	<ul style="list-style-type: none"> runsaasti sammakkoeläimiä: jopa 5 m pitkiä, suurin ryhmä labyrintodontit ammoniitteja prolecainiitit ja monia muita erityyppisiä eryops- ja eoeryops-sammaleläimiä arthropleura-tuhatjalkaisia 	
350 milj.				eteläisellä pallonpuolisella Intiassa ja Antarktiksella		<ul style="list-style-type: none"> ensimmäisiä maaskorpioneja: primitiiviset keuhkot 	
340 milj.							
330 milj.							
320 milj.			<ul style="list-style-type: none"> Yläkarboni 320-286 milj. Pohjois-Amerikassa Pennsylvania hiilivaltainen 			<ul style="list-style-type: none"> hyönteisiä: torakat, sudenkorennot (siipien väli 70 cm) meganeura-sudenkorento 	
310 milj.							
300 milj.			<ul style="list-style-type: none"> Gondwana törmää Pohjois-Amerikkaan → eteläiset Appalakit muodostuvat: appalakkilainen orogenia 		<ul style="list-style-type: none"> lehtisammalfossiileja 	<ul style="list-style-type: none"> matelijoita: pääasiassa cotylosauruksia jotka polveutuvat sammakkoeläimistä <ul style="list-style-type: none"> → thecodontit → dinosaurukset (ornithischia, saurischia), linnut 	

				<ul style="list-style-type: none"> ... ja Eurooppaan → Alpit alkoivat muodostua: herkynialainen orogenia 						<ul style="list-style-type: none"> ja pelycosauruksia (eväliskoja) <ul style="list-style-type: none"> dimetrodon 3m, söi kaloja ja sammakkoeläimiä synapsidit <ul style="list-style-type: none"> ylimääräinen aukko kallon sivulla kevensi kalloa ja tarjosi kiinnityskohdan leukalihaksille haarautuivat matelijoista omaksi ryhmäkseen noin 300 milj. vuotta sitten <ol style="list-style-type: none"> <i>pelycosaurukset</i> ja <i>gorgonopsit</i> hyvin lyhyen aikaa <ul style="list-style-type: none"> dinogorgonit (lihansyöjäliskoja) <i>terapsidit</i> eli nisäkäsliskot n. 250 milj. vuotta sitten → <ul style="list-style-type: none"> dikynodontit (kasvissyöjä), kynodontit eli pieniä nisäkkään kaltaisia matelijoita → nisäkkäät: hammashiiret 150-300 milj. vuotta sitten, nokkaeläimet, pussieläimet, istukalliset) <ul style="list-style-type: none"> nisäkäsliskoille kehittyi kitalaki 	
290 milj.			Permi 286-248 milj. <ul style="list-style-type: none"> Perm Venäjällä Rotliegendes Zechstein matelijoiden aikakausi 	<ul style="list-style-type: none"> vaihteleva ilmasto kuivia, kuumia aavikoita pohjoisessa epikontinentaalimerien regressio 						<ul style="list-style-type: none"> lämpimät, matalat meret vähenivät → monet selkärangattomat kuolivat sukupuuttoon runsaasti ammoniitteja: goniatitit ja prolecaniitit ja monia muita lajeja 	
280 milj.				<ul style="list-style-type: none"> Pangaea supermanner muodostuu, sen sisäosat alkavat kuivua 						<ul style="list-style-type: none"> havupuita, saniaisia, glossopteris-siemensaniaisia (6 m) 	
270 milj.										<ul style="list-style-type: none"> anapsidit, eryapsidit ja diapsidit haarautuivat omiksi ryhmikseen noin 260 milj. vuotta sitten anapsidit <ul style="list-style-type: none"> vanhimmat matelijat, nenän ja silmän aukkojen lisäksi kallossa ei muita aukkoja, kallo vahva mutta painava, tyyppi säilynyt kilpikonilla → merikilpikonat, maakilpikonat eryapsidit <ul style="list-style-type: none"> kallon sivulla vain yksi aukko kuin synapsideilla, mutta ylempänä ichtyosaurukset (kalaliskot) ja plesiosaurukset (joutsenliskot), kuolleet sukupuuttoon n. 80 milj. vuotta sitten diapsidit <ul style="list-style-type: none"> kallon sivulla kaksi aukkoa lepidosaurukset → käärmeet, liskot, matoliskot, tuatara <i>rhynchosaurukset</i> <ul style="list-style-type: none"> raskasrakenteisia nelijalkaisia kasvissyöjiä, kuolivat sukupuuttoon erään siemensaniaisen loppumisen takia <i>archosaurukset</i> <ul style="list-style-type: none"> pseudosuchia <ul style="list-style-type: none"> → krokotiilit, gaviaalit, alligaattorit <i>pseudoosuchia</i> → pterosaurukset (lentoliskoja) <ul style="list-style-type: none"> turkki, alle 1 m, lyhyt kuono, vatsapanssari 	


										<ul style="list-style-type: none"> • <i>theropodit</i> → petodinosaurukset, linnut, deinonychosaurukset, ornithomimusaurukset, coelurosaurukset <ul style="list-style-type: none"> • kaksijalkaisia lihansyöjiä, kananpojan kokoisesta tyrannosaurukseen • mm. deinonychus • <i>sauropodit</i> <ul style="list-style-type: none"> • prosauropodit • dinosaurukset: brontosaurukset • ? <ul style="list-style-type: none"> • ornithopodit, ceratopsit, stegosaurukset, anchylosaurukset
260 milj.				<ul style="list-style-type: none"> • Aasia törmännyt Eurooppaan → Ural-vuoret 		<ul style="list-style-type: none"> • alkeellinen havupuu <i>lebachia</i> 			<ul style="list-style-type: none"> • viimeiset trilobiitit, proetidit, kuolivat sukupuuttoon • thecodontit <ul style="list-style-type: none"> • nisäkkään kaltaisia alkeellisiä matelijoita • kynodontit alkavat kehittyä → nisäkkäät 	
250 milj.				<p>Permikauden sukupuutto</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. laajaa vulkaanista toiminta, laajoja basalttilaakioita: mm. noin Australian kokoinen 1½ km paksuinen sulan laavan kerros Siperiassa → tukahduttavia pitoisuuksia rikkidioksidia, hiilidioksidia ja muita kaasuja, kesto jopa 1 milj. vuotta → lämpötila kohoaa n. 4-5°C → <ul style="list-style-type: none"> – maalla eläneistä lajeista osa kuolee sukupuuttoon 2. meren metaani vapautuu → <ul style="list-style-type: none"> – n. 40 000 v. sukupuuton alusta meressä eläneet lajit kuolevat sukupuuttoon 3. hiilen pysyvän C₁₂-isotoopin määrä kasvaa huomattavasti → uusi lämpötilan nousu n. 4-5°C (kasvihuoneilmiö) → <ul style="list-style-type: none"> – loput maaeläimet ja -kasvit kuolevat sukupuuttoon n. 80 000 vuotta sukupuuton alusta 		<ul style="list-style-type: none"> • 		<ul style="list-style-type: none"> • noin 90 % kaikista eliölajeista kuoli sukupuuttoon permikauden lopussa noin 80 000 vuoden aikana, mm. lonkerojalkaisia, sammaleläimiä, merilijja- ja korallilajeja • sukupuuton jälkeen kesti noin 100 000 vuotta, ennen kuin elämä alkoi toipua katastrofista 		
248 milj.		Mesotsooinen 248-65 milj. = keskimäinen elämän aika	Trias 248-213 milj. <ul style="list-style-type: none"> • 	<p><i>Kirjava hiekkakivi 248-240 milj.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pangaea: Laurasia ja Gondwana, joiden välissä Tethys-meren lahti säilyi koko Trias-kauden ehjänä ja vakaana • pääasiassa aavikoita 		<ul style="list-style-type: none"> • kasvillisuus pääasiassa glossopteris-sanialaisia • ginkgo (neidonhiuspuu) 		<ul style="list-style-type: none"> • alkeelliset nisäkkäät (Kiina, Etelä-Afrikka, Wales) • runsaasti ammoniitteja, mm. geratiitit, prolecaniitit ja phylloceratidit • vallitsevat selkärangaiset edelleen matelijat ja sammakkoeläimet • nisäkäsliskoja mm. <i>lystrosaurus</i> (kasvissyöjä) ja <i>placeras</i> → homo sapiens 		
240 milj.			•	<i>Simpukkakalkki 240 – 235 milj.</i>						
230 milj.			•	<i>Keuper 235 – 213 milj.</i>		<ul style="list-style-type: none"> • paljassiemensisiä: käpypaljuja, havupuita 		<ul style="list-style-type: none"> • protoaves → linnut • simpukoiden ja korallien uusia muotoja 		

220 milj.										<ul style="list-style-type: none"> noin 55 % kaikista eliölajeista kuoli sukupuuttoon, merieliöistä noin 75 %, mm. useimmat nisäkäsliskot, labyrintodontit ja monet matelijaryhmät katosivat
210 milj.		Jura 213-144 milj. • dinosaurusten aikakausi	<i>Lias I. musta jura 213-200 milj.</i> • ilmasto kostea ja kuuma suurimmassa osassa Pangaea-mannerta koko Jurakauden = megamonsuuni-ilmasto, ei napajäätiköitä • Pangaea alkaa hajota							<ul style="list-style-type: none"> laajoja havupuu-, saniais- ja kortemetsiä (paljassiemenisä) koppisiemeniset (kukkakasvit) alkavat kehittyä, mm. <i>Archaeanthus linnenbergii</i>, vanhin <i>Archaeofructus</i> runsaasti huokoseläimiä, raakkuäyriäisiä, lonkerojalkaisia, piikkinahkaisia, koralleja kerrostumissa • pieniä nisäkkäitä: ensimmäinen laji <i>morganogodon</i> • kilpikonnia • ammoniitteja: <i>lytoceratidit</i>, <i>phylloceratidit</i>
200 milj.										<ul style="list-style-type: none"> • kynodontteja <ul style="list-style-type: none"> • 2m – 30 cm, ensimmäinen aito nisäkä • moderni korva • vain yksi alaleuan luu (sammakkoeläimillä ja nisäkkäillä alaleuka muodostui monesta luusta) • tasalämpöisiä • archosauрукset <ul style="list-style-type: none"> • pterosauрукset (lentoliskot), 85 lajia • <i>theropodit</i> → <ol style="list-style-type: none"> 1. petodinosaurukset 180 milj. <ul style="list-style-type: none"> • tyrannosaurus 2. coelurosauрукset <ul style="list-style-type: none"> • → ornithomimusauрукset 140 milj. vuotta sitten, deinomychusauрукset 150 milj. vuotta sitten • linnut 160 milj. vuotta sitten • <i>hirmuliskot</i> → <ol style="list-style-type: none"> 1. ornithopodit n. 213 milj. vuotta sitten → protoceratopsit, ceratopsit 140 milj. vuotta sitten 2. anchylosauрукset 213 milj. vuotta sitten 3. stegosauрукset 213 milj. vuotta sitten, alkoivat vähentyä jo n. 144 milj. v. sitten 4. prosauropodit, sauropodit 200 milj. vuotta sitten
190 milj.										•
180 milj.		•	<i>Dogger I. ruskea jura 200-157 milj.</i> • Pangaea alkanut hajota osiksi: Lauraasia irtosi Gondwanasta ja jakaantui Afrikka-Etelä-Amerikkaan, Australia-Antarktiseen ja Intiaan → Atlanti alkaa muodostua → meren eliölajit kuolivat sukupuuttoon, kehittyi uusia paikallisia ilmastovyöhykkeitä → eliölajien erilaistuminen • Ranskan ja Saksan Jura-vuoristo • leuto sää							<ul style="list-style-type: none"> • petodinosaurukset <i>theropodit</i> <ul style="list-style-type: none"> • tyrannosaurus (14 m, 7 tn), allosaurus (9 m), megalosaurus, velociraptor, eoraptor, herrerasaurus (4,5 m), albertosaurus (9 m) • sauropodit, <i>hadrosaureja</i> <ul style="list-style-type: none"> • brontosaurus (21 m, 20 tn), brachiosaurus, atlantosaurus, maiasaurus (9 m) = <i>hyvä liskoemo</i>, diplodocus (26 m) • keskisen jurakauden fossiilit harvinaisia • ilmastomuutokset + myrkyllisiä kaasuja ilmaan → noin 80 % eliölajeista kuoli sukupuuttoon
170 milj.		•								
160 milj.		•	<i>Malm I. valkoinen jura 157-144 milj.</i>							<ul style="list-style-type: none"> • liskolintu <i>archaeopteryx</i> → <i>sinornis</i> → linnut • ammoniitteja <i>ancyloceratidit</i>
150 milj.			• noin 25 % maa-alasta matalan veden peitossa → mittavia sedimentaatioita ja saviliuskeita							<ul style="list-style-type: none"> • deinomychusauрукset (juoksijaliskot) <ul style="list-style-type: none"> • iguanodon (10 m), kasvissyöjä • hypsilodon (2 m) • frachodon

140 milj.			<p>Liitu 144–65 milj.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neocon • Gault • Ceroman • Turon • Senon • Danien 	<ul style="list-style-type: none"> • meren pinnan laskua • Nazcan laatta työnty Etelä-Amerikan alle → Andit syntyvät • 	<ul style="list-style-type: none"> • leveälehtiset puut • magnoliakasvit ja lumpeet (nykyiset alkuperäisiä) • siemensaniaiset hävisivät • kannukasveja 	<ul style="list-style-type: none"> • matelijoiden koko suurimmillaan: jättiläiskilpikonna 4 m, lentoliskoja, siipien väli 10 m, tyrannosaurus 12 m, joutsenlisko 10 m, brachiosaurus 27 m, 50 • ornithomimusaurukset • ceratopsit <ul style="list-style-type: none"> • triceratops (9 m), kasvissyöjä • microraptor zhaioianus <ul style="list-style-type: none"> • variksen kokoinen, höyhenet, majaili puissa, ei osannut lentää, Kiinassa • kuului tyrannosaurus rexin kanssa theropodien sukuun, lihaa syövä petodinosaurus • propteryx-lintu <ul style="list-style-type: none"> • pyrstöhöyhenistä osa suomumaisia • löydetty matelija, jolla höyhenmäiset suomet • hyönteisiä, päästäisiä, siilejä • ammoniitteja: lytoceratidit, ancyloceratidit, phylloceratidit 					
130 milj.				•							<ul style="list-style-type: none"> • merilintu ichtyornis • todellisia krokotiilejä
120 milj.			<ul style="list-style-type: none"> • Etelä-Amerikka alkaa irrota Afrikasta • Kalliovuoret alkavat muodostua • lämmintä 								
110 milj.			<ul style="list-style-type: none"> • merenpinnan nousua – ordovikikautista suurempi transgressio – kalkkikivikerrostumat (levät, merellinen eläimistö), piidioksidinoduleja (sienieläimiä, piikuorisia eläimiä) 		<ul style="list-style-type: none"> • kukkakasvit vielä mitätön osa Maan kasvillisuudesta 						
100 milj.			<ul style="list-style-type: none"> • Pangaea hajonnut osiksi 		<ul style="list-style-type: none"> • jo noin 90 % kasvillisuudesta kukkakasveja (koppisiemeniset), jakautuneet jo useaksi heimoksi 						
90 milj. 74 milj.											

Kädellisten evoluution alku →

70 milj.				<ul style="list-style-type: none"> • suuria vuortenpoimuksia • Alpit syntyvät • ilmasto alkaa viiletä • iridiumipitoisia kerrostumia (asteroidi?) 						<ul style="list-style-type: none"> • noin 75 % kaikista eliölajeista kuoli sukupuuttoon, mm. hirmuliskot ja ammoniitit (ammoniiteista selviytyivät vain nykyiset nauttilus ja helmivene), mm. huokoseläimet säästyivät • mononychus-lintu <ul style="list-style-type: none"> • suomumaisia höyheniä selässä, emun näköinen • kädellisten evoluution alku noin 70 milj. vuotta sitten <ul style="list-style-type: none"> • purgatorius (→ omomyidit → hominidit)
60 milj.	Kenotsooinen 65 milj. = uusimman elämän aika	Tertiääri 65-2 milj. • nisäkkäät	Paleoseeni 65-26 milj.	<p><i>Paleoseeni</i> 65-54 milj.</p> <ul style="list-style-type: none"> • maasilat yhdistävät Pohjois-Amerikan, Aasian ja Euroopan • viileätä, kosteata • nykyisen jääkausiajan alku: 6 jääkautta 						<ul style="list-style-type: none"> • nokkaeläimet, pussieläimet, istukalliset nisäkkäät • alkuhevonen eohippus (propaleotherium, hyrachotherium) (→ mesohippus) <ul style="list-style-type: none"> • ei kaviota, vaan neljä erillistä varvasta • kurkien kantamuodot <ul style="list-style-type: none"> • <i>Gastornis</i>-suku Euroopassa <ul style="list-style-type: none"> – suurin lentokyvuton lintu: n. 500 kg, 2 m • <i>Diatryma</i>-suku Pohjois- Amerikassa (lentokyvuton)

							juoksija ja lihansyöjä)
50 milj.				<i>Eoseeni</i> 54-38 milj. <ul style="list-style-type: none"> Australia ja Etelämanner erovat Etelänapamanner jäätiköityi osittain? merenpinta alempana kuin koskaan lämmintä, keskilämpö noin +21°C 		<ul style="list-style-type: none"> rehevää, trooppisia sademetsiä ympäri koko maapallon 	<ul style="list-style-type: none"> xxx lintujen valta-aikaa, eläimillä pääasiassa joko turkki tai höyhenet jiirijöitä, norsuja, valaita, parivarpaisia, kavioläimiä, lepakot <i>leptictidium</i> <ul style="list-style-type: none"> pieni pitkäkärsäinen nisäkäs <i>ambulocetus</i> <ul style="list-style-type: none"> krodotiilin näköinen nelijalkainen vesieläin → valaat ensimmäiset varsinaiset kurjet
40 milj.				<i>Oligoseeni</i> 38-26 milj. <ul style="list-style-type: none"> Intia törmää Aasiaan ja Himalaja muodostuu vileä, kuiva ilmasto Etelänapa jäätiköityy ilmasto viileni; keskilämpö noin +18°C 			<ul style="list-style-type: none"> häntäapinat varhaisimmat hominidit alkunorsu moenitherius (→ trilophodon, alkunorsu) mesohippus (→ merychippus) laamoja vain Pohjois-Amerikassa
30 milj.			Neoseeni 26-2 milj.	<i>Mioseeni</i> 26-7 milj. <ul style="list-style-type: none"> Etelänapamantereen jäätiköityminen laajempi kuin nykyisin mantereet lähes nykyisillä paikoillaan, Amerikat yhdistyneet laajaa viilenemistä, keskilämpö noin +16°C 			<ul style="list-style-type: none"> siat, peurat, norsut, antiloopit, apinat, kissaeläimet, hevoset jne. Geranopsis- ja Paleogrus-kurkisuvut n. 23. milj. vuotta sitten liejuriömijä, vedessä ja vedenrajassa elävä kala jättiläisvyötiäinen (3 m) trilophodon, alkunorsu (→ platypelodon) merychippus (→ pliohippus) aegyptopithecus 26 milj. ihmisapinat: dryopithecus 25 milj. (→ myös simpanssit, gorillat, orangit, gibbonit) <ul style="list-style-type: none"> mm. proconsul africanus laamoja vain Etelä-Amerikassa
20 milj.				<ul style="list-style-type: none"> Afrikka liittyi Euraasiaan 			<ul style="list-style-type: none"> <i>Phororhacos</i>-kurkisuku Etelä-Amerikassa
15 milj.							<ul style="list-style-type: none"> grighopithecus 15 milj. Turkissa ramapithecus 14-8 milj. → australopithecukset
10 milj.				<i>Plioseeni</i> 7-2 milj. <ul style="list-style-type: none"> pohjoisten napaseutujen jäätiköityminen alkoi keskilämpö noin +14°C Välimeri joutui saarroksiin ja haihtui noin 6 milj. vuotta sitten ja täyttyi uudelleen noin 5 milj. vuotta sitten 			<ul style="list-style-type: none"> platypelodon (→ mammitheria imperator) pliohippus (→ equus) 1-varpainen, neohipparion 3-varpainen kyttyrätön alkukameli, sarvikuonoja vanhin vielä elossa oleva kurkilaji hietakurki n. 10 milj. vuotta sitten Pohjois-Amerikassa sahelanthropus tchadensis 6-7 milj. nykykurkia n. 5-1,8 milj. vuotta sitten ihmisen esi-isät alkoivat vähitellen nousta kahdelle jalalle
5 milj.				Gilbert-kausi <ul style="list-style-type: none"> 4,5-3,8 milj. vuotta sitten magneettisen polaarisuuden päinvastaiset kaudet Cochiti, Nunivak 			<ul style="list-style-type: none"> poroja, villakarvaisia sarvikuonoja, mammutteja, karhu, hirvi ardipithecus ramidus 4,4 milj.
4 milj.				Gauss-kausi <ul style="list-style-type: none"> 3,8-2,5 milj. vuotta sitten magneettisen polaarisuuden päinvastaiset kaudet ?, Mammoth, Kaena 			australopithecukset <ul style="list-style-type: none"> australopithecus anamensis 4,2 milj. australopithecus afarensis 4 milj. <ul style="list-style-type: none"> pystyasento, karvoitus katoaa Dikika baby 3,3 milj. Lucy 3,2 milj.
3 milj.				<ul style="list-style-type: none"> kuiva ja kylmä ilmasto 3-2,5 milj. vuotta sitten 	plio-seeni-	<ul style="list-style-type: none"> Antarktiksella pyökkejä 	<ul style="list-style-type: none"> australopithecus africanus 2,9 milj. (→ australopithecus robustus → australopithecus boisei, homo habilis)

			<ul style="list-style-type: none"> • Antarktis jäätön • pohjoinen napa-alue jäätiköityi, lämpötila laski äkillisesti 	jääkaut- den alku			<ul style="list-style-type: none"> • australopithecus aethiopicus 2,8 milj. • australopithecus garhi 2,6 milj.-2,5 milj. •
2,5 milj.			Matujama-kausi <ul style="list-style-type: none"> • 2,5 milj. - 780 000 vuotta sitten • magneettisen polaarisuuden päinvastaiset kaudet Réunion, Olduvai, Gilsa, Jaramillo 				<ul style="list-style-type: none"> • australopithecus rudolfensis 2,5 milj. paranthropukset <ul style="list-style-type: none"> • australopithecus boisei 2,5 milj. • australopithecus robustus 2 milj. •
2 milj.		Kvartaari 2 milj. ➔	Pleistoseeni 2-0,01 milj. <ul style="list-style-type: none"> • meren pinta laski noin 90-100 m • keskilämpö noin +12,5°C • mantereet nykyisillä paikoillaan ja nykyisen muotoisina • kuiva ilmasto 1,8-1,6 milj. vuotta sitten • 		archaios = muinainen proteros = ensimmäinen phaneros = näkyvä, ilmeinen zoe = elämä palaios = vanha mesos = keski-, keskimäinen kainos = uusi, viimeisin eos = aamunkoitto oligos = pieni, vähäinen meion = vähemmän pleion = enemmän pleistos = eniten holos = valmis, koko, kaikki		hominidit <ul style="list-style-type: none"> • homo habilis 1,9 milj. (➔ homo erectus ➔ homo sapiens) • homo ergaster 1,7 milj. • • mammithera imperator (➔ afrikkalainen norsu = loxodonta africana) • erilaisia jättiläisnäkkeitä, jotka kuolivat pian sukupuuttoon: jättiläissokkhiiriä, -virtahepoja, -strutsi aepyornis titan (3 m), -sarvikuono (baluchiterium 5 m 16 tn) -laiskiaisia, -luolakarhuja, -apinoita (Gigantopithecus). -marsuja • 47 nykyisin sukupuuttoon kuollutta ratitae-ryhmän lentokyytöntä lintulajia, mm. 13 moa-lajia
1,5 milj.							<ul style="list-style-type: none"> • homo erectus 1,3 milj. • vanhin nuotio
1 milj.			<ul style="list-style-type: none"> • kuiva ilmasto 1,2-0,8 milj. vuotta sitten • Afrikassa satoja vuosia kestäneitä sateita 	Alpit, Tonava			<ul style="list-style-type: none"> • homo antecessor lyhyen aikaa noin 900 000 vuotta sitten ja samanaikaisesti varhainen homo sapiens • homo heidelbergensis noin 600 000 vuotta sitten (= esineanderthalilaiset?) • työkaluja • Acheul-kulttuuri
800 000			Brunhes-kausi <ul style="list-style-type: none"> • magneettisen polaarisuuden nykyinen kausi 780 000 vuotta sitten ja tätä ennen noin 200 000 vuoden välein • polaarisuus vaihtunut säännöllisesti usean sadan miljoonan vuoden aikana ja tapahtuu alle 10 000 vuodessa • magneettikenttä heikkenee ja navat vaihtavat paikkaa, vaihdoksen aikana jopa päivittäin, jolloin napoja on saattanut olla useampiakin, kunnes ne vihdoin vakiintuvat paikoilleen • voimakasta kosmista säteilyä 				•
500 000			<ul style="list-style-type: none"> • keskilämpö +15°C 	Gromer danigla- siaali			•
400 000							•
350 000							•
300 000							•
290 000						•	•
280 000						•	•
270 000						•	•
260 000			•			•	•

8 500										<ul style="list-style-type: none"> • Jeriko • Catal-Huyuk
8 000										•
7 500										•
7 000										•
6 500										•
6 000										•
5 500										•
5 000										•
4 000										•
3 000										<ul style="list-style-type: none"> • aurinko paistoi tavanomaista kirkaammin
2 000										<ul style="list-style-type: none"> • Egypti ja Sumeri <ul style="list-style-type: none"> • kirjoitustaito • Harappa • Mohendjo-daro <ul style="list-style-type: none"> • viemäröinti • ruutukaava • minolainen kulttuuri Kreetalla
1 000										<ul style="list-style-type: none"> • heettiläiset, hurilaiset
1 000										<ul style="list-style-type: none"> • Huippuvuoret jäättöminä noin 3 000 vuotta sitten asti (1 000 eaa) • ilmasto 2° - 4°C nykyistä lämpimämpää: +16° - 19°C
-1										<ul style="list-style-type: none"> • Kreikka • etruskit • Rooma • olmeekit, atzteekit, zapoteekit, tolteekit, ximateekit, inkat, maiat jne.
-1										<ul style="list-style-type: none"> • germaanit, keltit, hunnit • kansainvaellukset
+1										• Eurooppa
1 000										•
1 000										<ul style="list-style-type: none"> • aurinko paistoi 1000-luvun alussa tavanomaista kirkaammin • pieni jääkausi 1600-luvulla
2 000										<ul style="list-style-type: none"> • maapallon säde 6 371 km • keskilämpö noin +14° - 15°C