

Tähtitaivaan kohteet

Mitä kaikkea taivaalla on:

- tähdet
- Aurinko, tavallinen tähti
- tähtien ryhmät (kaksoistähdet, avoimet joukot, pallomaiset joukot)
- tähtienvälinen aine
- Linnunrata
- muut galaksit
- galaksiryhmät ja -joukot
- pimeä aine (ei näy)
- pimeä energia (ei näy senkään vertaa)
- aurinkokunnan kohteet (planeetat, kääpiöplaneetat, kuut, asteroidit, komeetat, meteoroidit)
- keinotekoiset laitteet
- ilmakehän ilmiöt (meteorit, revontulet, valaisevat yöpilvet, helmiäispilvet, tavalliset pilvet, halot, ...)

Tähdet

Näkyvät kaukoputkella kirkkaampina, mutta suurimmillakaan kaukoputkilla ei erotu yksityiskohtia.

Samanlaisia valtavia hekuvia kaasupalloja kuin Aurinko.

Tuottavat energiaa fuusioreaktioilla lähinnä muuttamalla vetyä heliumiksi.

Massa $0.08 - 50M_{\odot}$,
säde $0.01 - 1000R_{\odot}$,
säteilyteho $\approx 0.0001 - 1000\ 000L_{\odot}$,
pintalämpötila $2500 - 50\ 000\text{ K}$.

Näennäinen kirkkaus riippuu tähdet todellisesta kirkkaudesta ja etäisyydestä (ja välissä olevan aineen vaimennuksesta).

Tähtien kehitys

Tähdet syntyvät tiivistymällä tähtienvälisestä aineesta.

Mitä massiivisempi tähti, sitä nopeammin se kuluttaa energiavaransa.

Kuolevat energian loppuessa. Lopputilanne riippuu tähden massasta:

- pienimmät tähdet hiipuvat hitaasti ja katoavat mustina kääpiöinä
- suunnilleen Auringon massaiset laajenevat punaiseksi jättiläiseksi ja puhaltavat uloimmat osat avaruuteen planetaarisena sumuna;
jäljelle jää valkea kääpiö tai neutronitähti
- kaikkein massiivisimmat räjähtävät jättiläisvaiheen jälkeen supernovana;
jäljelle jää neutronitähti tai musta aukko

Tähdistöt

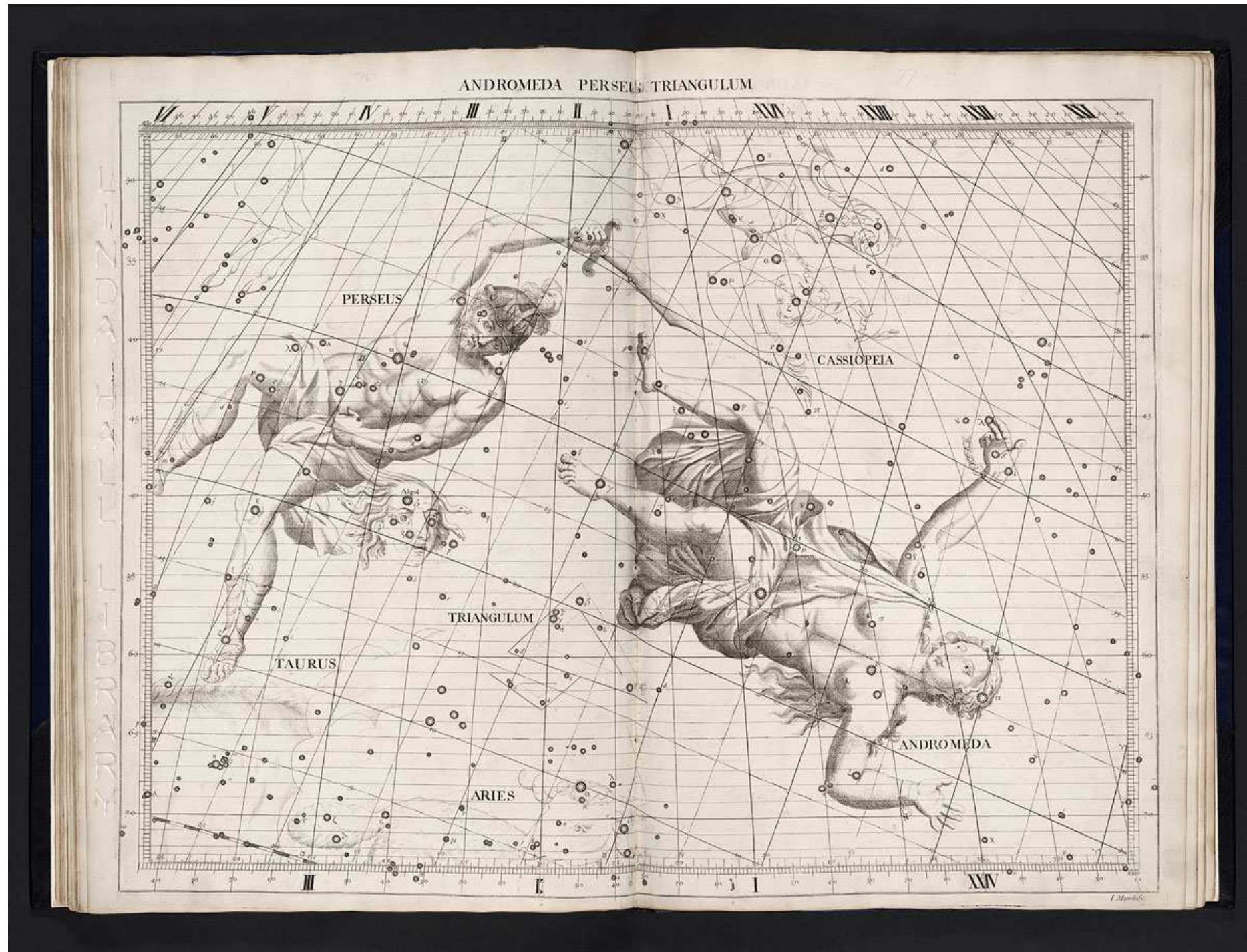
Tähtien muodostamien hahmojen perusteella tähtiä on ryhmitelty *tähdistöiksi*.

Tähdistön tähdet voivat kuitenkin olla hyvin eri etäisyyksillä. Ne näyttävät muodostavan jonkin kuvion vain, koska tarkastelemme niitä tietyistä avaruuden paikasta.



Orionin tähdistö eri suunnista nähtynä. Vasen kuva esittää tähdistöä sellaisena kuin sen näemme täältä Maasta. Pohjantähdestä katsottuna (oikealla) tähdistö näyttää aivan erilaiselta.

Tähtitaivaan nimistö peräisin lähinnä Välimeren maiden antiikin ajalta yli kahdentuhannen vuoden takaa. Siksi monet nimet viittaavat juuri kreikkalaiseen tai roomalaiseen jumaltarustoon.

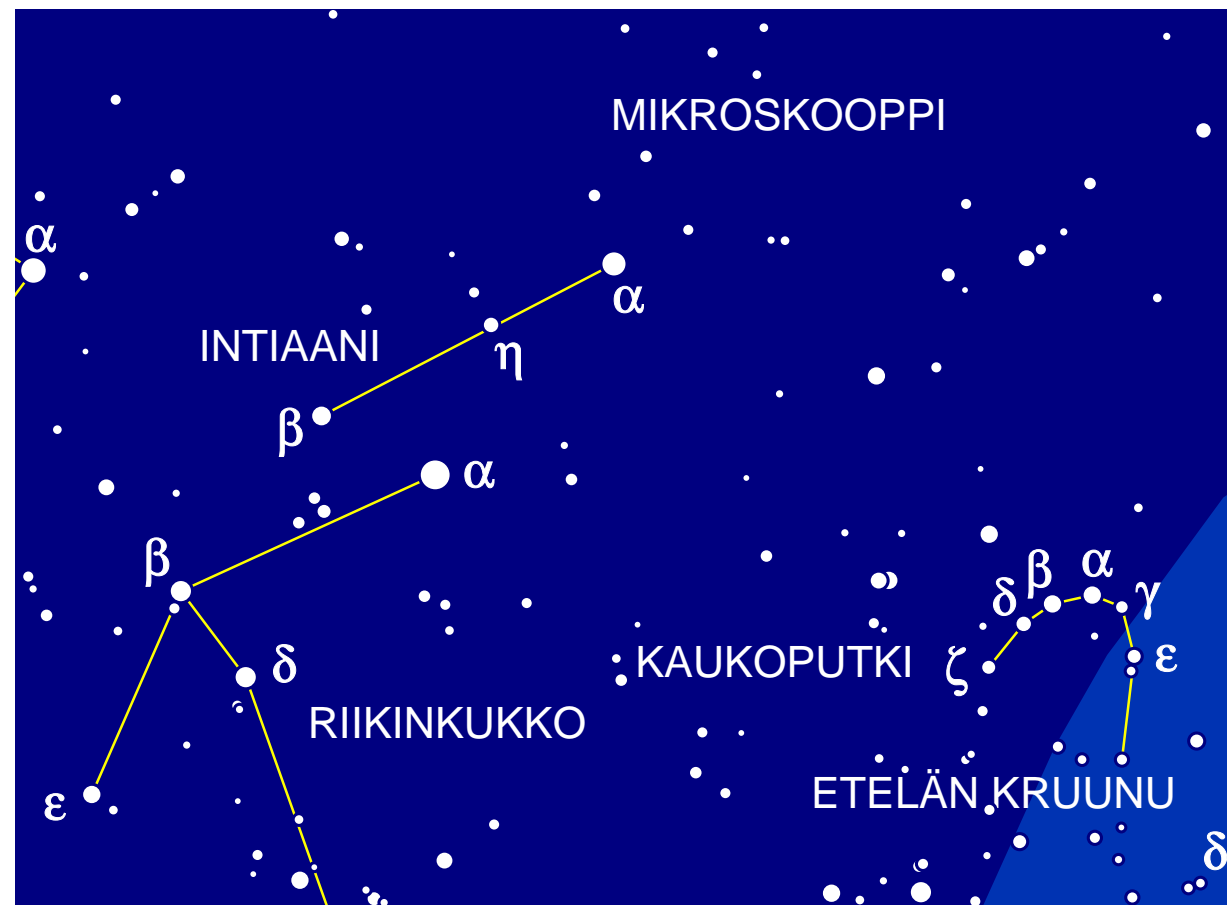


Andromedan tähdistö. Samaan taruun liittyvät myös Kefeus, Kassiopeia, Valaskala ja Perseus.

Eteläisimmät tähdistöt on nimetty vasta suurten löytöretkien aikakaudelta (1500-luvulta) alkaen.

Eri kartantekijät nimesivät taivaan eri alueita mielensä mukaan. Tähtikartoilla ovat viivähtäneet hetken aikaa mm. sellaiset tähdistöt kuin Ilmapallo, Sähkökoje, Kirjapaino, Kissa, Pöllö, Yksinäinen rastas, Mehiläinen ja Poro.

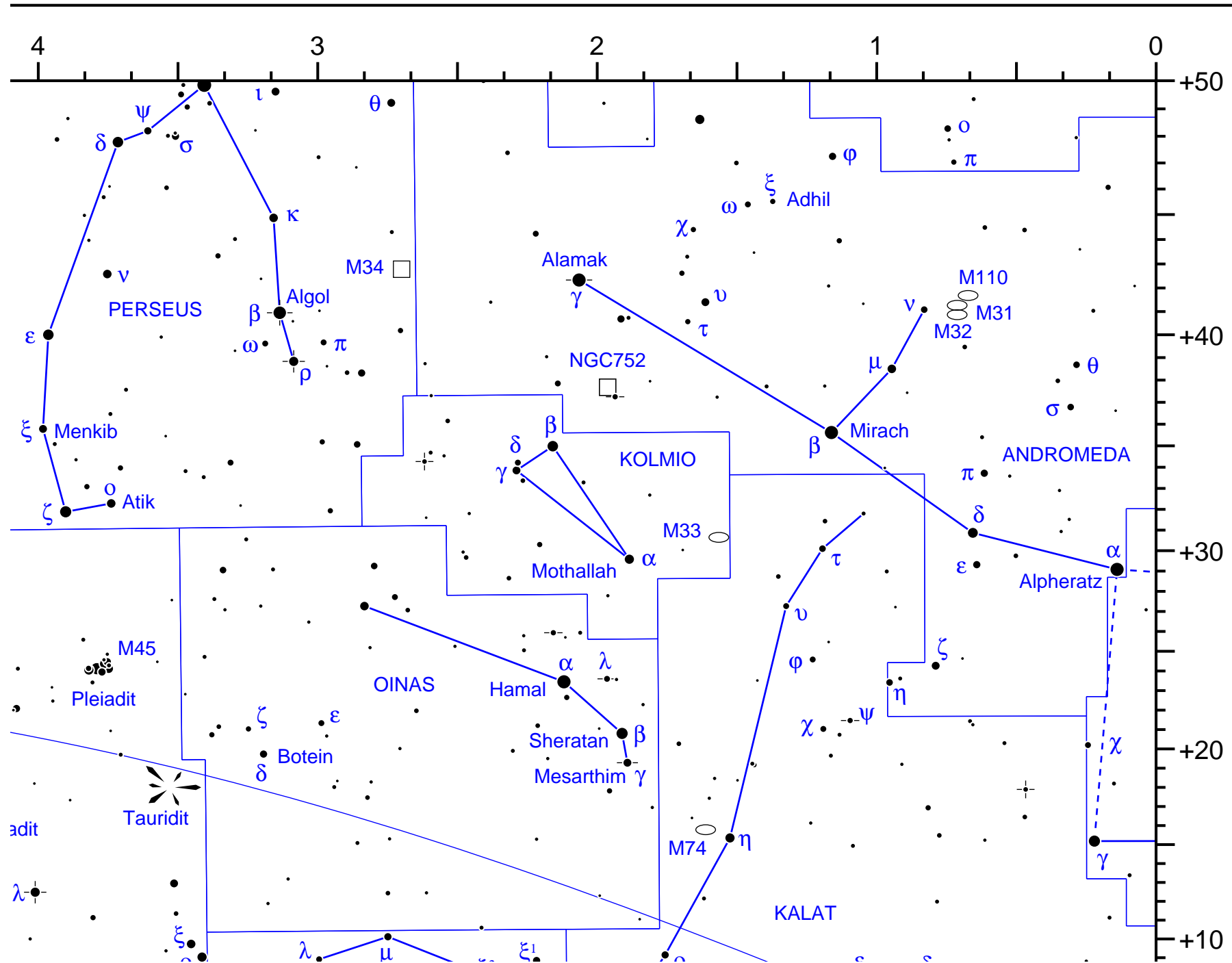
Tähtikarttojen laatijat lisäilivät omia tekeleitään myös pohjoiselle taivaalle.



Eteläisin osa taivaasta opittiin tuntemaan vasta suurten löytöretkien aikana. Sinne on sijoitettu uudempien keksintöjen mukaan nimettyjä tähdistöjä.

Kansainvälisen tähtitieteen unionin IAU:n toimesta taivaallinen sekasotku selvitettiin 1920-luvulla, ja taivas jaettiin 88 tähdistöön, joille määriteltiin täsmälliset rajat.

Tähdistöjen rajat ja latinankieliset nimet ovat virallisia.



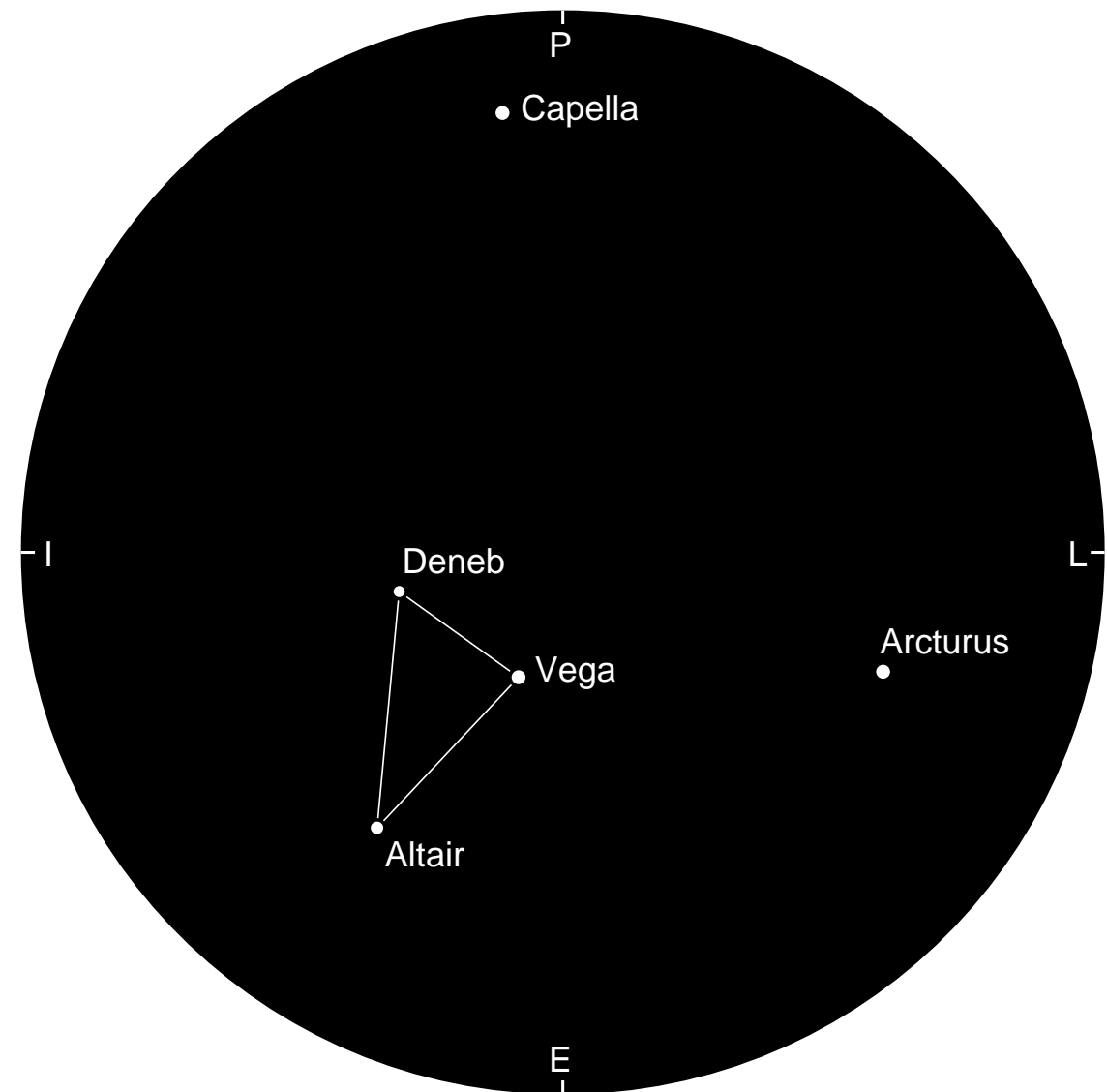
Tähtikuviot

Tähdistö tarkoittaa tiettyä taivaan aluetta.

Tähtikuvio eli *asterismi* tarkoittaa muutaman tähden muodostamaa suhteellisen selväpiirteistä kuviota. Esimerkiksi Otava on seitsemän tähden muodostama tähtikuvio, joka on vain osa Ison karhun tähdistöä.

Tähtikuvioita esittävät viivat eivät ole virallisia ja on eri kartoissa piirretty eri tavoin.

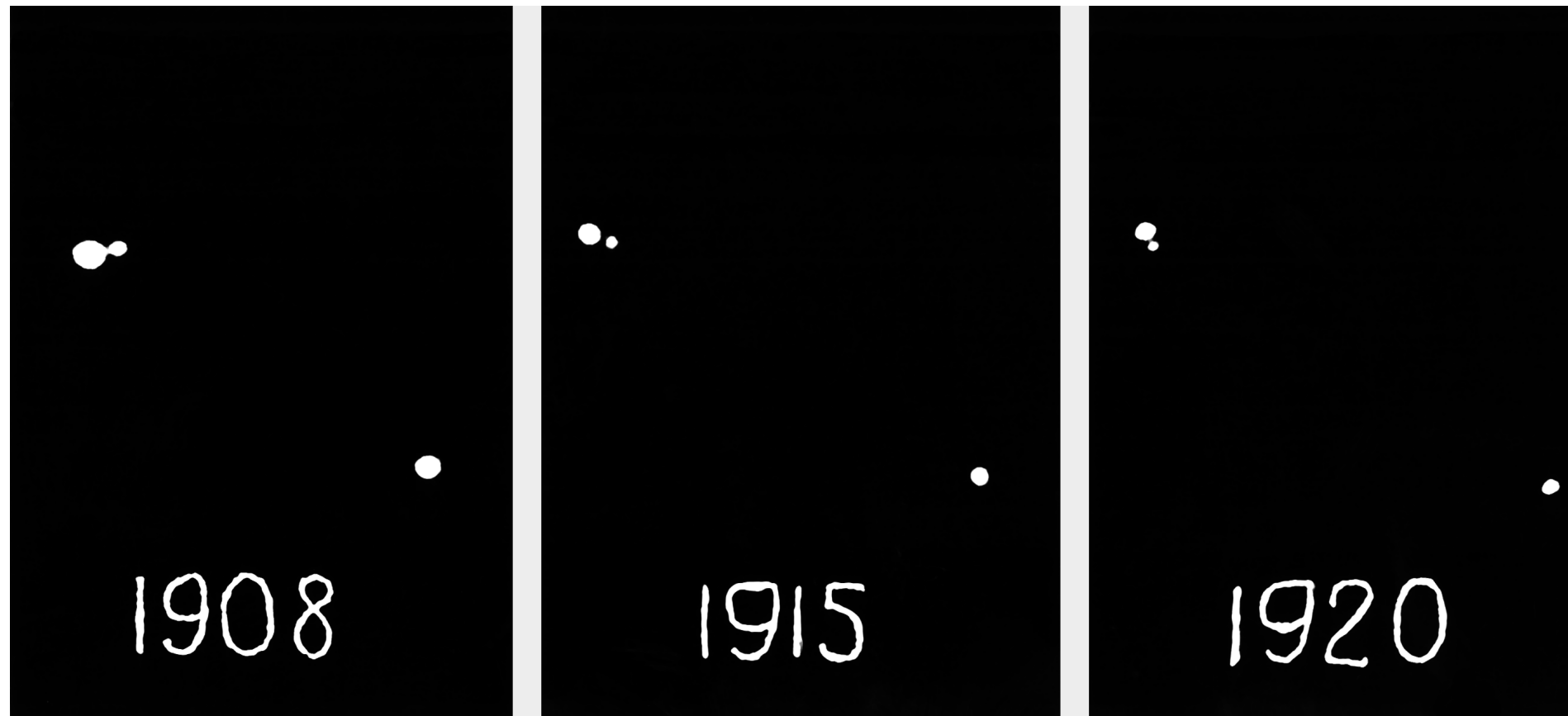
Tähtikuvio voi ulottua myös usean tähdistön alueelle, kuten Kesäkolmio (Joutsenen Deneb, Lyyran Vega, Kotkan Altair).



Tähtien joukot

Tähdet muodostavat myös ryhmittymiä, joiden tähdet todella kuuluvat yhteen.

Kaukoputkella huomaa, että taivaalla on runsaasti tähtipareja eli *kaksoistähtiä*.



Kaksoistähten Krüger 60 liike 12 vuoden aikana.

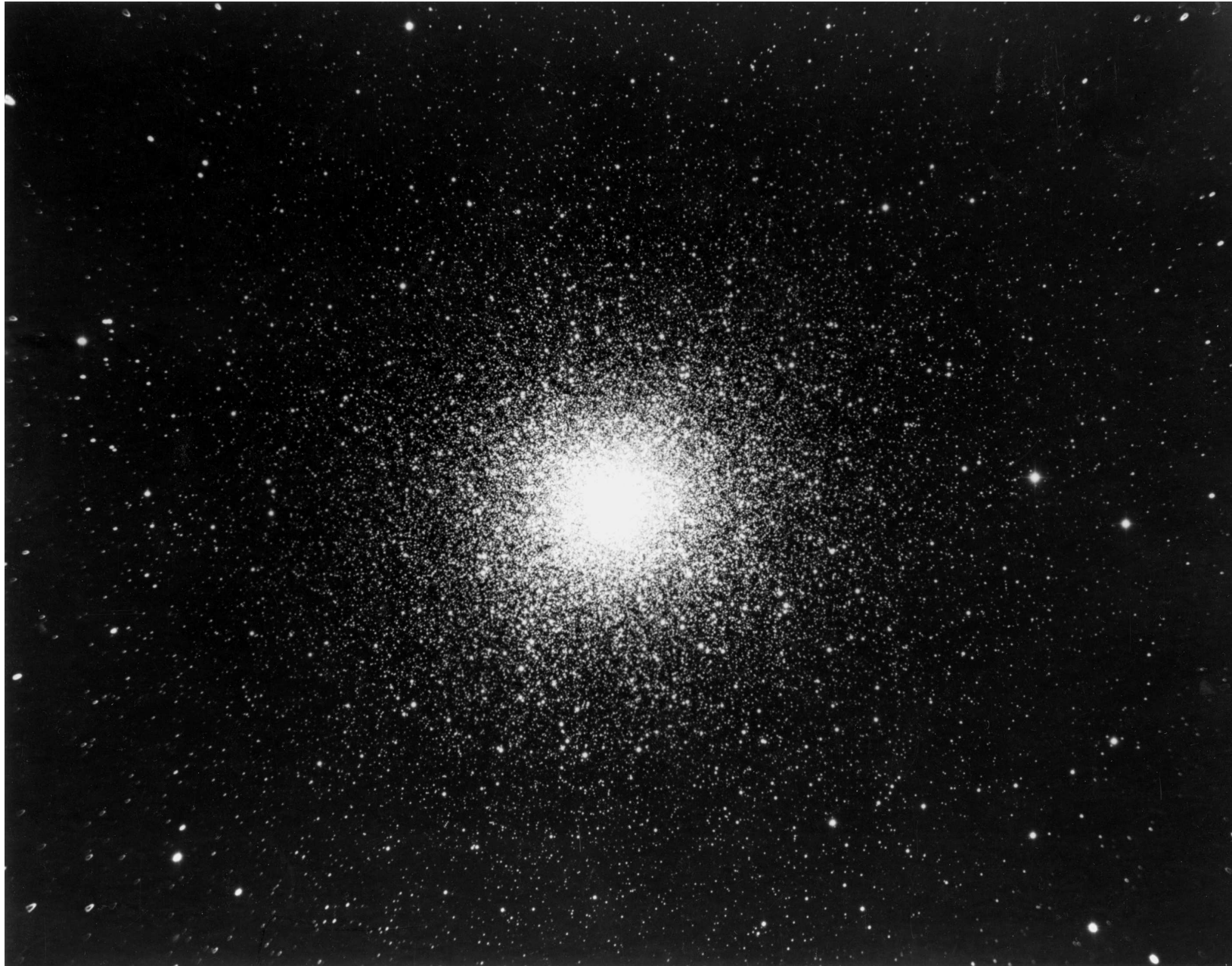
Suurempia tähtien kasautumia ovat *tähtijoukot*. Esimerkiksi Härän tähdistössä sijaitsee kaksi paljain silminkin helposti erottuvaa tähtitihentymää, Seulaset eli Pleiadiit ja Hyadiit. Ne ovat *avoimia tähtijoukkoja*, joihin kuuluu tavallisesti muutamia kymmeniä tai satoja tähtiä ja joiden tähdet ovat melko harvassa.

Avoimet joukot ovat yleensä suhteellisen nuoria. Tähdet ovat syntyneet samalla alueella samaan aikaan.



a) Hyadiit ja Plejadiit ovat avoimia joukkoja, jotka näkyvät helposti paljain silmin. b) Plejadiit, c) Perseuksen kaksoisjoukko Misam.

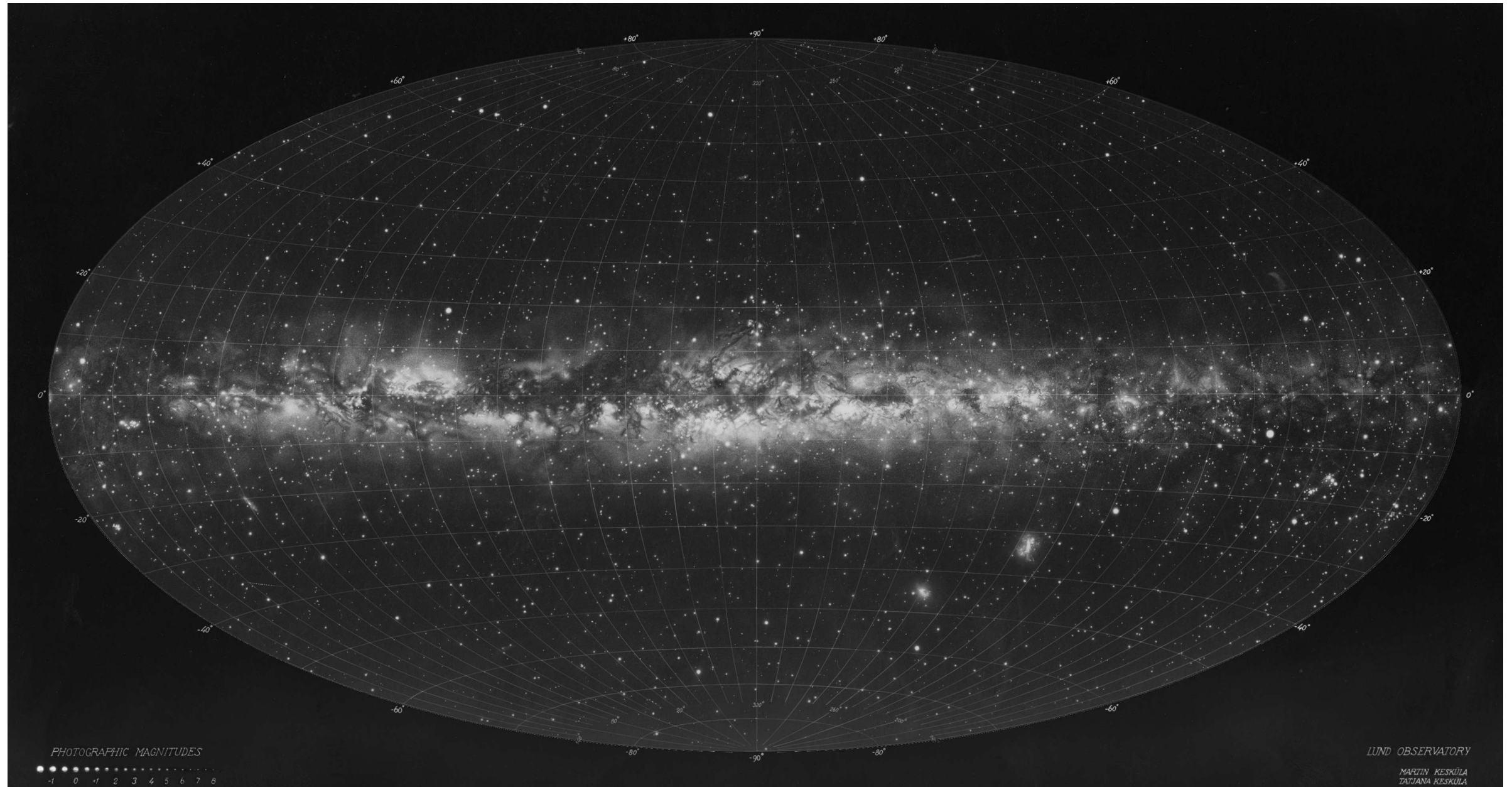
Tiheämpiä tähtiryppäitä ovat *pallomaiset joukot*. Paljain silmin niitä näkyy vain muutama, Suomesta vain yksi, Herkuleen tähdistön suunnassa sijaitseva joukko.



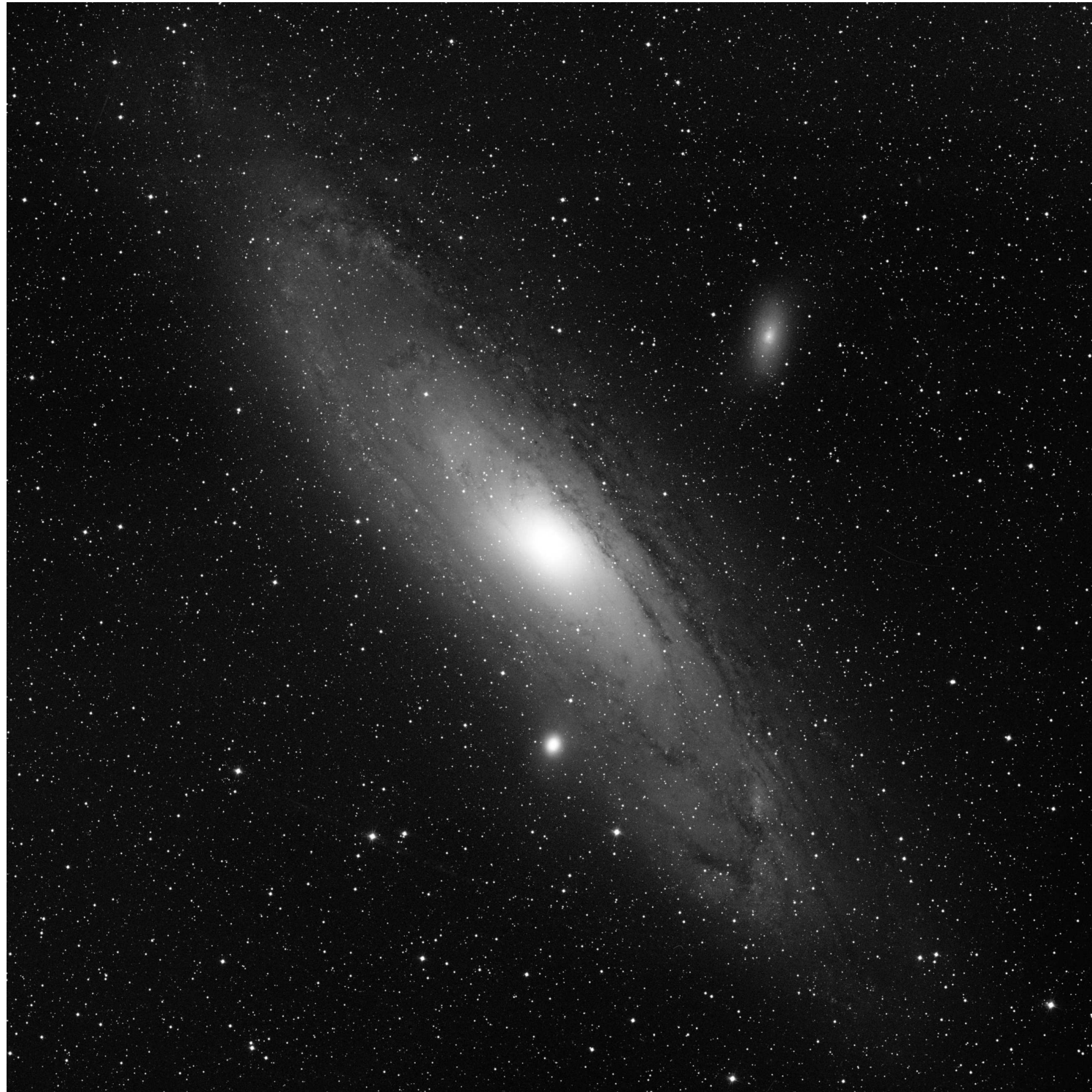
*Herkuleen tähdistön suunnalla sijaitseva pallomainen joukko M13 erottuu heikosti paljain silmin, ja suurehkol-
la kaukoputkella sen yksittäiset tähdet alkavat erottua. Kaikkiaan joukkoon kuulunee puolisenmiljoonaa täh-
teä.*

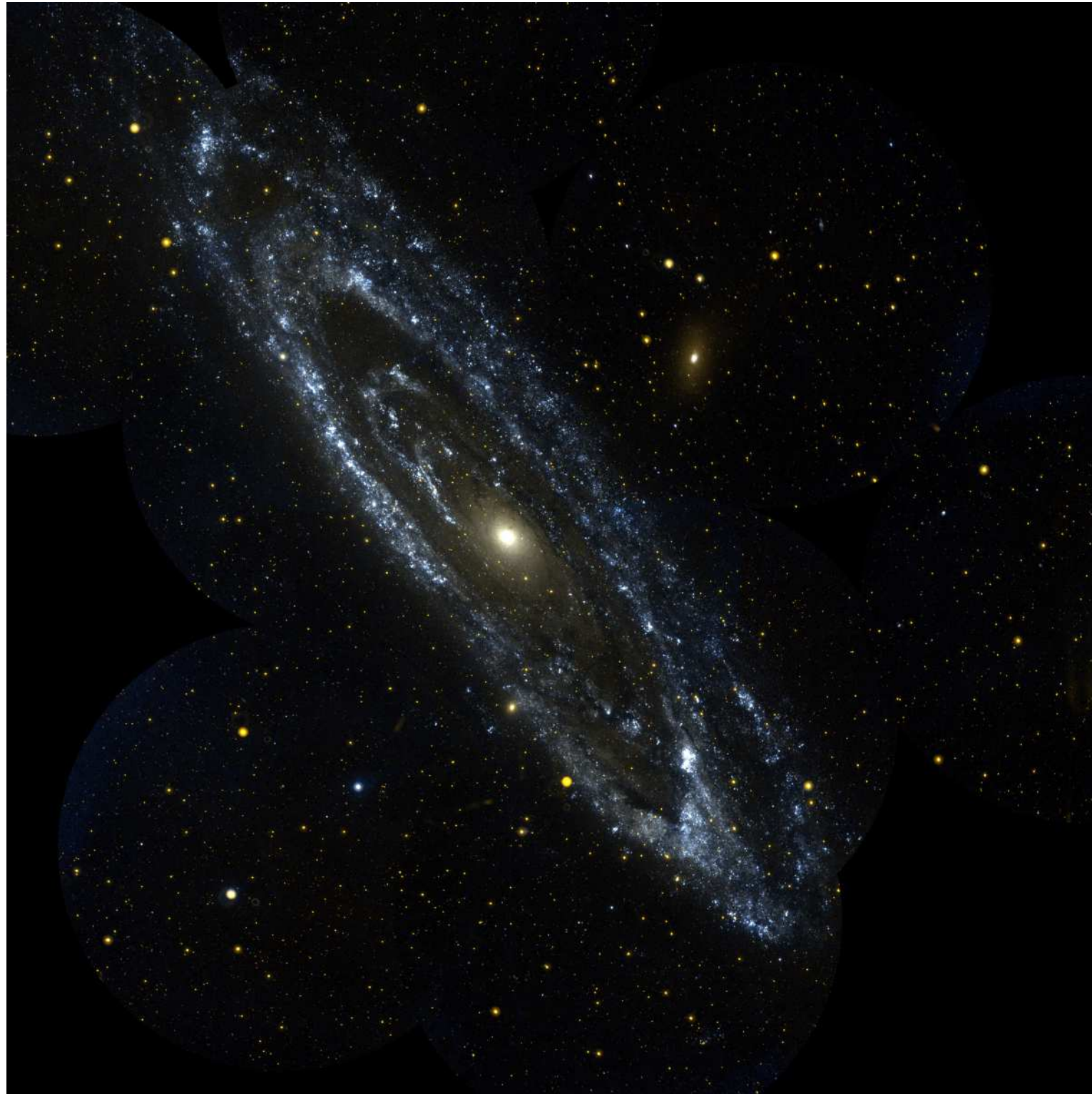
Galaksit

Tähtijoukkoja vielä paljon suurempia tähtien ryhmittymiä ovat *galaksit*. Kaikki taivaalla paljain silmin näkyvät tähdet kuuluvat omaan Linnunrataamme, joka on tyypillinen galaksi. Linnunrataan kuuluu satoja miljardeja tähtiä.



Muut galaksit ovat hyvin kaukana, ja siksi ne näkyvät hyvin himmeinä lukuisten tähtien loisteesta huolimatta. Suomesta vain yksi Linnunradan ulkopuolinen galaksi, Andromedan galaksi M31, näkyy melko helposti paljain silmin.

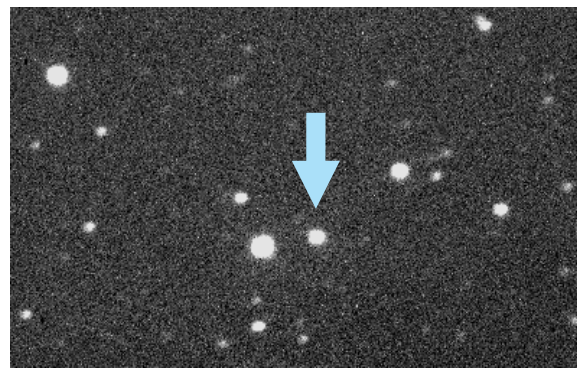
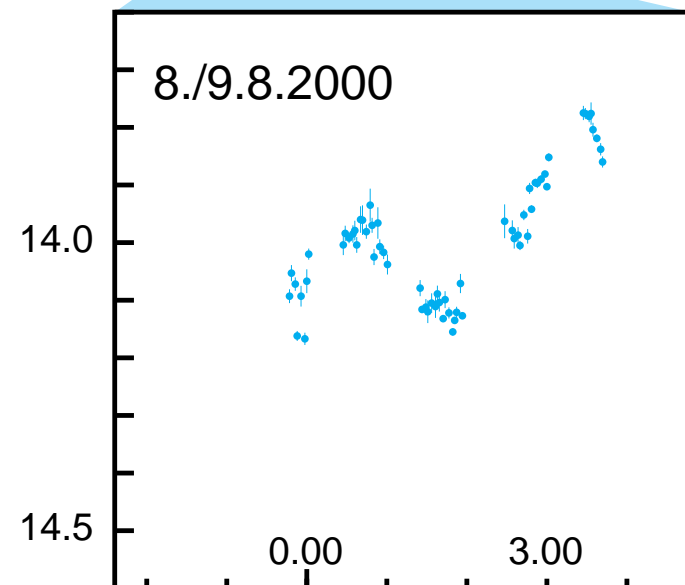
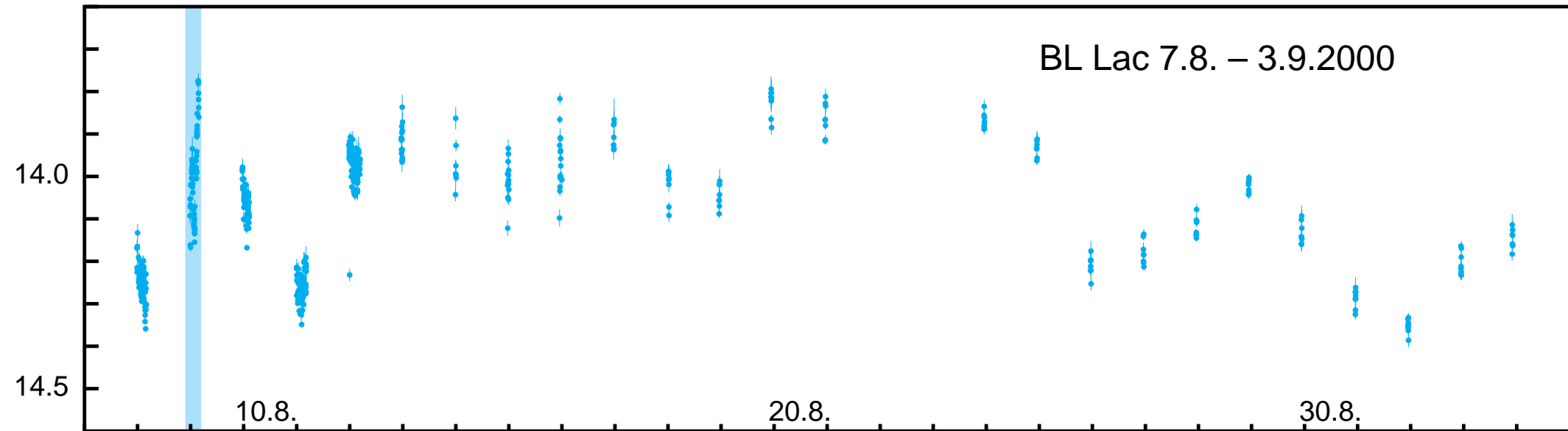




M31 Galex-satelliitin ultraviolettikuvassa.

Kvasaarit

Tähtimäisinä näkyviä hyvin kohteita, kaukaisten galaksien ytimiä. Kirkkaudessa usein nopeita vaihteluita. Ainoa tunnettu selitys mustaan aukkoon putoava aine.



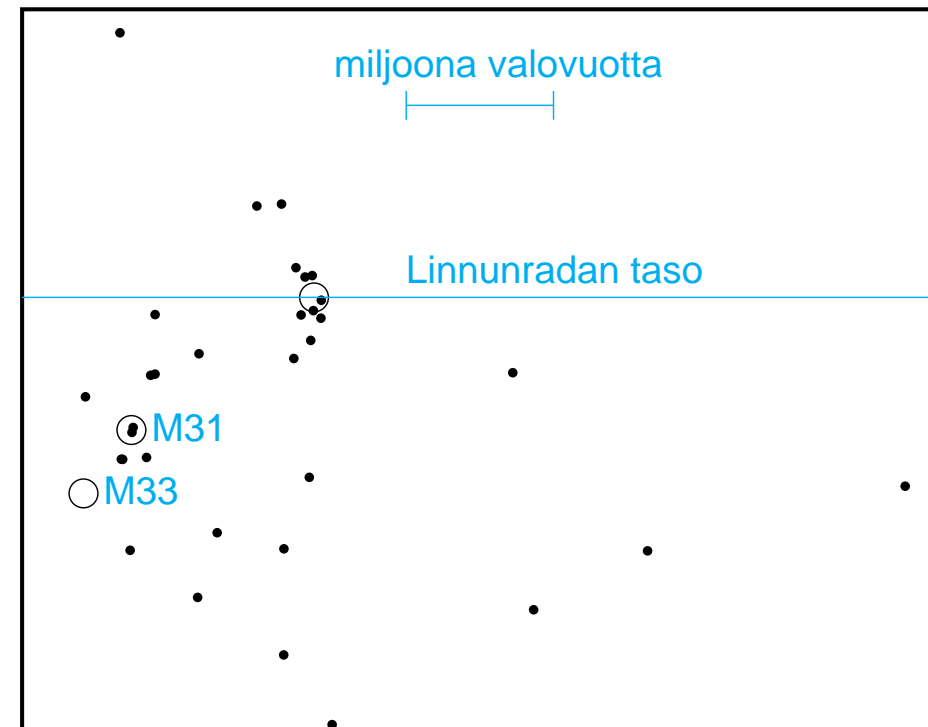
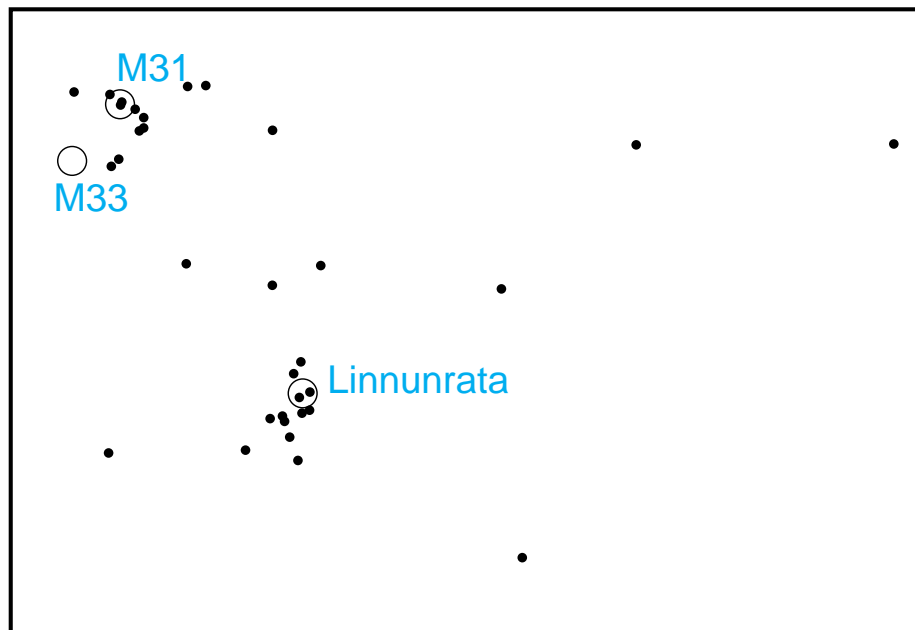
9.8.2000 01:51 UTC

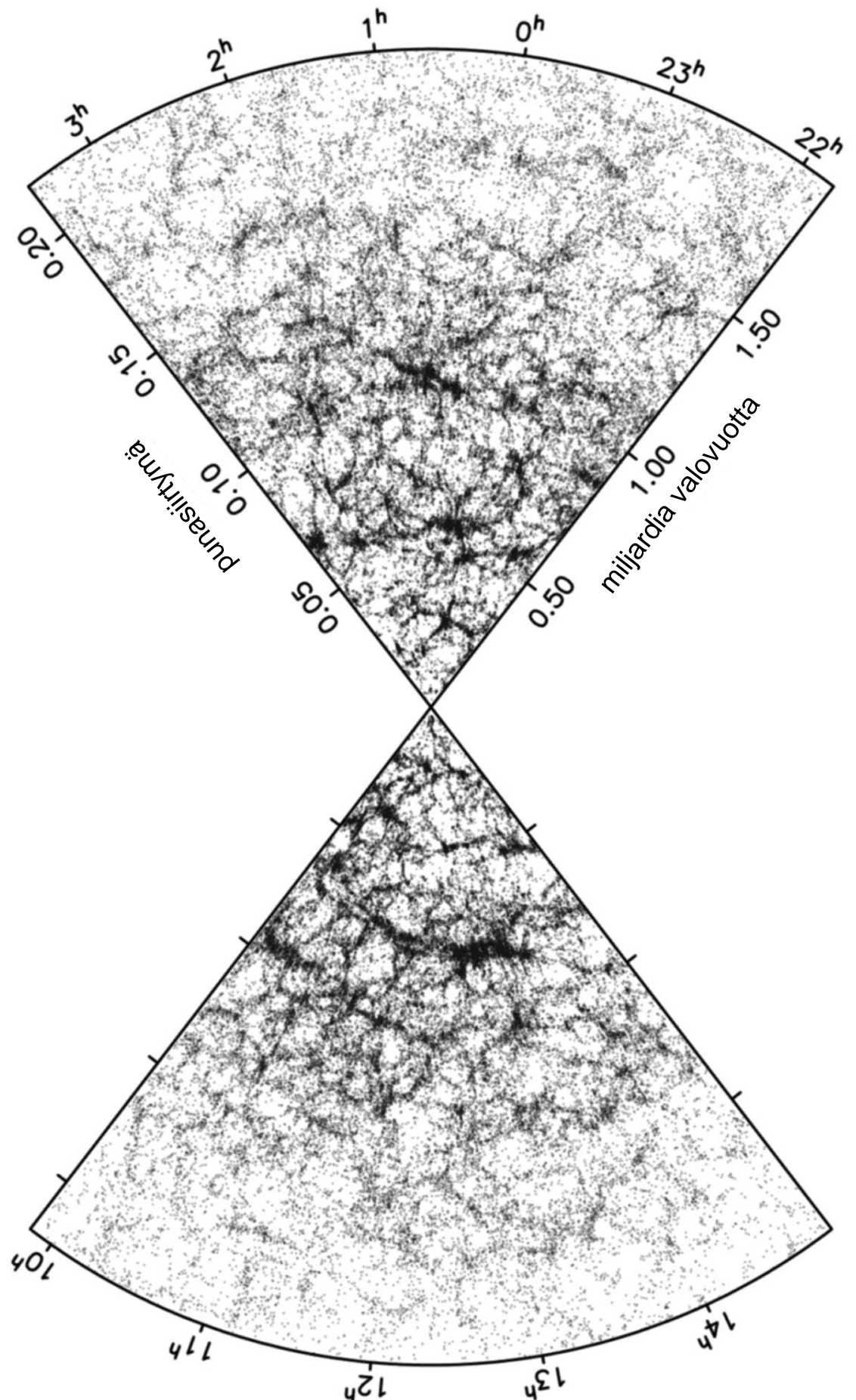
Galaksien ryhmittymät

Galaksit eivät jakaudu avaruuteen tasaisesti, vaan muodostavat:

- Muutaman kymmenen galaksin galaksiryhmiä.
- Ainakin joidenkin kymmenien tai sitä useampien galaksien galaksijoukkoja.
- Vielä suurempia superjoukkoja.

Linnunrata kuuluu paikalliseen galaksiryhmään, jossa on noin 35 jäsentä.





Sumut

Tähtisumu on virheellinen käännös sumua tarkoittavasta latinan sanasta *nebula*.

1900-luvun alulle saakka sumuiksi kutsuttiin kaikkia suttuisina näkyviä ei-tähtimäisiä kohteita.

Todellisuudessa hyvin sekalainen joukko:

- kaukaisia tähtijoukkoja ja galakseja, joiden tähdet eivät erotu toisistaan,
- lähellä olevia aidosti sumumaisia kohteita.

'Oikeat' sumut:

- tähtienvälisen aineen kasautumia, joissa syntyy uusia tähtiä,
- kuolevien tähtien purkauksia, joissa tähdet palauttavat ainettaan kierrätykseen.

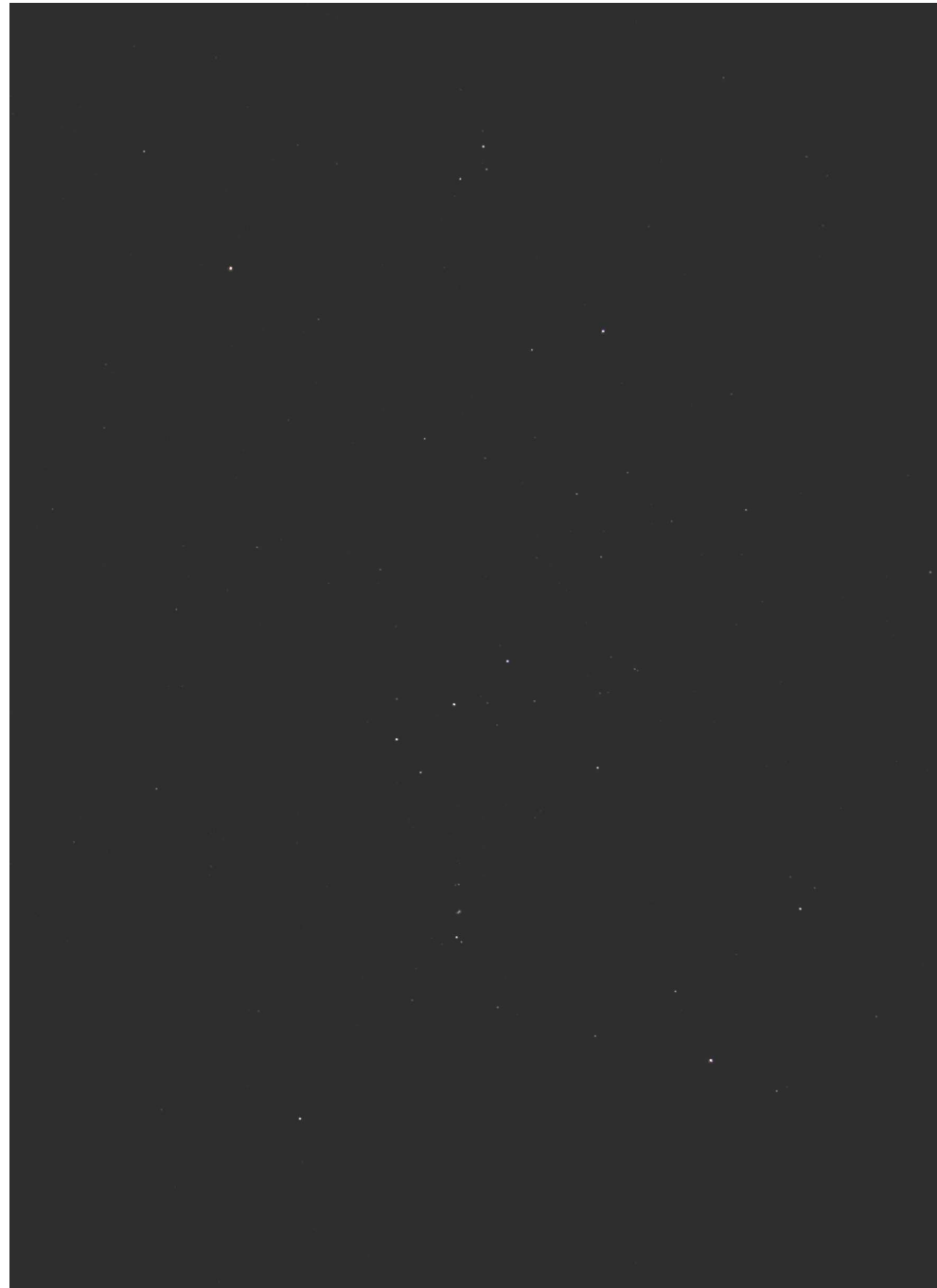
Ranskalainen tähtitieteilijä Charles Messier julkaisi ensimmäisen sumumaisten kohteiden luettelon 1774. Luettelo sisältää monenlaisia kohteita, kuten tähtijoukkoja, galakseja ja sumuja. Luettelon kohteita merkitään M-kirjaimella ja löytöjärjestyksen mukaisella järjestysnumerolla. Esimerkiksi Herkuleen pallomainen joukko on M13, Andromedan galaksi M31 ja Orionin suuri kaasusumu M42.

HII-alueet

Ionisoituneen vedyn pilviä, jotka kuumien tähtien säteily saa loistamaan.

Säteilyssä vain muutamia (pääasiassa vedyn) aallonpituuksia.

Orionin kaasusumu M42 on meitä lähin tähtien syntyalue.





Heijastussumut

Tähtienvälisen aineen pilviä, jotka heijastavat lähitähtien valoa.



Seulasten tähtien ympärillä näkyy tähtien valoa heijastavaa ainetta.

Pimeät sumut

Tähtienvälistä pölyä, joka peittää takana olevat tähdet näkyvistä.



Hiilisäkki Etelän ristin vieressä.

Planetaariset sumut

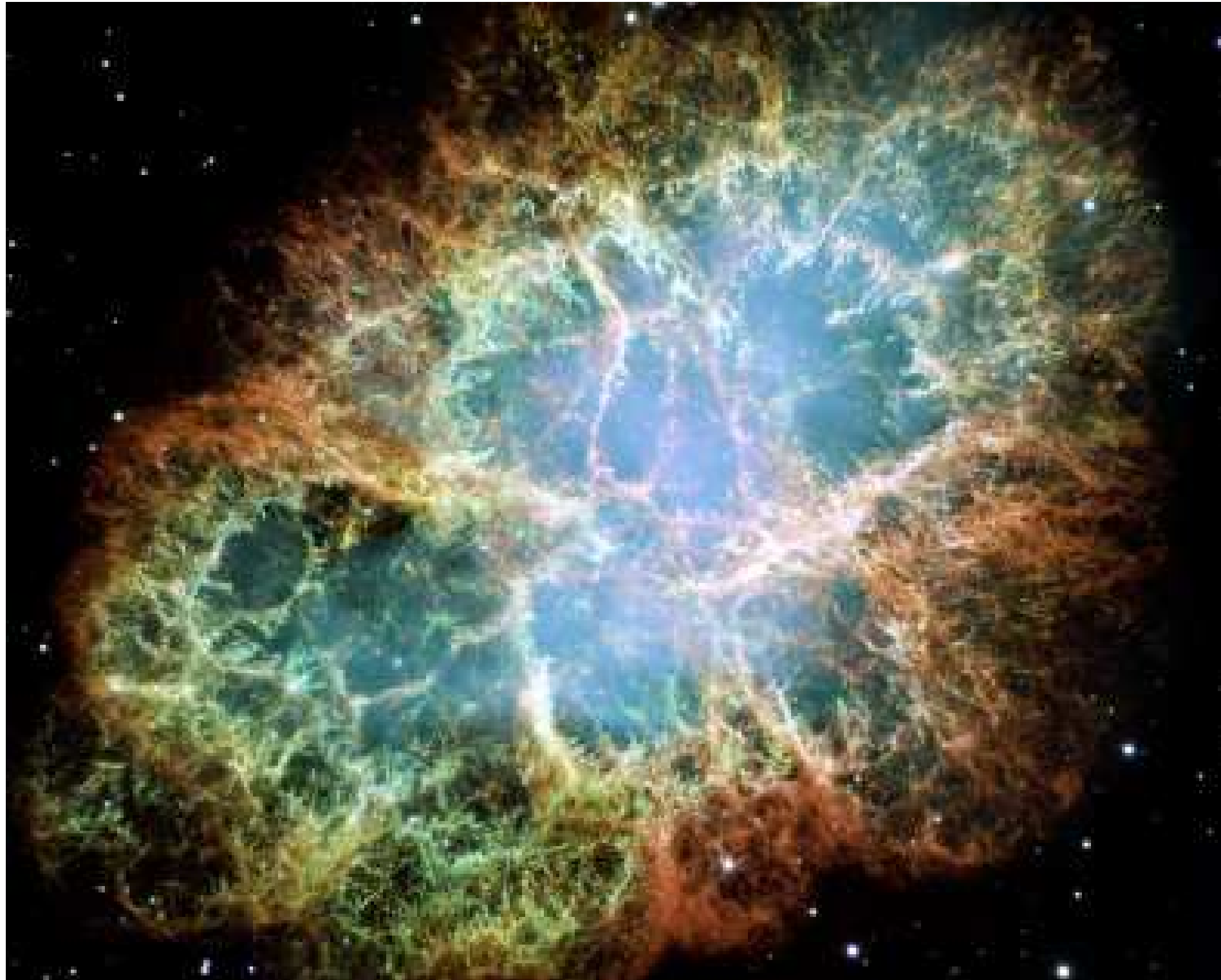
Auringon kaltaisten tähtien päätepisteitä. Tähti puhaltaa ulkokerroksensa laajenevaksi kaasupilveksi.



M27 eli Nostopainosumu Ketun tähdistössä.

Supernovajäänteet

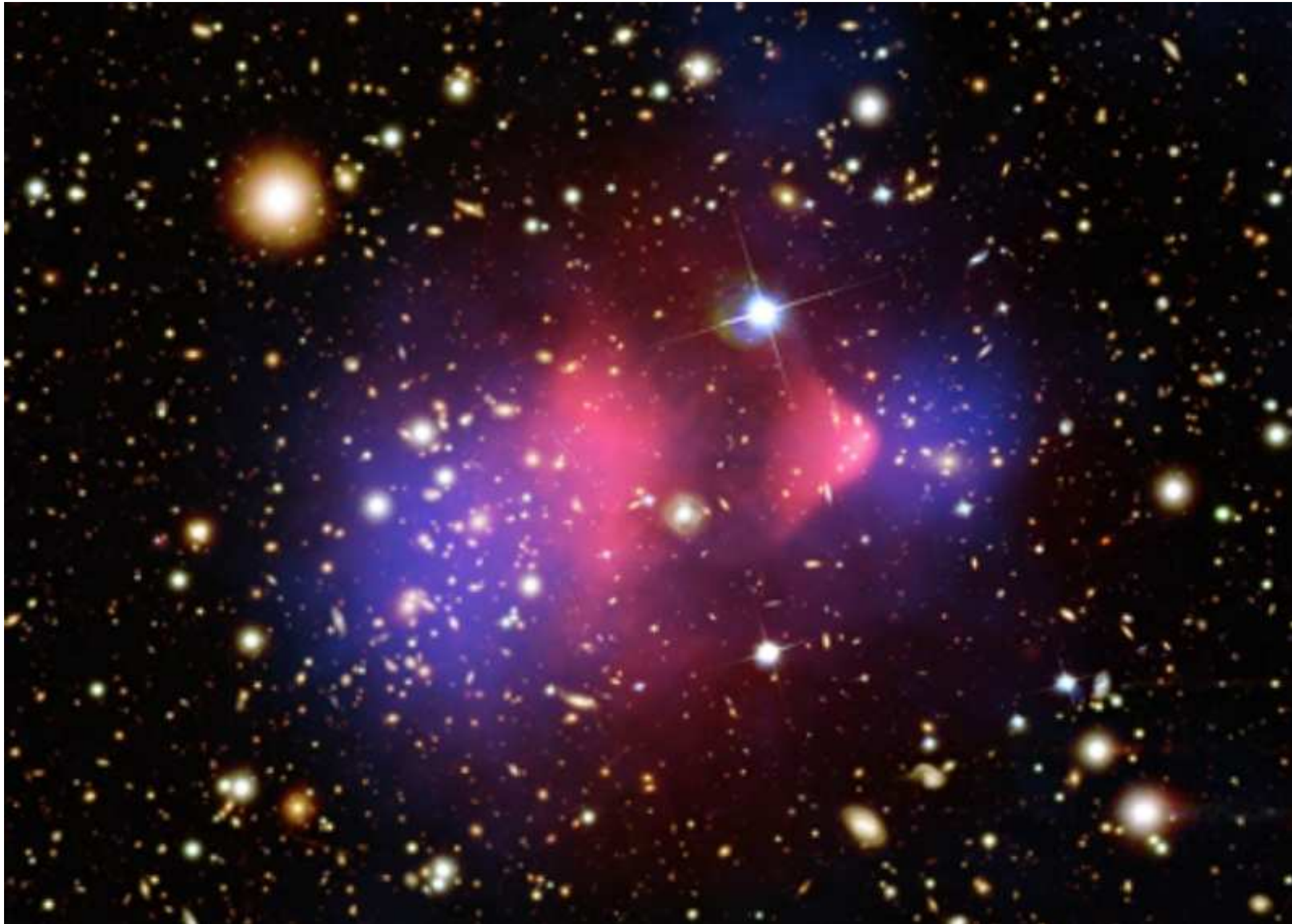
Suuret tähdet päättävät päivänsä valtaisaan supernovaräjähdykseen.



M1 eli Rapusumu Härän tähdistössä.

Pimeä aine

Ei näy, mutta vaikuttaa massallaan taivaankappaleiden liikkeisiin.



Luotijoukko, kahden galaksijoukon törmäys. Punainen on tavallista ainetta, sininen pimeää ainetta, jonka jakauma on määritetty sen painovoimavaikutusten avulla.

Pimeä energia

Maailmankaikkeuden laajeneminen näyttää kiihtyvän \Rightarrow poistovoima \Rightarrow pimeä energia.

Tavallista näkyvää ainetta 4 %.

Pimeää näkymätöntä ainetta 23 %.

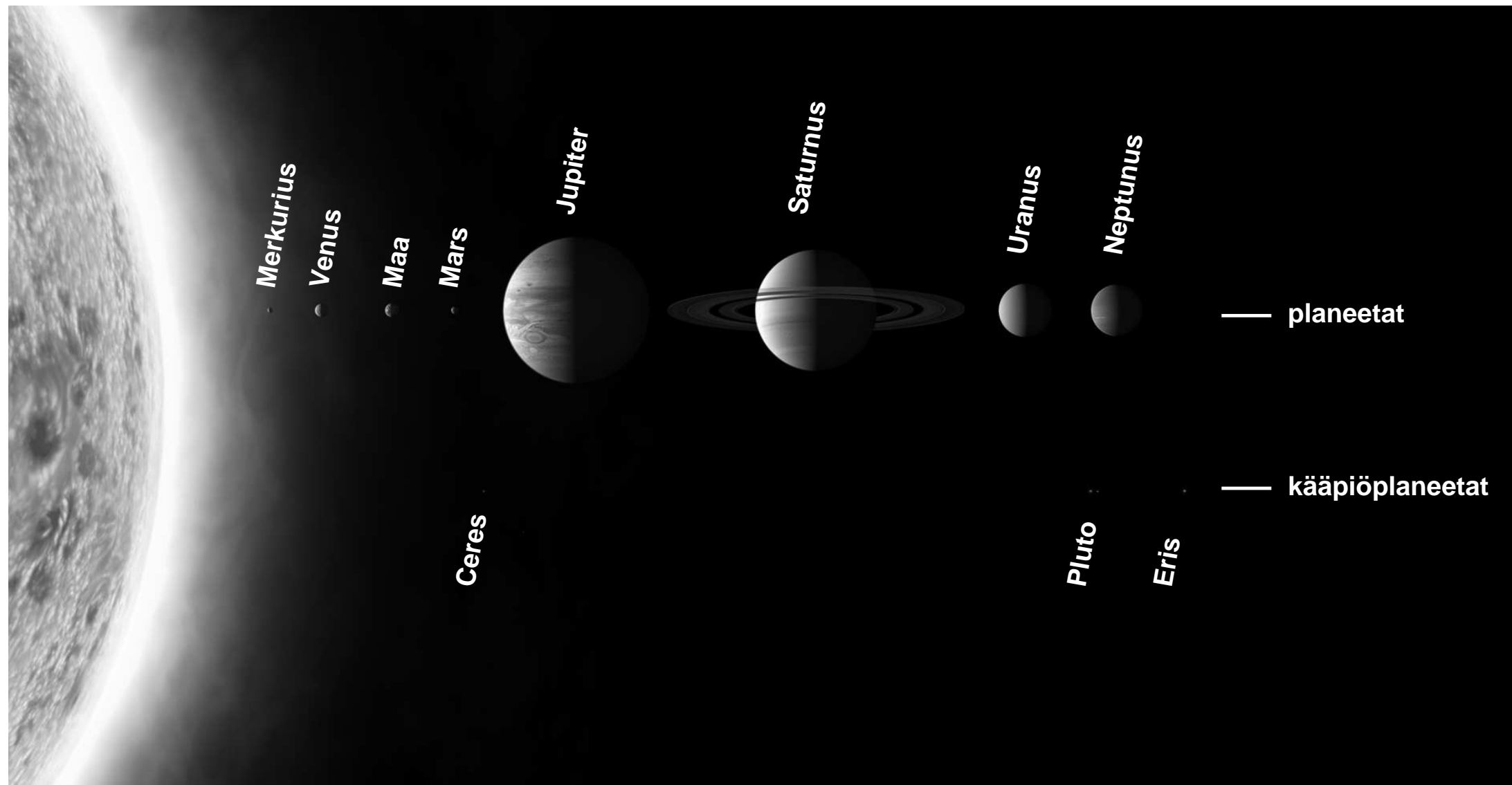
Pimeää energiaa 73 %.

Mitä pimeä energia oikein on? Hyvä kysymys!

Planeetat

Näyttävät liikkuvan tähtien suhteen. Omaan aurinkokuntaamme kuuluvia kohteita, jotka loistavat vain heijastamalla Auringon säteilyä.

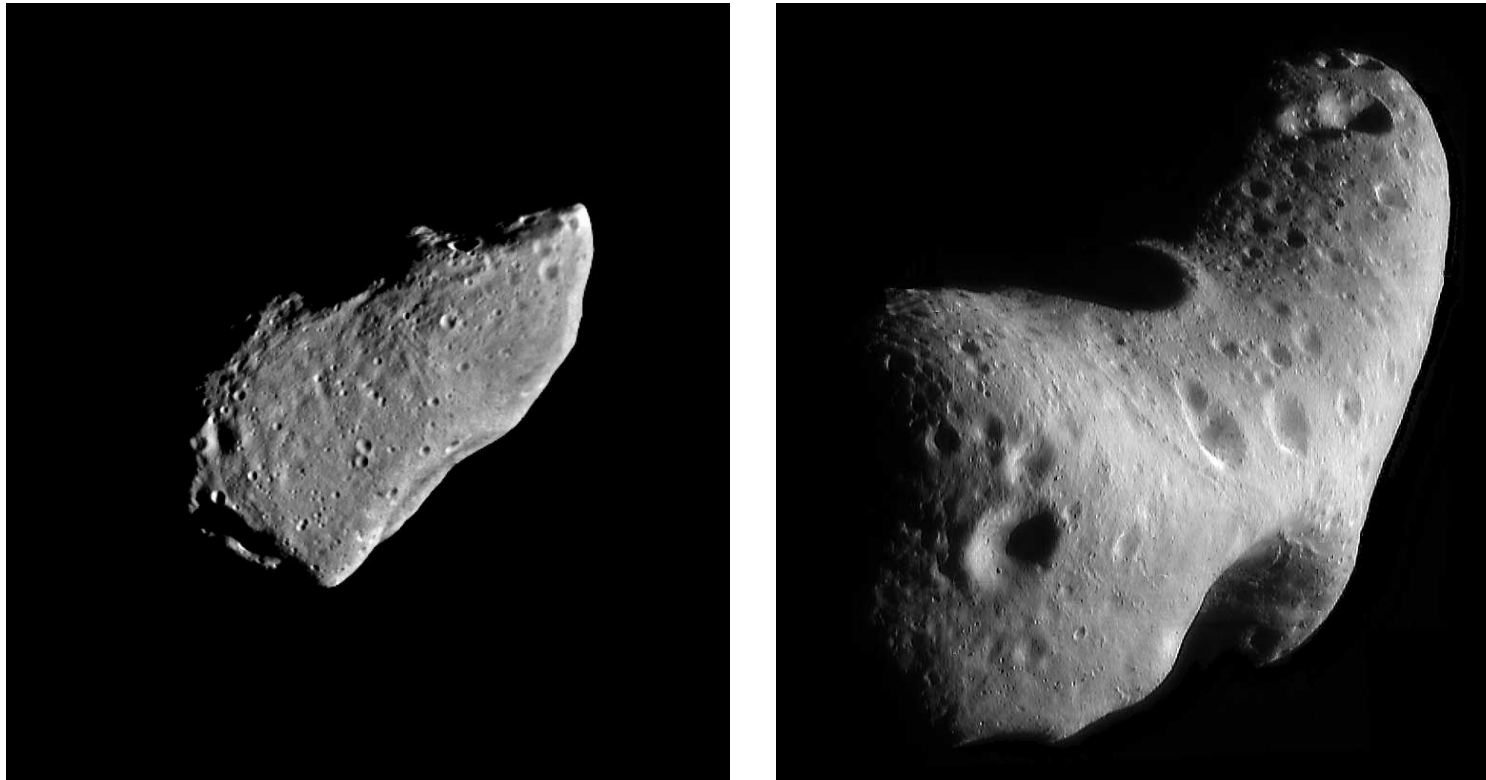
Antiikin aikoina tunnettiin viisi planeettaa, Merkurius, Venus, Mars, Jupiter ja Saturnus. Kaukoputken keksimisen jälkeen on löydetty Uranus ja Neptunus.



Pienkappaleet

Kääpiöplaneetat: planeettoja pienempiä. Tällä hetkellä tunnetut: Ceres, Pluto, Eris, Haumea, Makemake.

Asteroidit: vielä pienempiä kappaleita, useimmat muodoltaan epämääräisiä.



Asteroidi Gaspra vasemmalla ja Eros oikealla.

Komeetat: ”likaisia lumipalloja”, aurinkokunnan rakennusjätettä.

Aurinkokunnan ulkolaidoilla Oortin pilvessä suuri komeettojen varasto, josta niitä tulee ajoittain Auringon lähelle. Planeettojen häiriöt voivat muuttaa rataa niin, että komeetasta tulee jaksollinen.



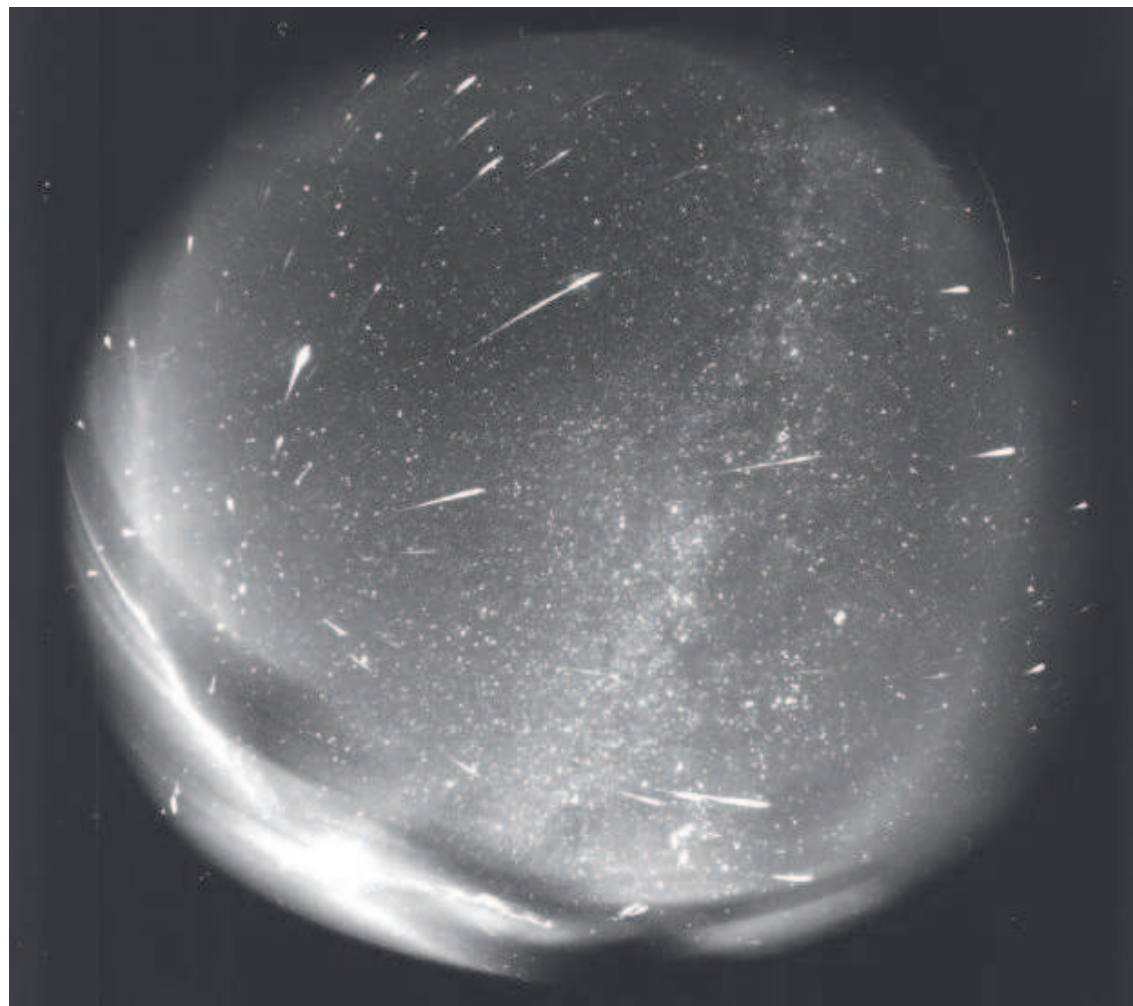
Halley'n komeetan kiertoaika on noin 75 vuotta. Lowell Observatorion kuva vuodelta 1910.

Meteoroidit: kaikkein pienimpiä kappaleita.

Osuaan Maan ilmakehään nähdään meteorina.

Meteoriitti on maanpinnalle tullut meteoroidi.

Meteoriparven meteorit näyttävät tulevan samasta suunnasta, radiantista. Tavallisesti jostakin komeetasta murentunutta ainetta.

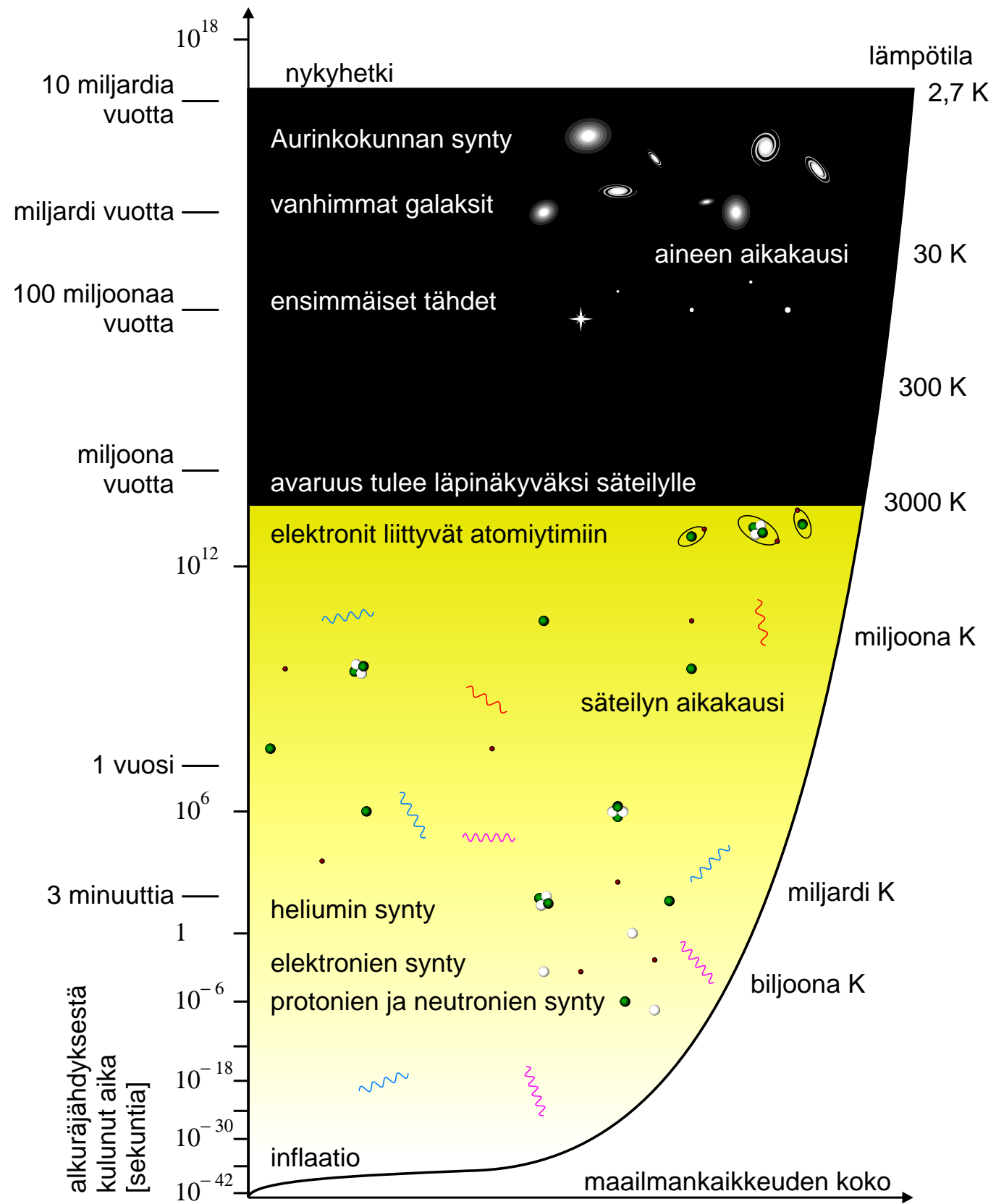


Leonidien meteoriparven meteoreja 1998.

Maailmankaikkeuden kehitys

Maailmankaikkeus sai alkunsa 13.7 miljardia vuotta sitten tapahtuneessa alkuräjähdyksessä. Aina siitä saakka maailmankaikkeus on jatkanut laajenemistaan. Uusimmat havainnot näyttävät viittaavan siihen, että laajeneminen jatkuu ikuisesti, jopa kiihtyvällä nopeudella.

Alkuräjähdyksessä syntyi kaikki vety ja suurin osa heliumista. Alkuräjähdyksen jälkihehku näkyy meille heikkona mikroaaltosäteilynä.



Kaukoputket

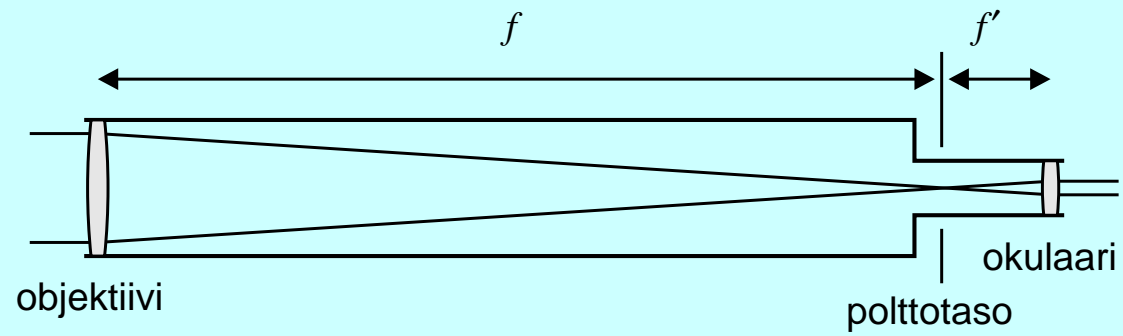
Tärkein tehtävä koota mahdollisimman paljon valoa, jotta voidaan nähdä himmeitä kohteita.

Valoa kokoava objektiivi voi olla linssi tai peili.

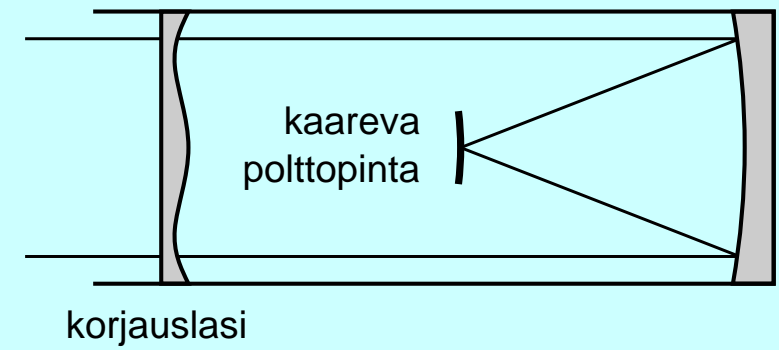
Periaatteessa kaukoputki on vain suuri ja pitkäpolttovälinen teleobjektiivi.

Tavallisin ilmaisin on nykyisin CCD-kamera.

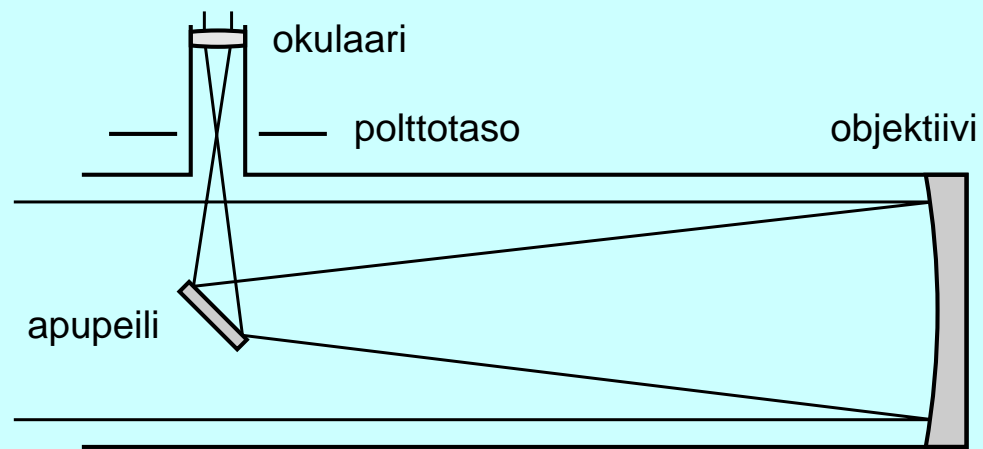
Linssikaukoputki



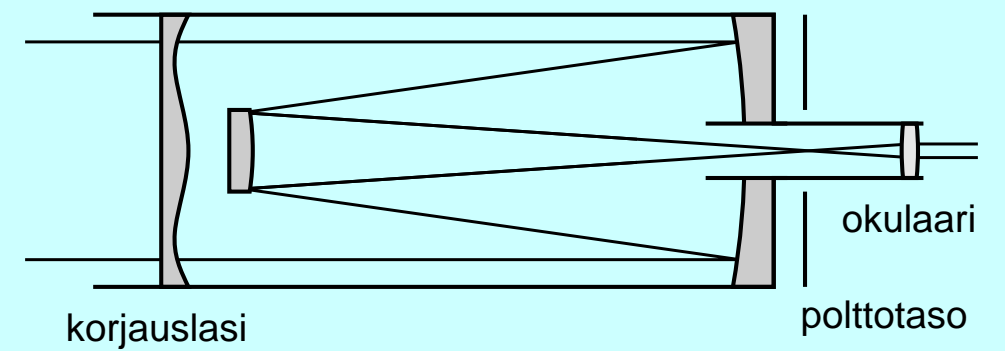
Schmidt-kamera



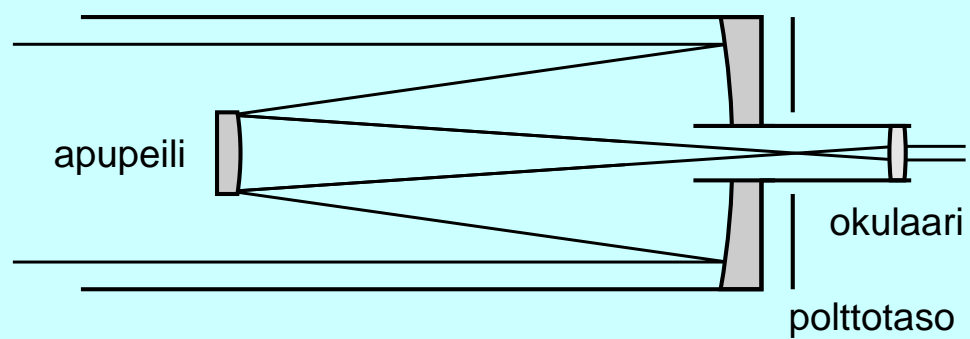
Newton-kaukoputki



Schmidt-Cassegrain



Cassegrain-kaukoputki



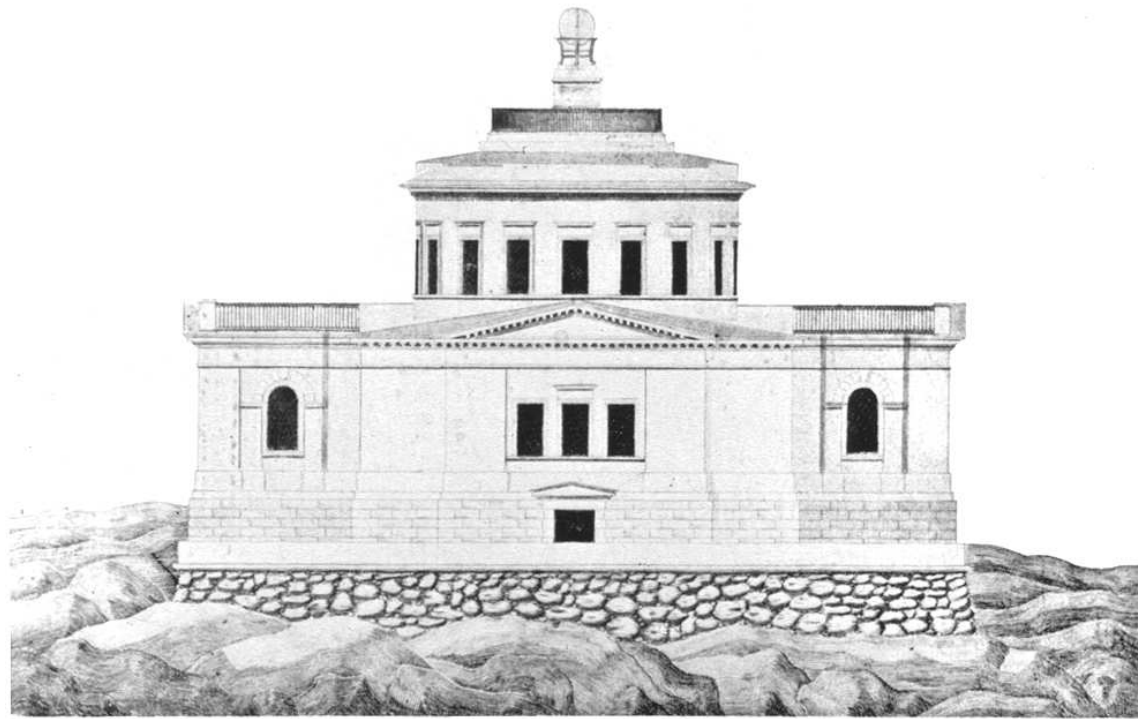
Turun tähtitieteen historiaa

Turun Akatemia 1640.

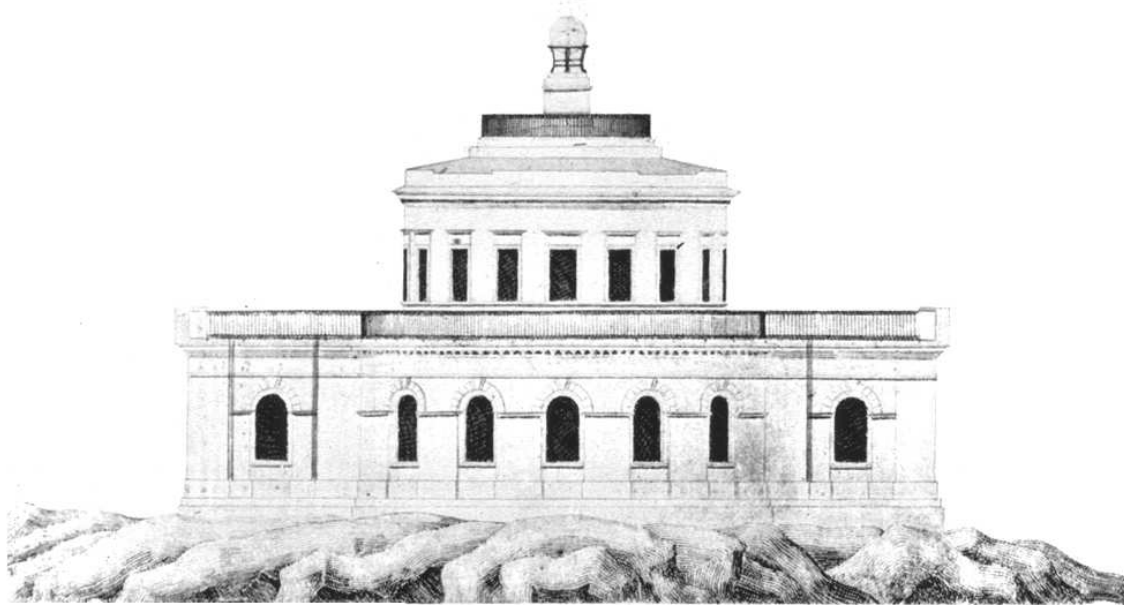
1736–1737 ed Maupertuis'n retkikunta mittasi Maan muotoa Tornionjokilaaksossa \Rightarrow suomalaisen geodesian alku.

Vartiovuoren observatorio 1817–1819 Engelin suunnitelman mukaan.

Friedrich Wilhelm August Argelander (1799–1875) observaattoriksi 1823.



Norra Façaden



Södra Façaden

γ Aquilen	52.35	14.35	19	38	35	55.6	15.5	24.0	30.9	41	20	16	14	17	13	336.49	10.2	43.8
α	13.5	92.8		42	53.6	14.0	33.7	29.0	31.0	37	33	34	29	28	28			47.6
β	41.7	1.6		17	41.9	42.2	2	30.0	30.0	37	7	27	27	20	22			

Hier wurden die Beobachtungen durch eine gewöhnliche Focussbrunn unterbrochen, die
 16d in Apoke' liegt.

Sept. 8. Das allerhöchste Nordlicht, was ich je gesehen habe; sieht (schem) 9 Uhr bis 10 Uhr
 ganz vollkommen; Krone im Süden, Südlicht von α . Die Strahlen scheinen in einem Fernel
 der von Südwest nach Ostging bis zu einer Krone heran mit einem zitternden Licht, wie
 wenn der Flecken, oft aber ganz abgeändert von einander. So etwas ist aber nicht zu
 beschreiben.

Sept. 9. Wieder Nordlicht, viele Strahlen, aber gar nicht hoch, von 9 bis 10^u.

δ Aurigae	—	7.7	5	36.4	35.5	33.8	24.9	33.6	76	55	35	33	32	32				alt. verb.	
δ Orionis	47.6	7.6		46	28	48.7			76	1	57	56	54	55					
β Aurigae	—	—		47	31.2	59.9	27.55	30.0	28.0	76	1	57	56	54	55				
γ Draconis	—	—		53			18.3	29.4	28.3	159	33	14	9	9	13	V.	335.95	11.1	51.0
κ Aurigae	15.4	37.9	6	5	1.4	24.7	47	30.0	27.9	60	40	23	19	15	17	IV			
δ Ursae min.	17	21.5	21	57				30.1	27.7	121	30	29	22	21	28				
								30.1	27.4			38	31	32	24				
								30.3	27.1			41	35	38	42				
								30.1	27.3			41	36	38	42				
								30.1	27.1			28	21	24	27				
δ Draconis	—	15.5	7	13	3.3	1.2	51.2	30.1	27.0	147	43	38	31	24	38				
δ II per. sey.	—	48		21	11.9	36	57.25	29.1	27.7	67	26	36	32	31	32				
β II	36.6	57.15		35	11.65	45.7	7.9	29.3	27.1	57	33	23	17	14	17				
δ Ursae min.	47	45.9	5	16	28.2	10.5	51.2	29.0	27.1	92	23	35	33	32	33				

δ Aurigae	—	—	11	11	—	—	1.8	27.3	27.6	36	2	41	—	36	—			
δ II	—	—		13	—	—	10.05											

Sept. 10
 Tinten 1.8 Ost vom Zeichen.
 Obj. J. (H.N) 24.8. 34.4 = 4.8 N. (H.S.) 28.9. 31.2 = 4.8 N. Obj. J. 3. 3. 6. W. (H.) 27.3. 34.0 = 3.35 N. (H.S.) 26.8. 34.1 = 4.15
 25.1. 34.5 = 4.7. 28.4. 32.1 = 4.8. — N. 3. 6. 8. — 27.1. 34.2 = 3.55. — 27.3. 34.6 = 3.65
 1.75 W. 28.7. 32.1 = 1.7. — 3.42 W. — 3.15 N. — 3.4 N.

4.9.1827 Turun palo.

Pääkaupunki siirrettiin Helsinkiin, samoin observatorio.

Engelin suunnittelema rakennus valmistui 1834.

- Carte du Ciel -valokuvausprojekti
- Sundman: kolmen kappaleen probleeman ratkaisu

Turun yliopisto 1920

1924 Yrjö Väisälä fysiikan professoriksi.

- Havaintoja Iso-Heikkilässä, erityisesti asteroidien etsintää.
- Optiikan valmistusta.
- Merkittävimmät työt geodesiassa.
- Kvartsimetrit, pituuksien vertailu valon interferenssin avulla. Aikanaan maailman tarkimmat metrimittat.
- Interferometriaan perustuva keino mitata pitempiä perusviivoja.
- Satelliittigeodesian idea.

1950-luvulla toiminta siirtyi Tuorlaan.

– Kalliotunneli optisia kokeita varten.

– Sen yläpuolella torni teleskooppia varten; aluksi 40 cm:n Schmidt, 1980-luvulla Suomen suurin peiliteleskooppi (1 m)

Toimistotiloja laajennettu myöhemmin kahteen otteeseen.

Nykyisin osa Turun yliopiston fysiikan ja tähtitieteen laitosta.

Tuorlassa työskentelee noin 50 henkeä. Tutkimuskohteet vaihtelevat aurinkokuntamme lähiympäristöstä tähtiin ja kaukaisimpiin kvasaareihin. Työhön kuuluu havaintoja ja niiden käsittelyä, mutta myös teoreettista tutkimusta.

Havaintoja tehdään Tuorlan lisäksi Kanarian NOT-teleskoopilla ja Euroopan eteläisen observatorion ESO:n teleskoopeilla Chilessä.



Opteon oy

Yksityinen optiikkaa valmistava yhtiö.

Kanarian La Palmalla sijaitsevan yhteispohjoismaisen NOT-teleskoopin 2.5 metrin peili.

Herschel-satelliitin 3.5 metrin peili; piikarbidia, hyvin ohut ja voimakkaasti kaareva. Satelliitti laukaistiin toukokuussa 2009.

Planetaario sijaitsee rakennuksessa, jossa Herschelin peili hiottiin.