



Linnunradan rakenne

FYS2053, 5 op, syksy 2022

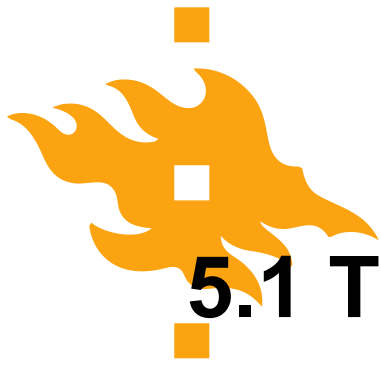
D123 Exactum

**Luento 5: Linnunradan yleisrakenne I, kiekko,
avoimet tähtijoukot ja sumut 03/10/2022**



Tällä luennolla käsitellään

1. Auringon lähiympäristö ja eri tähtityyppien jakauma Linnunradan kiekossa.
2. OB-tähdet, assosiaatiot ja avoimet tähtijoukot: määritelmät, etäisyydet ja kirkkaudet.
3. Spiraalihaaraindikaattoreita, Linnunradan havaittu spiraalirakenne.
4. Tähtien jakauma z-suunnassa ja Linnunradan tähtipopulaatiot.
5. Linnunradan sumumaisten kohteiden luokittelu: Planetaariset sumut, supernovajäänteet, diffuusit sumut, pimeät sumut sekä molekyylipilvet.
6. Vastaa soveltuvin osin: **M:** sivut 50-63
S&E: sivut 89-92, 106-111, 123-125, 201-210
B&M: sivut 377-392



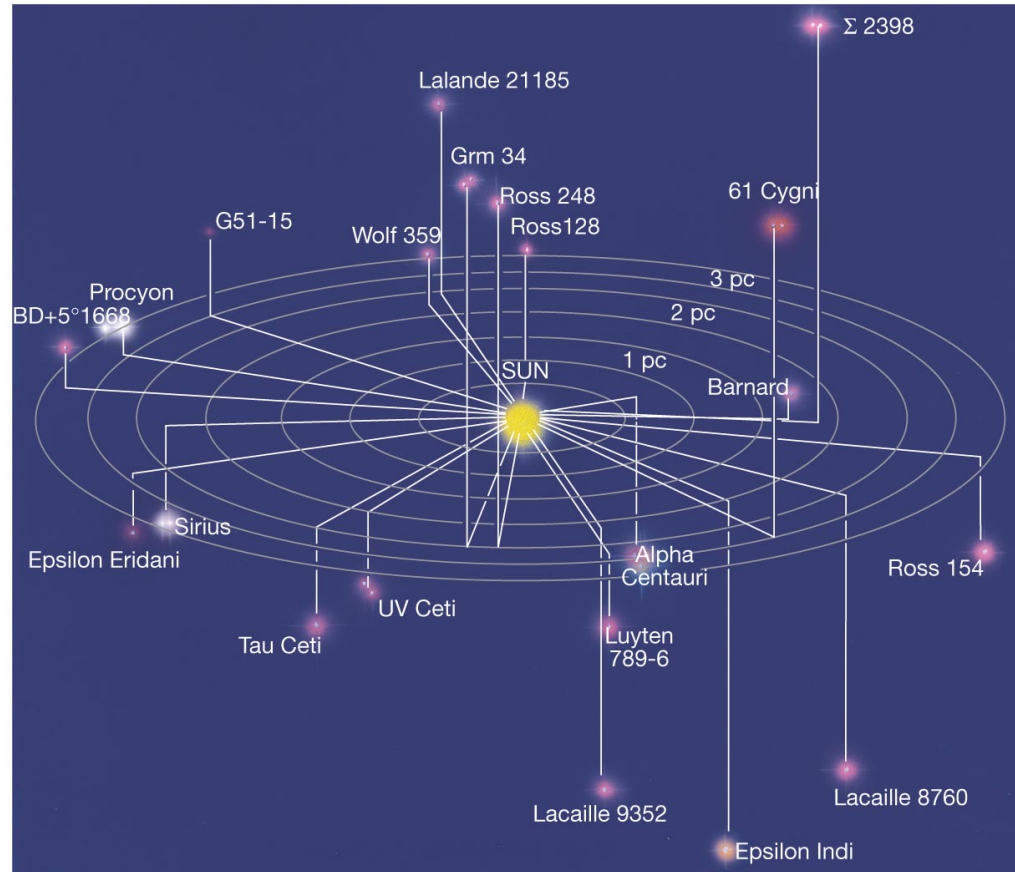
5.1 Tähtien jakauma Linnunradan tasossa

- Tähtitiheys $D_S(r)$ etäisyyden r funktiona eri spektriluokille S voidaan määrätä eri suunnissa Linnunradan tasossa käyttäen niitä menetelmiä joita esiteltiin edellisellä luennolla.
- Pääsääntöisesti tähtijakaumat voidaan määrätä myöhäisille B-luokan ja sitä myöhäisemmän spektriluokan tähdille. O-luokan ja varhaisen B-luokan tähdet ovat liian harvinaisia, jotta niiden tiheyttä voisi arvioida tilastollisia menetelmiä käyttäen.
- Kuten viime luennolla mainittiin tähtitiheyslaskut toimivat parhaiten kun tähdet jaetaan kapeisiin spektri- ja luminositeettiluokkiin. Lisäksi tähtienvälinen ekstinktio täytyy määrätä.
- Havaintotyö on työlästä. Parempi tarkkuus saadaan spektreillä, mutta yleensä käytetään käytännön syistä värihavaintoja mittaamalla tähtien magnitudit useassa eri kaistassa.



Auringon lähiympäristö

- Suurin osa Auringon välittömässä lähiympäristössä olevista tähdistä on punaisia kääpiötähtiä. Lisäksi viime vuosina on löytynyt enenevässä määrin ruskeita kääpiöitä.
- Läheisimmät kirkkaat tähdet ovat Auringon kaltaiset α Centauri A (G2V) ja α Centauri B (K1V), sekä Aurinkoa kuumemmat tähdet Sirius (A1V) ja Procyon (F5V), joilla molemmilla on valkoiset kääpiöt kumppaneina.



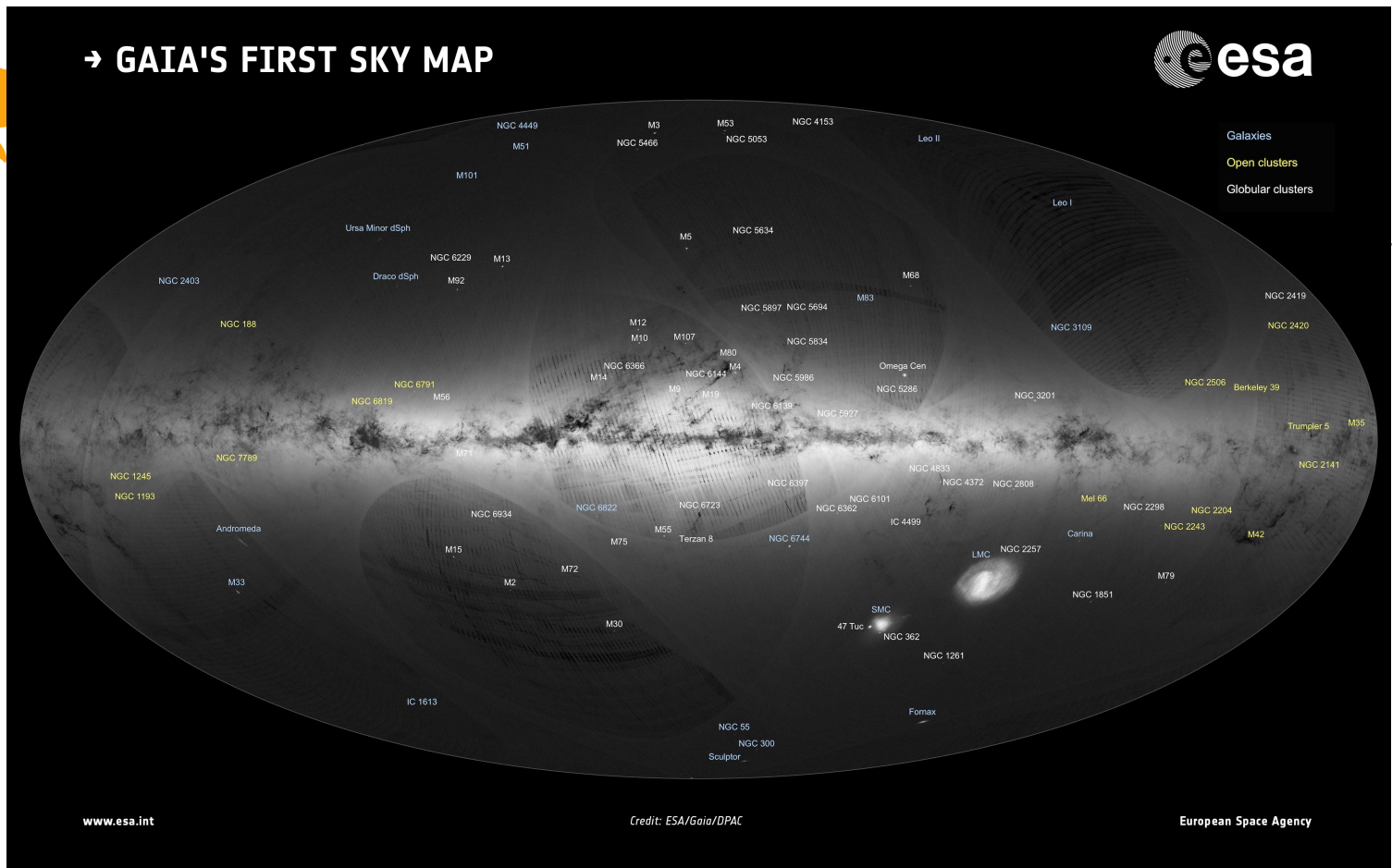
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.



Linnunradan yleisrakenne ennen GAIA: havaintoja

- Ennen GAIA:n havaintoja, Linnunradan yleisrakenteesta oli vaikea saada tarkkaa kuvaa (katso esim. kuvat Mattilan vanhasta luentomonisteesta sivulta 53). Vanhojen havaintojen avulla päädyttiin seuraaviin tuloksiin:
- B5-, B8-A0 ja F8- K3 tähdillä jotkut tihentymät sijaitsevat paikallisessa spiraali-haarassa, mutta toiset konsentraatiot taas spiraalihaarojen välissä. Yhteys spiraalirakenteeseen ei ole täysin selvä.
- A2-A5 ja F0-F5 tähdillä esiintyy keskittymä auringon ympäristössä. Tähtitiheys pienenee auringosta katsottuna kaikissa suunnissa. Tämä on havaintotekniikasta johtuva näennäinen ilmiö
- F8 III-K3 III jättiläisillä esiintyy tiheysmaksimi suunnilleen $l=135^\circ$ suunnassa $r=100-500$ pc päässä.
- Esitetyistä havainnoista puuttuu tähtiä suurilla etäisyyksillä, joten emme saa kovin hyvää yleiskuvaa Linnunradan rakenteesta.

GAIA:n tarkka tähtikartta



- GAIA:n avulla saadaan kuusi-ulotteinen tarkka kartta koko Linnunradasta: Tähtien (α, δ) -paikat taivaalla, etäisyydet (r) , (α, δ) -suuntaiset ominaisliikkeet, radiaalinopeudet, sekä tähtien kirkkaudet ja spektriluokat.



5.2 OB-tähdet ja avoimet tähtijoukot

Sp	M_V	$r = 1$	2	4	10 kpc
O5 V	-5.6	$m = 3.4$ (5.4)	4.9 (8.9)	6.4 (14.4)	8.4 (28.4)
B0 V	-4.4	5.6 (7.6)	7.1 (11.1)	8.6 (16.6)	10.6 (39.6)
A0 V	+0.7	10.7 (12.7)	12.2 (16.2)	13.7 (21.7)	15.7 (35.7)
G0 V	+4.4	14.4 (16.4)	15.9 (19.9)	17.4 (25.4)	19.4 (39.4)

Huom! (39.6)
väärin, oikea
arvo tulisi olla
(30.6).

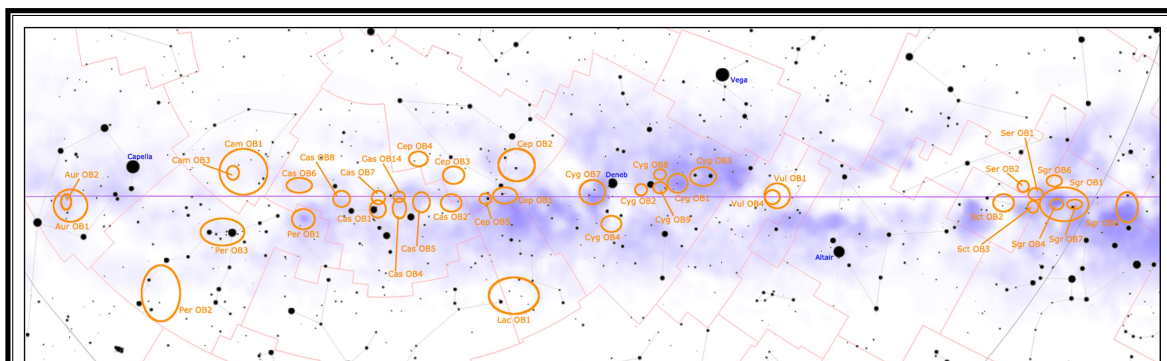
$$m_V = M_V + 5 \log(r/10 \text{ pc}) + A_V$$

- Linnunradan yleisrakennetta on mahdollista tutkia absoluuttisesti hyvin kirkkaiden kohteiden avulla.
- Taulukossa m_V , kun $A_V=0$ (suluissa m_V kun $A_V=2^m/\text{kpc}$). Havaintorajat perinteiselle objektiiviprismalle ($m_V \leq 13^m$) ja kolmiväri-fotometrialle ($m_V \leq 20^m$), GAIA ($m_V \leq 21^m$).

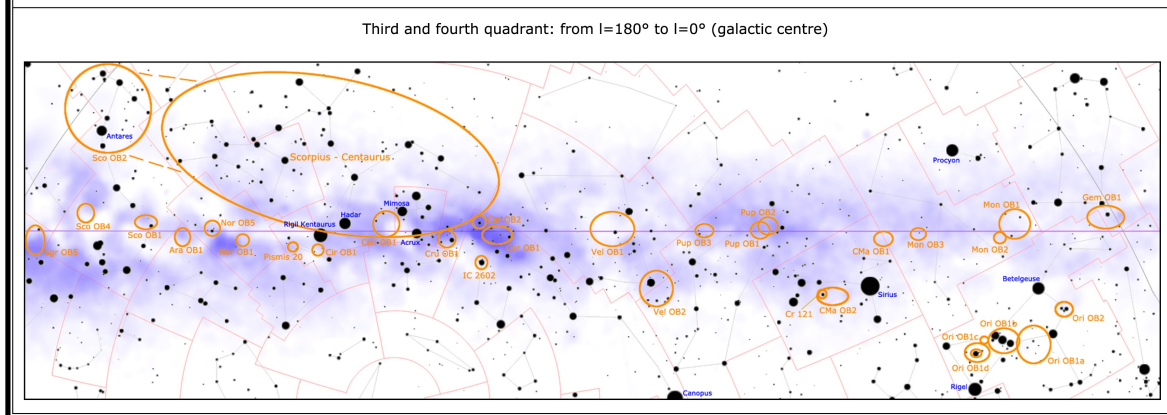


OB-assosiaatiot

- Kirkkaat OB-tähdet syntyvät molekyylipilvissä ja muodostavat syntymänsä jälkeen yleensä löyhän 10-100 tähden OB-assosiaation.
- Assosiaatiot eivät ole painovoimalla sidottuja järjestelmiä. Tähdet erkanevat toisistaan ja karkaavat ajan myötä.
- Assosiaatiot ovat nuoria rakennelmia, O-tähtien pääsarja-ikä on vain muutama miljoonaa vuotta ja B-tähdillä muutamia kymmeniä miljoonia vuosia.



First and second quadrant: from $l=0^\circ$ (galactic centre) to $l=180^\circ$



Third and fourth quadrant: from $l=180^\circ$ to $l=0^\circ$ (galactic centre)

Linnunradan OB-assosiaatiot sijaitsevat pääsääntöisesti hyvin lähellä Linnunradan tasoa.



Avoimet tähtijoukot

- Avoimet tähtijoukot koostuvat tyypillisesti noin muutamista tuhansista tähdistä, jotka ovat kaikki suunnilleen samanikäisiä.
- Avointen tähtijoukkojen elinikä on tyypillisesti muutamia satoja miljoonia vuosia. Joukot ovat heikosti sidottuja ja painovoima- vuorovaikutukset Linnunradan molekyylipilvien ja muiden tähtien kanssa hajottavat niitä hiljalleen.
- Syntymänsä jälkeen kirkkaiden tähtien tähtituulet, sekä supernovat heittävät ylimääräisen kaasun ulos joukosta.



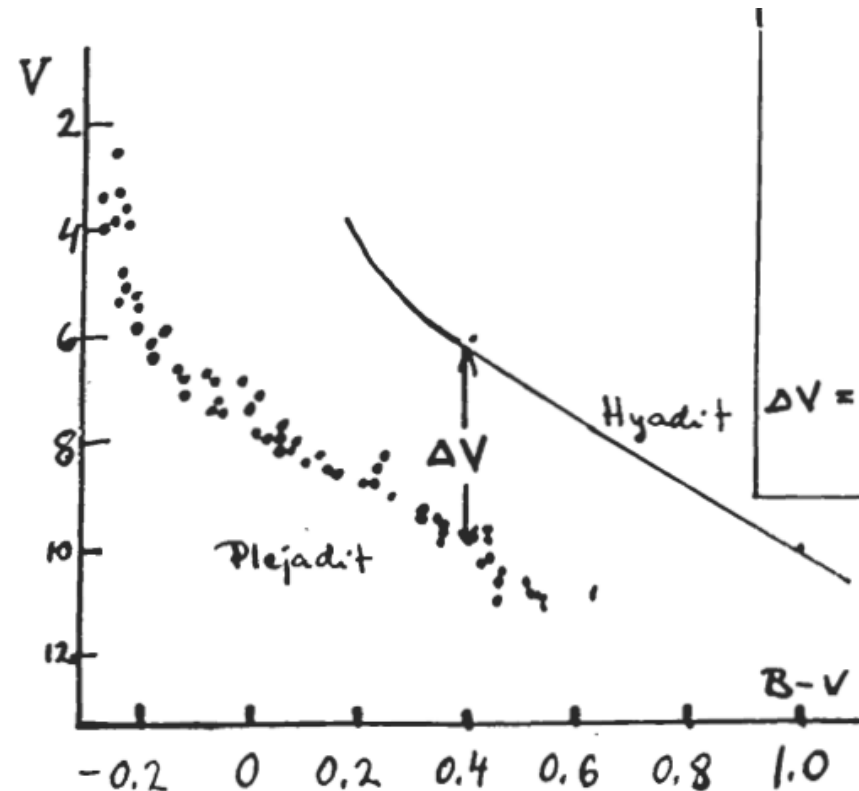
Kaksoistähtijoukko Perseuksen tähdistössä. Linnunradassa tunnetaan noin 1100 avointa tähtijoukkoa. Myös havaintoja muissa kierteisgalakseissa.



Avoimien tähtijoukkojen etäisyydet I

- Määrätään ensin meitä lähimmän tähtijoukon (Hyadien) tarkka etäisyys (46.3 pc) käyttäen esim. liikkuvien tähtiryhmien menetelmää.
- Muiden tähtijoukkojen etäisyys saadaan sovittamalla yhteen pääsarjat.
- Pääsarjan yläpäätt poikkeavat eri joukoilla toisistaan riippuen tähtijoukon iästä. Sen sijaan pääsarjojen alapään tähdet eivät ole vielä ehtineet kehittyä pois "nollaiän pääsarjalta".

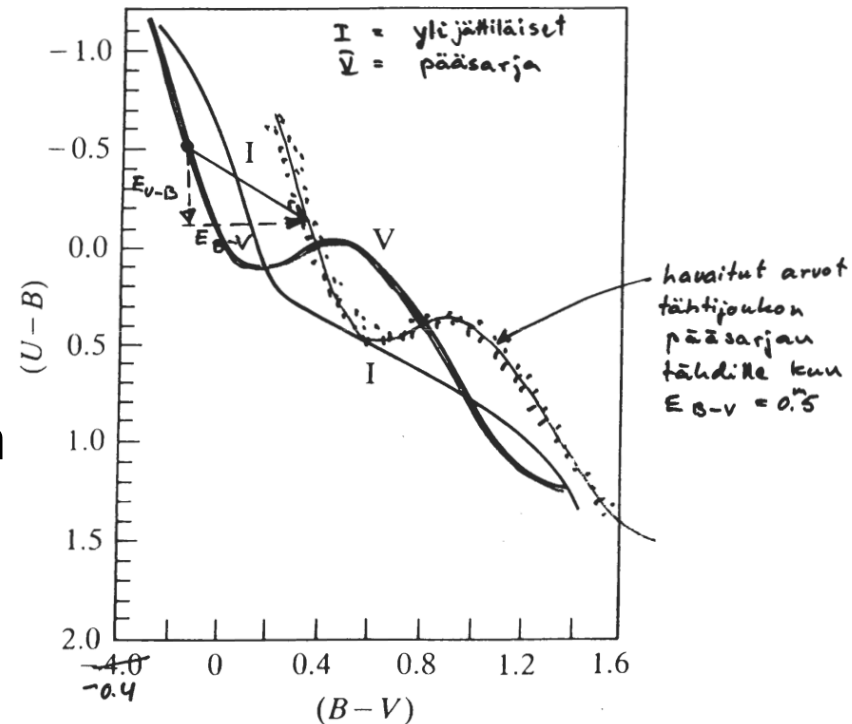
$$\Delta V = V_{\text{Plejadit}} - V_{\text{Hyadit}} = 5 \log(r_P / 46.3 \text{ pc})$$





Avoimien tähtijoukkojen etäisyydet II

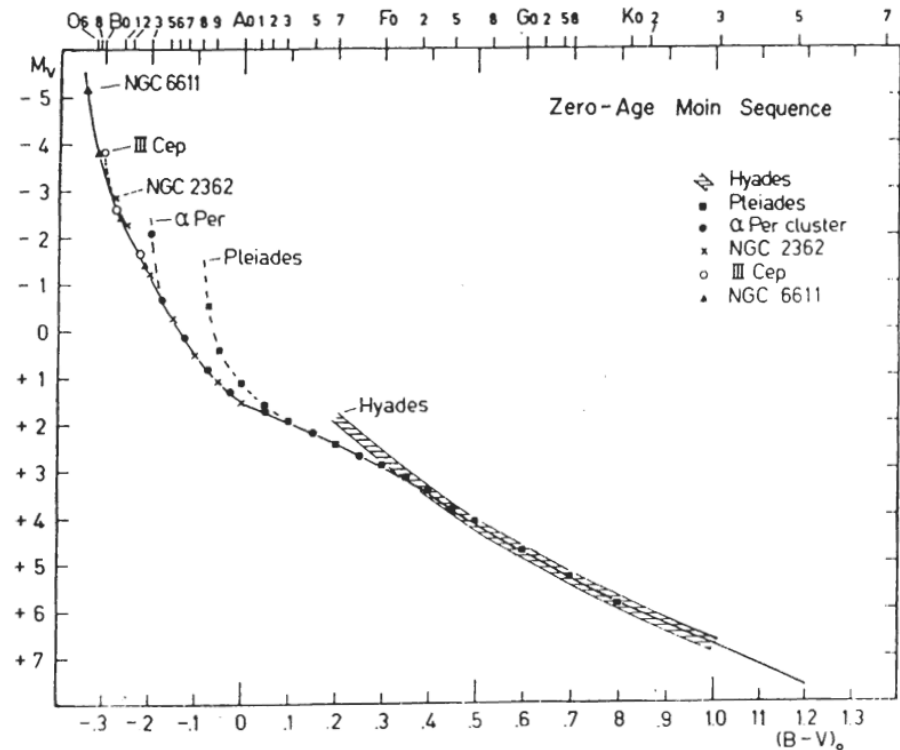
- Ekstinktion vaikutus ilmenee sekä V-akselilla että B-V-akselilla, ts. tähtijoukon pääsarjaa on siirrettävä sekä pysty- että vaakasuunnassa.
- Tähtijoukon havaittu 2-väri-diagramma siirretään "reddening" viivaa pitkin kunnes se yhtyy "nollaiän pääsarjaan".
- Vaakasuora siirros E_{B-V} , pystysuora siirros $E_{U-B} \rightarrow A_V = 3.1 E_{B-V}$.
- Uusi vaakakseli $(B-V)_0 = (B-V) - E_{B-V}$ ja pystyakseli $V_0 = V - A_V$.





OB-tähtien luminositeetit

- OB-tähtiä ei esiinny Auringon lähimmässä ympäristössä ($r \leq 25$ pc) -> ei tarkkoja parallakseja (**Huom. ennen GAIA-missiota**).
- Nuorissa avoimissa joukoissa esiintyvien OB-tähtien etäisyydet saadaan määrättyä pääsarjasovituksella.
- Yhdistetään pääsarjat samaan kuvioon. Nyt voidaan havaita spektriluokat tässä esiintyville tähdille ja saada absoluuttiset M.



Nuorimpien tähtijoukkojen pääsarjoilla kirkkaat tähdet eivät ole vielä ehtineet kuolla.



OB-assosiaatioiden ja avoimien joukkojen jakauma

- OB-assosiaatiot ovat usein yhteydessä lähellä olevaan avoimeen tähtijoukkoon.
- Assosiaation yhteydessä on usein HII-alue (kuuma tähden ympärille muodostunut ionisoituneen vedyn alue).
- HII-alueiden etäisyydet saadaan niiden keskustähtien avulla.
- OB-tähtien jakaumasta voi jo hahmottaa kolme spiraalihaaraa.

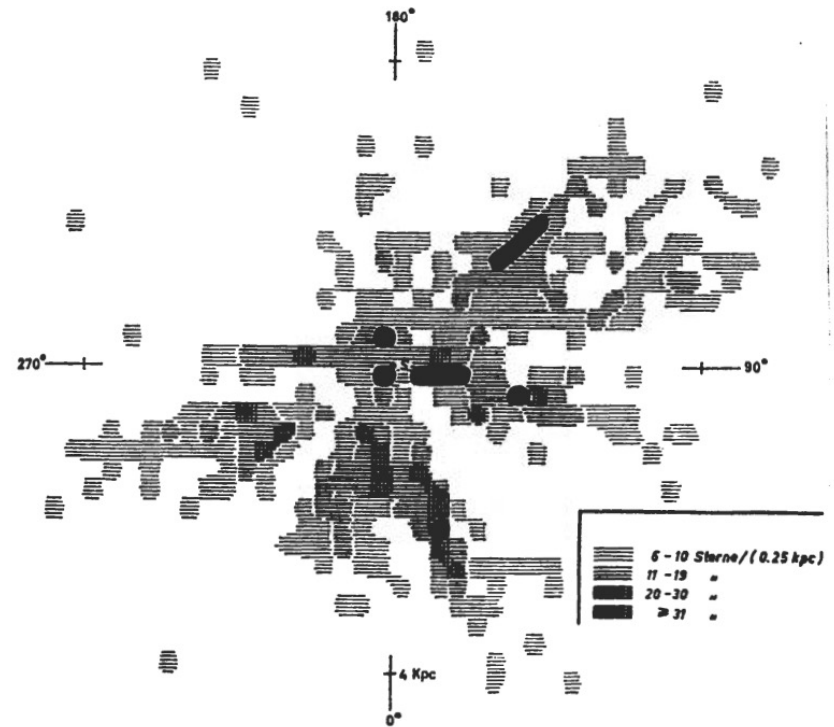
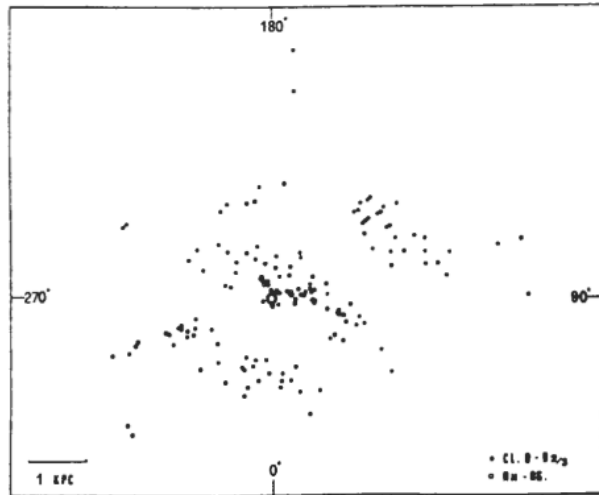


Abb. 4. Verteilung der 5088 OB⁺- und OB^{*}-Sterne und weiterer 1090 OB-Sterne bekannten MK-Spektraltyps in der galaktischen Ebene



Nuorten ja vanhojen tähtijoukkojen jakaumat



Space distribution of young galactic star clusters (●) and H II regions (○) in the galactic arms of three spiral arms can be seen, the local arm (0), the Perseus arm (+I) and the Carina-Sagittarius-Scutum arm (-I). The position of the sun is (○).

Kuva 1

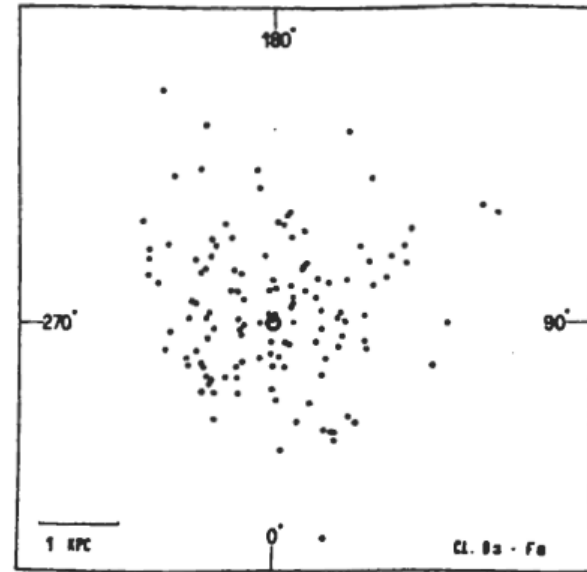


Fig. 3. Space distribution of the old galactic star clusters.

- Merkkejä Linnunradan spiraalirakenteesta on havaittavissa vain nuorten tähtijoukkojen jakaumasta, vanhemmista avoimista joukoista ei voida havaita spiraalirakennetta. Nuorten tähtien iät alle 20 miljoonaa vuotta -> ne ovat syntyneet spiraalihaaroissa.



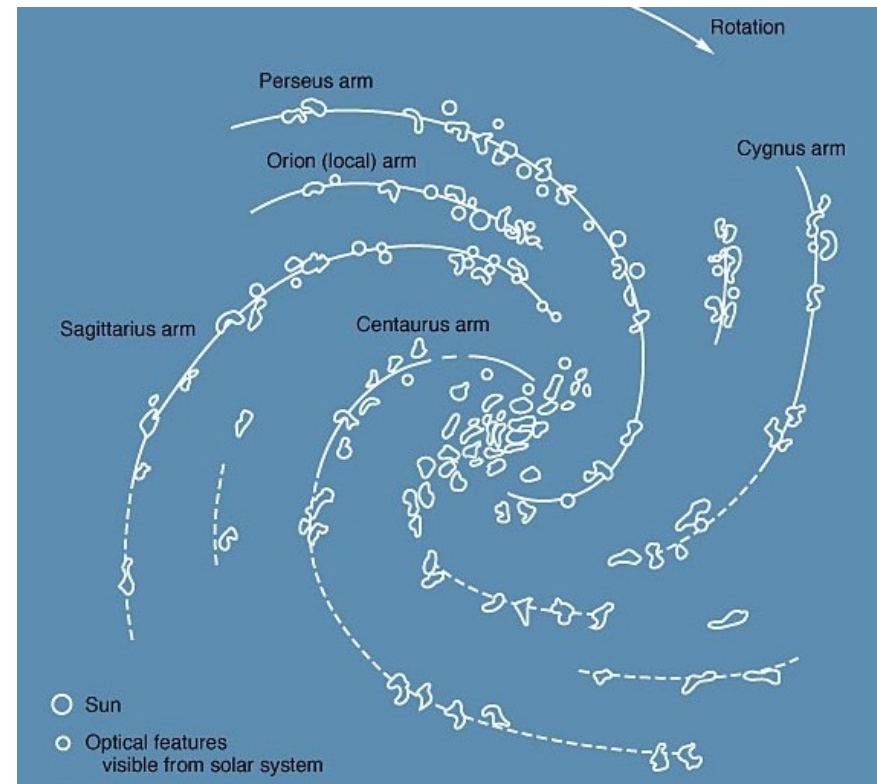
Spiraalihaaraindikaattoreita

- Andromedan galaksin emissiosumut ja OB-tähdet selvimmin keskittyneitä spiraalihaaroihin. Ehdotus (Baade 1951): Linnunradan spiraalihaaroja voi tutkia käyttäen näitä kohteita.
1. O ja B tähdet (B1-B2 asti), avoimet tähtijoukot, assosiaatiot.
 2. HII-alueet.
 3. Interstellaariset pilvet- absorptioviivat, pimeät sumut.
 4. Kirkkaat kefeidit ($P > 13^d$, $M_V \leq -4.5$) ja M-ylijättiläiset.
 5. Nuoret kuumat Wolf-Rayet tähdet (nämä tähdet ovat menettäneet ulkokerroksissa olevan vedyn).
 6. Vedyn 21cm emissioviivaprofiilit.
 7. Molekyylipilvet, erityisesti hiilimonoksidin CO ($\lambda = 2.6$ mm) viiva.



Spiraalihaaraindikaattoreita

- Tällä hetkellä ei ole olemassa täyttä yksimielisyyttä siitä montako spiraalihaaraa Linnunradalla on, nimetkin voivat vaihdella lähteestä riippuen.
- Haarat laahaavat perässä kun Linnunrata pyörii (trailing arms).
- +I Perseushaara.
- 0 Orion haara (paikallinen haara).
- -I Sagittariushaara
- -II Norma-Centaurushaara
- -III Cygnus ulkohaara (epävarma)



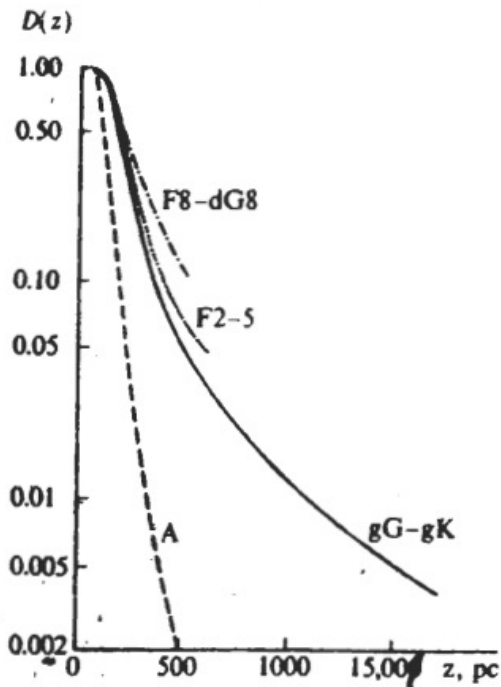


5.3 Tähtien jakauma korkeilla galaktisilla leveyksillä

- Korkeilla leveyksillä $|b| \geq 20^\circ$ interstellaarinen ekstinktio ei häiritse. Näissä suunnissa on mahdollista havaita läpi koko Linnunradan.
- Havaitut jakaumat riippuvat hyvin voimakkaasti spektriluokasta:
 1. Varhaiset spektriluokat O,B,A ovat voimakkaasti keskittyneet Linnunradan tasoon.
 2. Myöhemmät spektriluokat F,G,K heikommin keskittyneet Linnunradan tasoon nähden.
- Havaittua tähtitiheyttä voidaan melko hyvin esittää z-suunnassa funktiolla:
$$D_s(z) = D_s(0)e^{-|z|/\beta_s}$$
- Tässä β_s on kullekin spektriluokalle ominainen tähtikerroksen efektiivinen paksuus.



Tuloksia jakaumalle z-etäisyyden funktiona



Object	β (pc)	Characteristic population
O	50	I
B	60	I
A	115	I
F	190	Mixed
dG	340	Mixed
dK	350	Mixed
dM	350	Mixed
gG	400	Mixed
gK	270	Mixed
Interstellar HI gas	125	I
Cepheid variables	50 45	I
Galactic clusters	80	I
Novae	200	Disk I:
Planetary nebulae	260	Disk II
RR Lyrae stars ($P < 0.5$ day)	900	Disk II
RR Lyrae stars ($P > 0.5$ day)	3000	Halo II
W Virginis stars (Population II cepheids)	2000	Halo II
Extreme subdwarfs	3000	Halo II
Globular clusters	4000	Halo II

- Tähtien z-jakauman paksuus on yhteydessä 1) tähtipopulaatioihin ja 2) tähtien liikkeisiin z-suunnassa ja siis täten myös galaksin painovoimakenttään.



Linnunradan tähtipopulaatiot I

- Linnunradan tähdet voi jakaa kahteen selkeään populaatioon, Pop I&II:
- **Populaatio I tähdet:** Pääsääntöisesti nuoria tähtiä, joiden metallipitoisuus on varsin korkea ($Z \sim Z_{\odot} = 0.02$). Tähdet ovat keskittyneet pääsääntöisesti lähelle Linnunradan tasoa ja liikkuvat lähes ympyräradoilla lähellä tätä tasoa.
- **Populaatio II tähdet:** Pääsääntöisesti vanhempia tähtiä, joiden metallipitoisuus selvästi Aurinkoa pienempi. Tähdet sijaitsevat kauempana galaksin tasosta ja liikkuvat keskimäärin suurimmilla z -nopeuksilla suuremmille z -etäisyyksille.
- **Populaatio III tähdet:** Maailmankaikkeuden ensimmäiset tähdet, äärimmäisen metalliköyhiä ja todennäköisesti hyvin massiivisia. Näitä tähtiä ei ole enää Linnunradassa ja niiden ominaisuudet eivät olet täysin tiedossa, koska suoria havaintoja niistä ei toistaiseksi ole.



Linnunradan tähtipopulaatiot II

	(Old) Halo Population II	Middle Population II	Disk Population	Older Population I	Extreme Population I
	Spheroidal Component		Disk Component		
Typical representatives	Subdwarfs, globular clusters, RR Lyr variables with $P > 0.4$ d, bright red giants		"Normal" stars in the central region and the disk, Planetary Nebulae, Novae, RR Lyr variables with $P < 0.4$ d		Bright blue OB stars, open star clusters and associations, interstellar matter
Mean distance from the galactic plane \bar{z} [pc]	2000	700	400	160	120
Average velocity perpendicular to the plane \bar{W} [km s ⁻¹]	75	25	18	10	8
Concentration towards the Galactic Center	strong		considerable		weak
Metal abundance ϵ relative to the Sun	$\simeq 10^{-3}$ to 1		mainly $\simeq 1$ ($\frac{1}{3}$ to 3)		$\simeq 1$
Age of the stars [10^9 yr]	$\simeq 12$ to 15		$\simeq 5$ to 10		$\lesssim 5$



5.4 Tähtienvälisen aineen sumurakenne

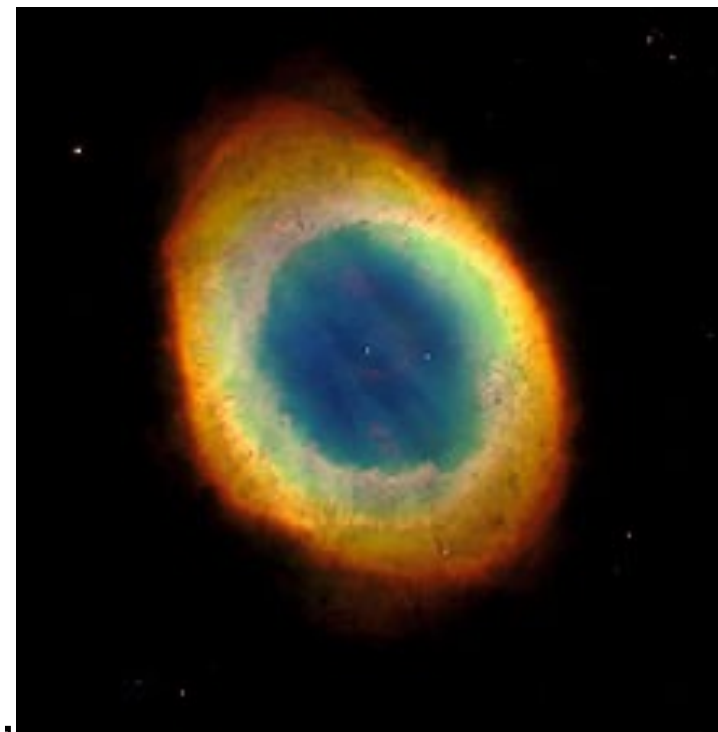
- Ensimmäiset Messierin tekemät luettelot 1700-luvulla listasi kaikki taivaan sumumaiset kohteet jotka eivät olleet komeettoja. Suurin osa näistä kohteista oli galakseja tai tähtijoukkoja (sekä pallomaisia että avonaisia tähtijoukkoja), mutta osa kohteista oli aidosti Linnunradassa sijaitsevia sumumaisia kohteita.
- Sumumaiset kohteet jaetaan kolmeen päätyyppiin:
 1. Diffuusit emissiosumut, jotka voivat olla joko HII-alueita tai heijastussumuja.
 2. Planetaariset sumut.
 3. Supernovajäänteet.



Planetaariset sumut



- Planetaariset sumut muistuttivat 1700-lopun tähtitieteilijöille Uranus-planeettaa, siitä tulee niiden nimitys.
- Punaiset jättiläistähdet menettävät elämänsä loppuvaiheessa paljon ainetta, joka leviää tähden ympärille episodisissa purkauksissa.
- Viimeisen purkauksen jälkeen punaisen jättiläisen kuuma ($T \approx 10,000\text{-}150,000\text{ K}$) ydin jää jäljelle valkoisena kääpiönä.
- Kuuma kääpiö ionisoi ympäröivän kaasun, joka loistaa erityisesti hapen kielletyssä [OIII]-viivassa (500.7 nm ja 495.9 nm).

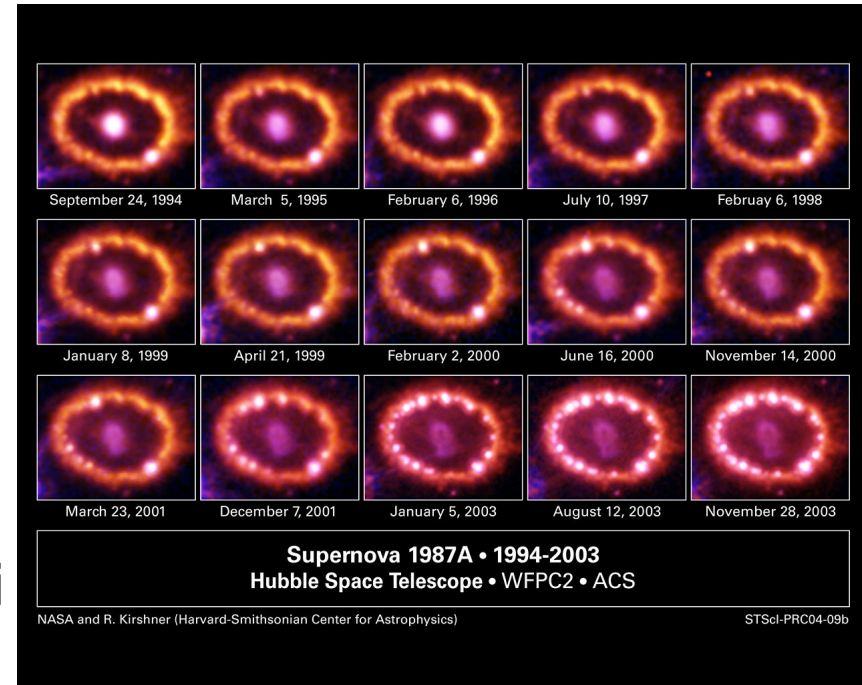


M57, Lyyran rengassumu. Sumut ovat näkyvissä vain joitakin kymmeniä tuhansia vuosia.



Supernovajäänteet

- Supernovaräjähdyksessä, tähden ulko-osat sinkoutuvat ulos suurella nopeudella, noin 10% valonnopeudesta.
- Aluksi ulosvirtaava aine etenee vapaasti, mutta vauhti hidastuu kun aine kohtaa ympäröivän tähtienvälisen aineen.
- Kuuma aine iskeytyy shokkimaisesti ympäröivään aineeseen aiheuttaen voimakasta säteilyä varsinkin röntgen-alueella. Lopulta jääne jäähtyy ja sekoittuu ympäröivään tähtienväliseen aineeseen.



Kuuluisa 1987 supernovajääanne. Shokkiaalto iskeytyy tähdestä aikaisemmin vuotaneeseen aineeseen. Jäänteet näkyvissä kymmeniä tuhansia vuosia.



HII-alueet

- Ionisoituneen vedyn alueita, eli niin sanottuja HII-alueita voi syntyä vain kuumien varhaisen spektriluokan tähtien ympärillä (B1 ja varhaisemmat tyypit).
- Tämän tyyppin tähdet säteilevät riittävästi vetyä ionisoivia fotoneita ($\lambda < 91.2$ nm, Lyman-rajaa).
- HII-alueissa vety rekombinoituu ja rekombinaatiossa syntynyt $H\alpha$ (3- \rightarrow 2) säteily havaitaan ($\lambda = 656.6$ nm) punertavana värinä.



Kuuluisa HII-alue, Rosetta-sumu Yksi-Sarvisen tähdistössä. Ionisoivat tähdet löytyvät HII-alueen keskeltä.

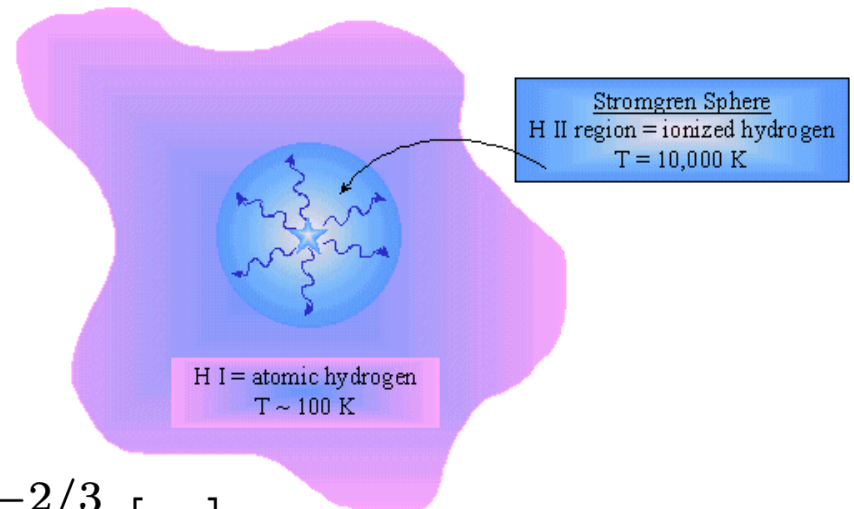


HII alueet jatkoa (Astrofysiikan peruskurssilla II lisää tästä aiheesta).

- HII-alueen koolle voidaan laskea karakteristinen koko, niin kutsuttu Strömngrenin pallo. Vety täysin ionisoitunutta pallon sisällä ja neutraalia sen ulkopuolella.
- Strömngrenin säteeksi saadaan:

$$r_S = 1.23 \times 10^{-7} \left(\frac{R_{\star}}{R_{\odot}} \right)^{2/3} N_L^{1/3} N_H^{-2/3} \text{ [pc]}$$

- R_{\star} on tähden säde, N_L ionisoivien fotonien lukumäärä/sekunti, N_H tähteä ympäröivän vedyn numerotiheys [cm^{-3}].



Kirkkaiden tähtien ympärillä HII-alue voi olla jopa 100 pc kokoluokkaa, mutta yleensä vain kymmeniä pc.



Heijastussumut

- Heijastussumujen tapauksessa kaasupilven lähellä oleva tähti ei ole riittävän kuuma ionisoimaan kaasua (B1 ja myöhäisemmän tyypin tähdet), mutta tähden valo on riittävän kirkasta, jotta voimme havaita ympäröivän kaasun ja pölyn sironneessa valossa.
- Heijastussumujen spektri on jatkuvaa ja muistuttaa alkuperäisen tähden spektriä, mutta se on sinisempää, koska sironta on tehokkaampaa lyhyillä aallonpituusalueilla (Rayleigh sironta $\propto \lambda^{-4}$).



NGC1977 sinertävä heijastussumu Orionin tähdistössä.



Sumujen nimistä

- Kuten edellä mainittiin kirkkaimmat sumut löytyvät jo Messierin luettelosta vuodelta 1784.
- Luettelo laajennettiin Dreyerin toimesta 1800-luvun lopulla ja NGC (New General Catalogue) ja IC-luettelosta löytyy jo tuhansia sumuja.
- 1900-luvulla tehtiin uusia luetteloita ja monet kohteet ovatkin nimetty löytäjänsä/luottelojansa mukaan.
- Lynds käytti Palomar Observatory Sky Surveytä luetteloaan varten, Sharpless teki luettelon käyttäen Schmidt kaukoputkea ja monilla eteläisen taivaan kohteilla on RCW luettelo numero Rogers, Campbell ja Whiteoak:in mukaan.
- Pimeistä sumuista käytetään edelleen Barnardin luettelon numeroa.

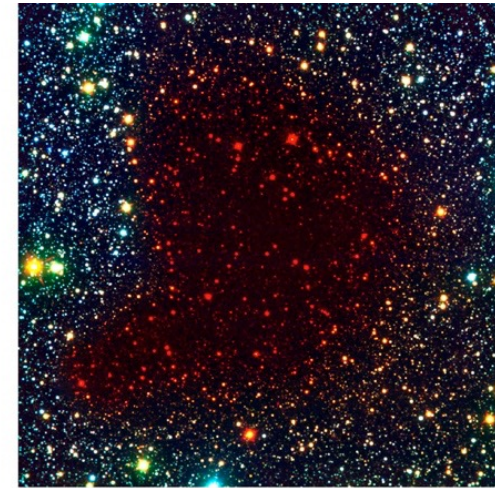


Pimeät sumut

- Pimeissä sumuissa kaasun tiheys ja etenkin pölyhiukkasten määrä on riittävän suuri, niin että visuaalinen ekstinktio on erittäin suuri: $A_V \geq 20^m$.
- Infrapuna-alueen havainnoista näemme että myös pimeiden sumujen takana on tähtiä ja ne eivät ole ”reikiä taivaassa”.
- Pyöreitä yksittäisiä pimeitä sumuja kutsutaan Bok Globuleiksi ja niissä voi syntyä myöhemmin tähtiä.



B, V, I



B, I, K

Pre-Collapse Black Cloud B68 (comparison)
(VLT ANTU + FORS 1 - NTT + SOFI)

ESO PR Photo 02c/01 (10 January 2001)

© European Southern Observatory



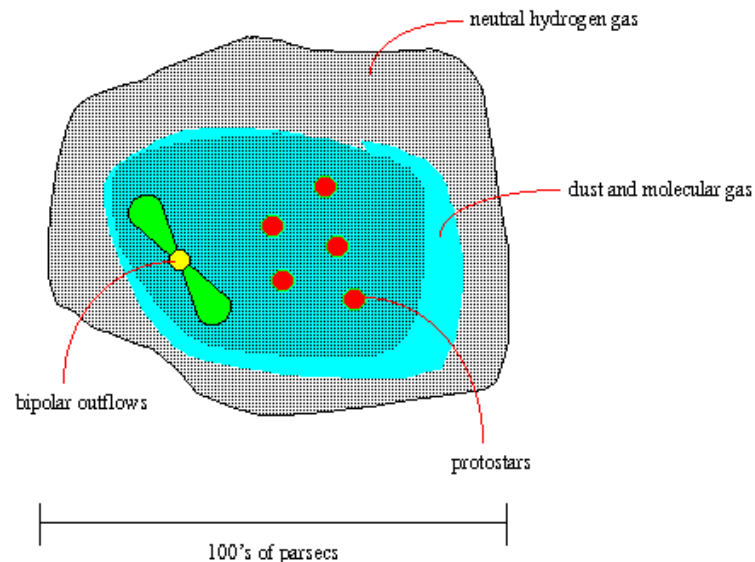


Molekyylipilvet

- Molekyylipilvet ovat tähtienvälisen aineen tiheimpiä esiintymiä ja niissä hiukkas- tiheydet voivat olla jopa luokkaa 10^6 hiukkasta/cm³.
- Molekyylipilvet ovat usein epäsäännöllisen muotoisia tai pitkulaisia ja ne ovat saattaneet syntyä vetypilvien yhteentörmäyksissä.
- **Tähdet syntyvät molekulaarista vedystä.**

Giant Molecular Clouds

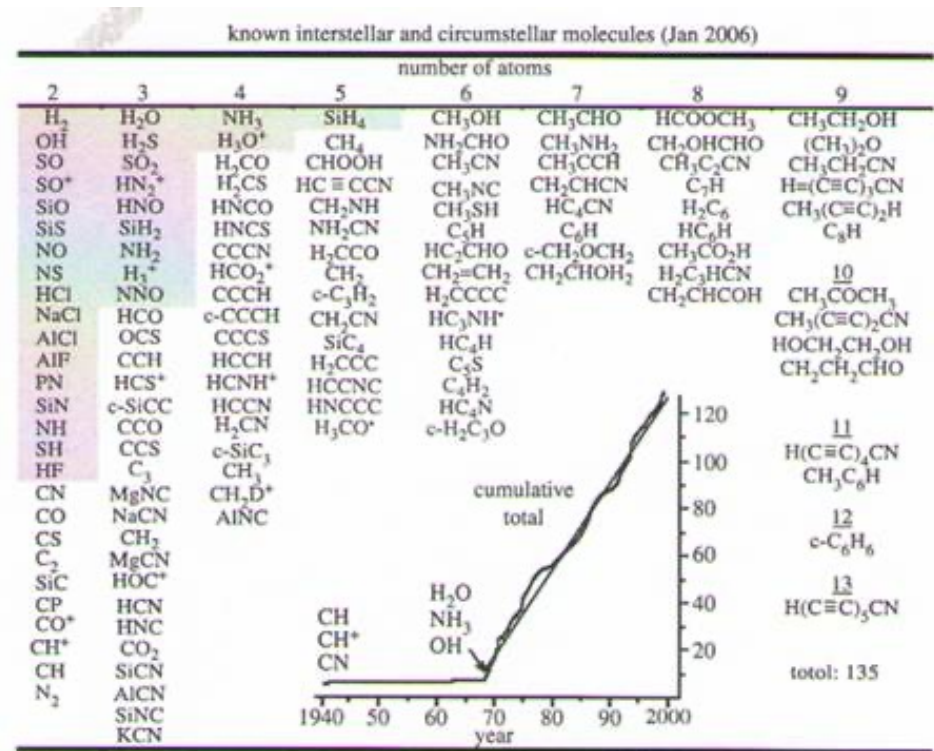
Interstellar gas and dust can collect and cool. Molecules will form on the cold dust grains to form a molecular cloud. The center of these clouds will be dense enough for star formation.





Havaittuja molekyylejä avaruudessa

- Tähtienvälisissä olosuhteissa on jo havaittu noin 135 erilaista molekyyliyhdistettä.
- Joukossa on tutut vety, happi, typpi, mutta myös varsin monimutkaisia orgaanisia yhdisteitä.
- Suurimmissa tunnetut molekyylit ovat fullereenit (pallohiili): C_{60} ja C_{70} .





Mitä opimme?

1. B5-luokkaa ja sitä myöhäisemmät tähdet eivät ole erityisen voimakkaasti keskittyneitä Linnunradan spiraalihaaroihin. Kirkkaat OB-tähdet ovat sitä vastoin erittäin hyviä spiraalihaaraindikaattoreita.
2. Assosiaatiot ovat löyhiä kymmenien kirkkaiden OB-tähtien yhteenliittymiä, joiden eliniät ovat vain miljoonia vuosia. Avoimissa tähtijoukoissa on tyypillisesti tuhansia jäseniä ja ne hajoavat vasta satojen miljoonien vuosien aikaskaalassa.
3. Linnunrata on spiraaligalaksi, jolla on ainakin 4 kierteishaaraa, haarat laahaavat perässä Linnunradan pyöriessä.
4. Linnunradan tähdet voi jakaa karkeasti verrattain nuoriin, korkean metallipitoisuuden populaation I tähtiin ja vanhoihin matalan metallipitoisuuden populaation II tähtiin.
5. Linnunradan sumut voidaan jakaa planetaarisiin sumuihin, supernovajäänteisiin, HII-alueisiin, heijastussumuihin, pimeisiin sumuihin ja molekyylipilviin.