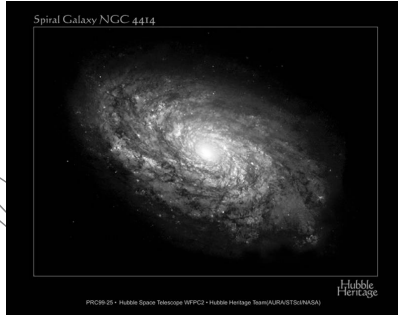


Översiktskurs i astronomi Lektion 10: Vintergatan och andra galaxer



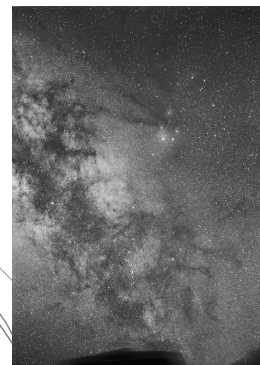
Upplägg I

- Vintergatan
 - Vår plats i Vintergatan
 - Vintergatans uppbyggnad
 - Stjärnhopar
 - Population I, II & III
 - Differentiell rotation
 - Mörk materia
 - Spiralarmar
 - Täthetsvågor
 - Vintergatans centrum

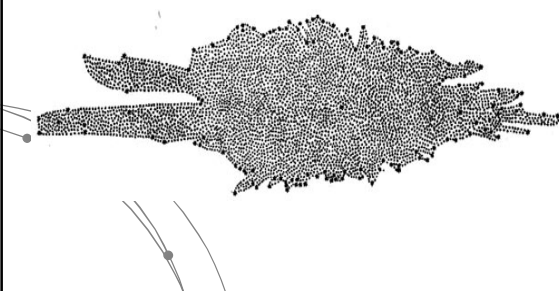
Upplägg II

- Andra galaxer
 - Hubbles stämgaaffeldiagram
 - Spiralgalaxer, Linsformade galaxer, Elliptiska galaxer, Dvärggalaxer

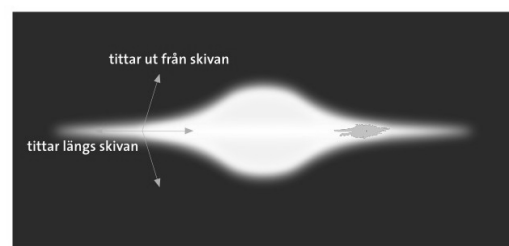
Vår galax, Vintergatan



Herschels Vintergata (ca 1784)



Vår plats i Vintergatan



Vintergatans uppbyggnad

- Kärna
- Centralförtätning (eng. bulge)
- Skiva (eng. disk)
- Stjärnhalo, delvis bestående av klotformiga stjärnhopar.

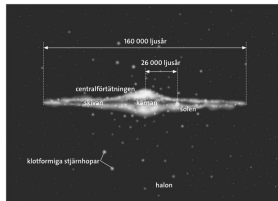
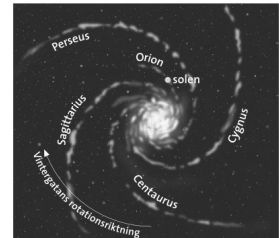


BILD 9.8

Vintergatans spiralmönster

Här finns:

- Neutral vätagas (HI)
- Molekylmoln
- Unga stjärnor
- HII-områden
- OB- och T-associationer
- Öppna stjärnhopar



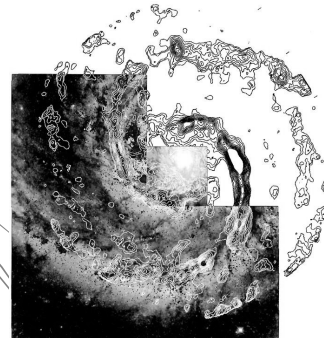
Spiralgalaxen M 83

Galaxen liknar troligen vår Vintergata. Dess avstånd är 7 miljoner pc.



BILD 9.9

CO i en spiralgalax



Den neutrala vätagas fördelning i Vintergatan

- 21-cm observationer av HI.

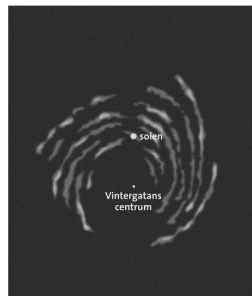


BILD 9.10

Den neutrala vätagas fördelning i Vintergatan

- Principen bygger på dopplerförskjutning av 21-cm linjen.

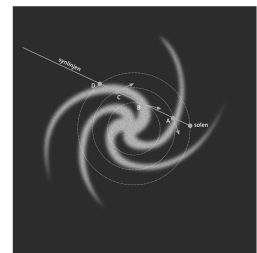
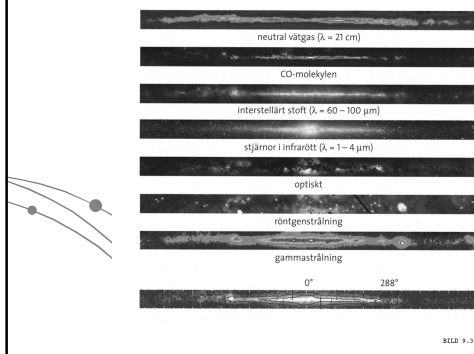


BILD 9.11

Vintergatan i olika våglängdsband



Olika objekt i Vintergatan

Öppna stjärnhopar.

Större ansamlingar av unga ($\approx 10^6$ år) stjärnor
antal: 100—1000 stjärnor,
löses upp med tiden.

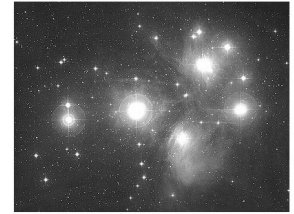


BILD 9.12

Exempelvis Plejaderna på ett avstånd av 400 ljusår, innehåller ungefär 3 000 stjärnor.

Olika objekt i Vintergatan

Klotformiga stjärnhopar.

Ansamlingar av gamla röda stjärnor i halon, består av 10 000-tals stjärnor. Är stabila system och de äldsta objekt vi känner till.

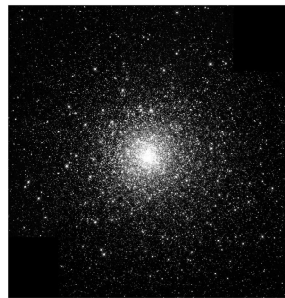


BILD 9.14

De klotformiga stjärnhoparnas banor i halon

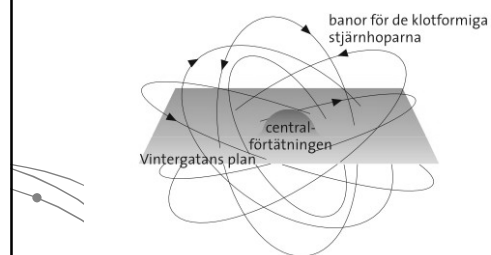
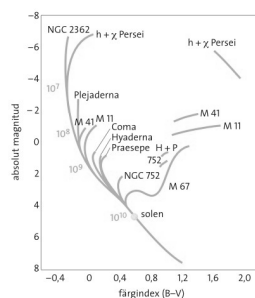


BILD 9.7

Stjärnhoparnas åldrar

Stjärnhoparnas åldrar kan erhållas ur ett färg-magnitud diagram där den s.k. "turnoff-point" utnyttjas.

Huvudserien avfolkas på stjärnor allteftersom tiden går. Med vår kunskap om stjärnutveckling fås åldern hos stjärnorna i hopen



Stjärnpopulationer i Vintergatan

* Population I: Unga stjärnor, de högsta metallhalterna. Dessa finns främst i skivan.

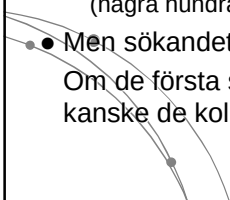
* Population II: Gamla stjärnor, de lägsta metallhalterna. Dessa finns främst i halon.

OBS!

"Metallhalten" (halten grundämnen tyngre än helium) är lägre i halon än i skivan vilket tyder på att halon bildades först. Varför?

Population III

- Astronomer söker fortfarande efter en hypotetisk population III i Vintergatan:
 - $Z=0$, består bara av väte & helium
 - Bildades mycket tidigt i universums historia (några hundra miljoner år efter Big Bang)
- Men sökandet kan vara hopplöst...
Om de första stjärnorna var mycket tunga kanske de kollapsade till svarta hål



Mörk materia i Vintergatan

Vintergatans rotationskurva, är helt olik s.k. keplerbanor, t.ex. i vårt solsystem.

Faktiskt ökar hastigheterna längre ut från Vintergatans centrum till och med så långt ut att ingen synlig materia finns som kan upprätthålla rörelserna!

Denna osynliga materia kallas:

Mörk materia

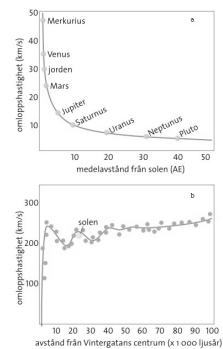


BILD 9.16

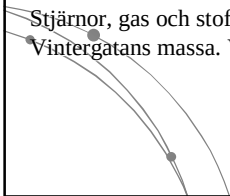
Mörk materia i Vintergatan

Vintergatans totala massa torde vara minst $10^{12} M_{\odot}$ varav endast en tiondedel utgörs av stjärnor – ca 200 miljarder (2×10^{11}) stycken – och gas.

Slutsats:

Stjärnor, gas och stoft utgör mindre än 10% av Vintergatans massa. Vad består resten av?

?

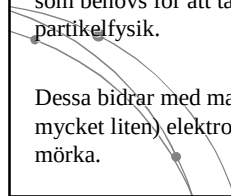


Mörk materia i Vintergatan

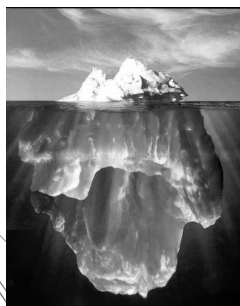
Några kandidater till mörk materia:

- Svarta hål eller andra små, kompakta föremål (s.k. MACHOs; Massive Compact Halo Objects)
- Exotiska elementarpartiklar, ex. neutraliner och axioner, som behövs för att täppa till besvärande hål i nuvarande partikelfysik.

Dessa bidrar med massa men inte med någon (eller mycket liten) elektromagnetisk strålning. De är därför mörka.

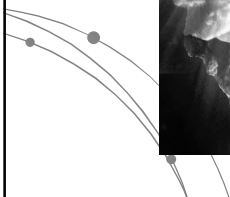


Mörk Materia i Universum



~3%
(Ljusstark)

~97%
(Mörk)



Spiralarmar

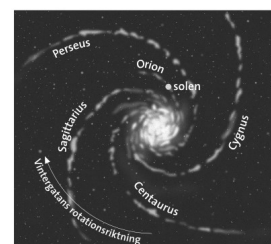
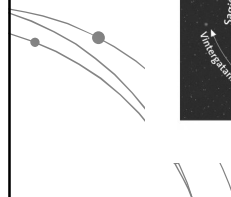


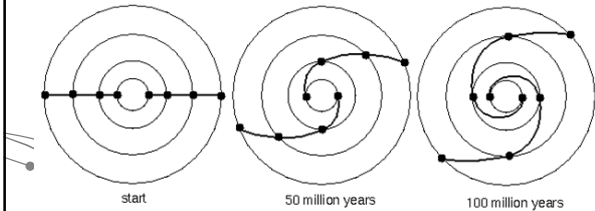
BILD 9.8



Spiralarmar

Hur skapas spiralmönstret i galaxer?

En naturlig konsekvens av differentiella rotationen.

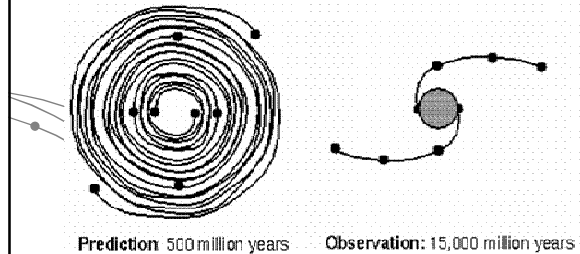


Differential rotation: stars near the center take less time to orbit the center than those farther from the center. Differential rotation can create a spiral pattern in the disk in a short time.

Men det finns en hake...

Spiralarmar

Spiralarmarna skulle lindas upp och upplösas alldeles för snabbt, om differentiell rotation vore den huvudsakliga förklaringen till spiralstrukturen



Prediction: 500 million years **Observation:** 15,000 million years

Täthetsvågteorin I

Scenario:

Framförallt stjärnorna i en galax växelverkar med varandra och orsakar små störningar i stjärnornas banor. Detta skapar ett spiralformat mönster med lägre gravitationspotential som roterar runt galaxens centrum med samma hastighet oavsett avståndet från centrum. Dessa kallas täthetsvågor.

Täthetsvågmönstret roterar ca 30 km s^{-1} långsammare än stjärnorna, gasen och stoftet vilket innebär att de hinner ifatt och bromsas upp av spiralmönstrets gravitationspotential.

Täthetsvågteorin II

Sammanpressning av gas och stoft skapar chockvågor och stjärnbildning.

Allteftersom stjärnorna, gasen och stoftet lämnar spiral mönstret ersätts de av nytt material.

En synlig spiralarm är således en temporär ansamling av stjärnor, gas och stoft där materialet hela tiden byts ut.

Sammanfattning av täthetsvågteorin

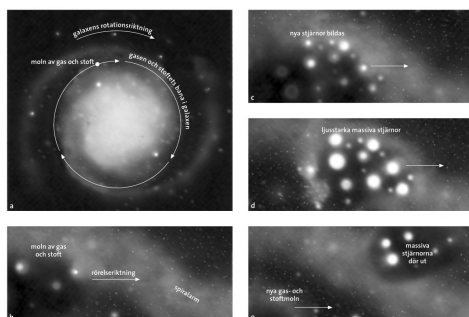


BILD 9.20

Vintergatans centrum

- I riktning mot skyttens stjärnbild. Kärnan i Sgr A*.
- 25-30 magnituders extinktion i visuellt ljus. Dock "synligt" i IR och radio.
- Kring kärnan finns snabbt roterande stjärnor ($1\,500 \text{ km s}^{-1}$) samt joniserad gas. Synkrotronstrålning emitteras.
- En massa av $\approx 2,6 \times 10^6 M_{\odot}$ inom ett område som inte är större än vårt solsystem!! Supermassivt svart hål i kärnan??

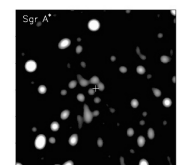
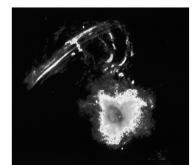
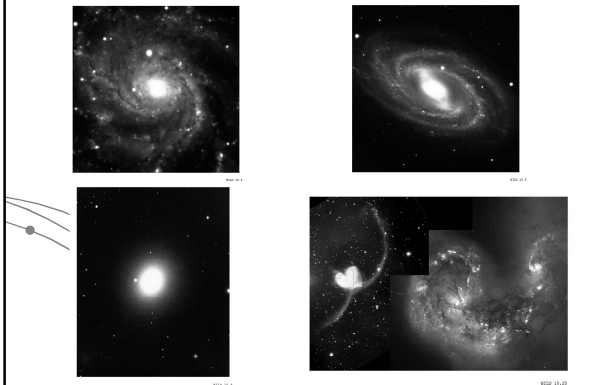
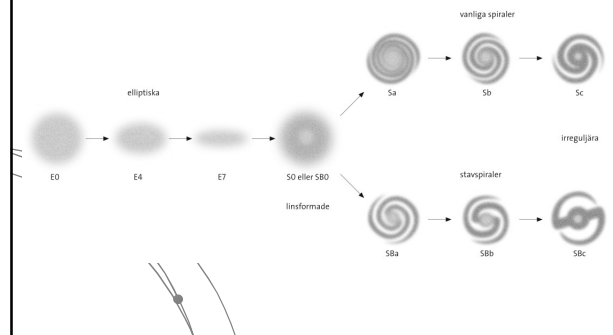


BILD 9.21

Andra galaxer



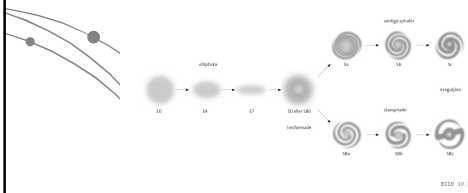
Hubbles stämgaaffeldiagram



Hubbles stämgaaffeldiagram I

Spiraler (S) och Stavspiraler (SB)

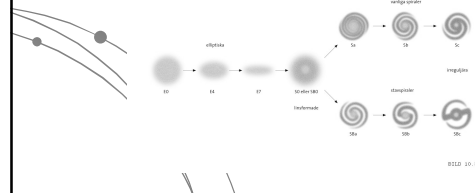
- Består av alla typer av stjärnor, från blå (unga) till röda (gamla) stjärnor.
- Består av mycket gas och stoft.
- Har spiralarmar och skiva samt centralförtätning.



Hubbles stämgaaffeldiagram II

Linsformade galaxer (S0 och SB0)

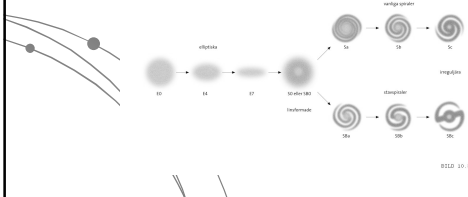
- Som spiraler men utan spiralarmar.
- Har skiva och centralförtätning samt mycket gas och stoft.



Hubbles stämgaaffeldiagram III

Elliptiska galaxer (E)

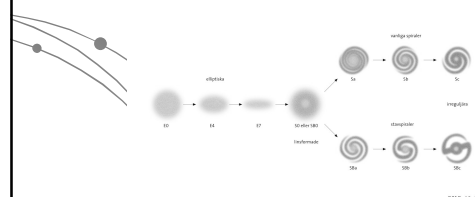
- Nästan enbart röda (gamla) stjärnor.
- Endast mycket litet gas och stoft.



Undergrupper till stämgaaffeldiagrammet I

Sa och SBa

- Stor centralförtätning.
- Tätt lindade armar.
- Ringa "knottrighet" (knottrigheten orsakas av stjärnbildningsområden).

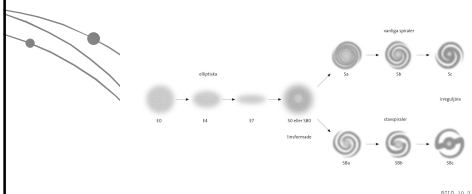


Undergrupper till stämgaaffeldiagrammet II

Sc och SBc

- Liten centralförtätning.
- Glest lindade armar.
- Betydande "knottrighet".

Sb och SBb är mellanting av de båda klasserna.



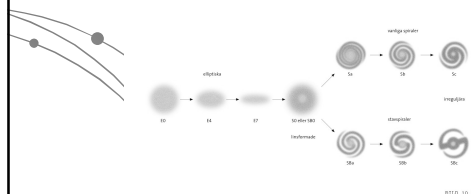
Undergrupper till stämgaaffeldiagrammet III

E0-galaxer

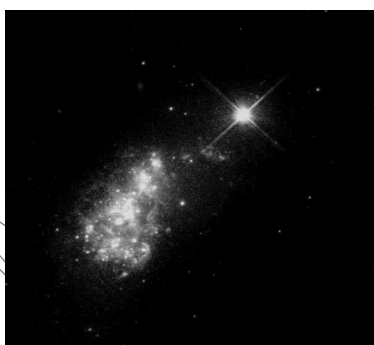
- Runda.

E7-galaxer

- Mest avplattade (ovala).



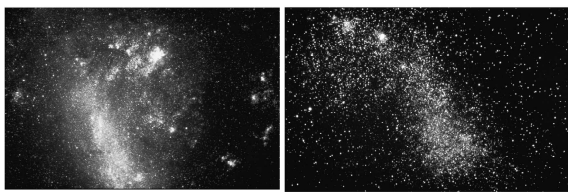
Oregelbundna galaxer



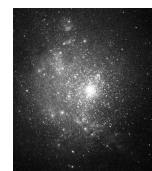
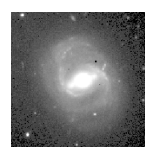
Dvärggalaxer



Stora och Lilla Magellanska molnen
(LMC och SMC), avstånd 160 000 resp.
200 000 ljusår



Vilken galax typ?



?

?

?