

Kosmologi

Universums utveckling

MN

Institutionen för astronomi



Av rättighetsskäl är de flesta bilder från Wikipedia, om inte annat anges

Upplägg

- Inledning – vad ser vi på himlen?
- Galaxer och galaxhopar
- Metoder och stjärnor
- *Big bang*-teorins hörnpelare
- Det vi inte ser
- Sammanfattning

Min huvudmålsättning

Grundläggande insikt i

- Metoder för att få data/kunskap/förståelse
- Universums beskaffenhet i stort
- *Big bang*-teorin

Vintergatssystemet – vårt hem



M83 Bild: ESO

Spiralnebulosor "blir" galaxer

Från rena spekulationer (Swedenborg 1734)

via Kants *Island universes* (influerad av Wright och W. Herschel)

till debatten 1920 mellan Curtis & Shapley.

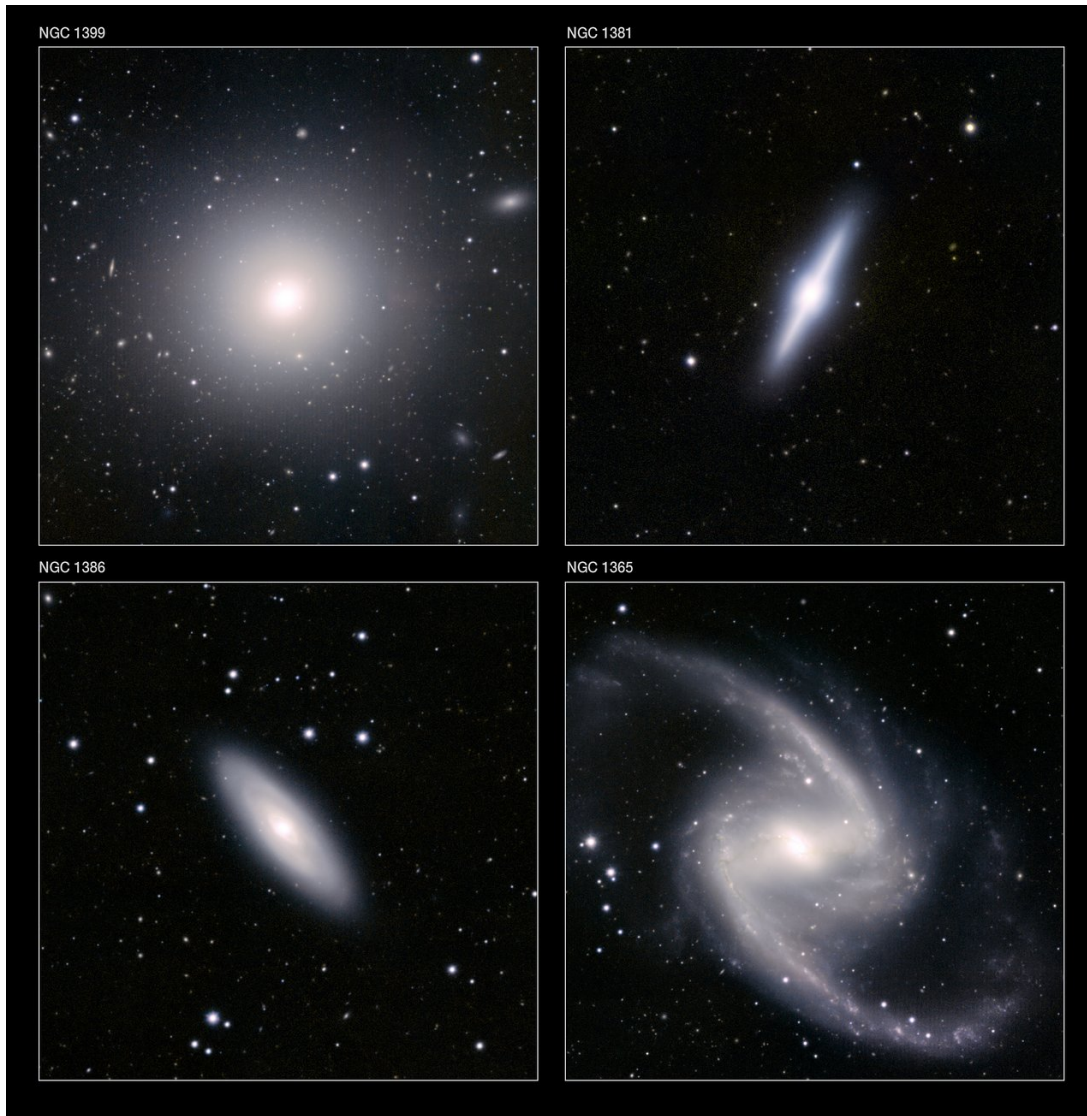
↙
Vintergatssystemet mkt stort;
"spiralnebulosorna" inom
systemets gränser

↗
Vintergatssystemet mindre;
"spiralnebulosorna" är galaxer
utanför systemets gränser

↪
Är spiralnebulosorna
objekt i vår egen
galax eller galaxer
utanför vår egen?

Charlier (1922): Hierarkiskt universum

Galaxtyper



+ dvärggalaxer,
oregelbundna
galaxer,
ytljussvaga
galaxer,...

Universums ingredienser

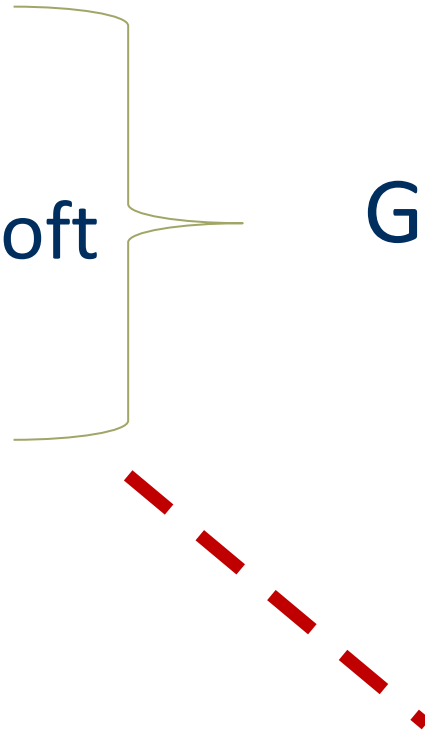
- Stjärnor

- Gas och stoft

- Annat

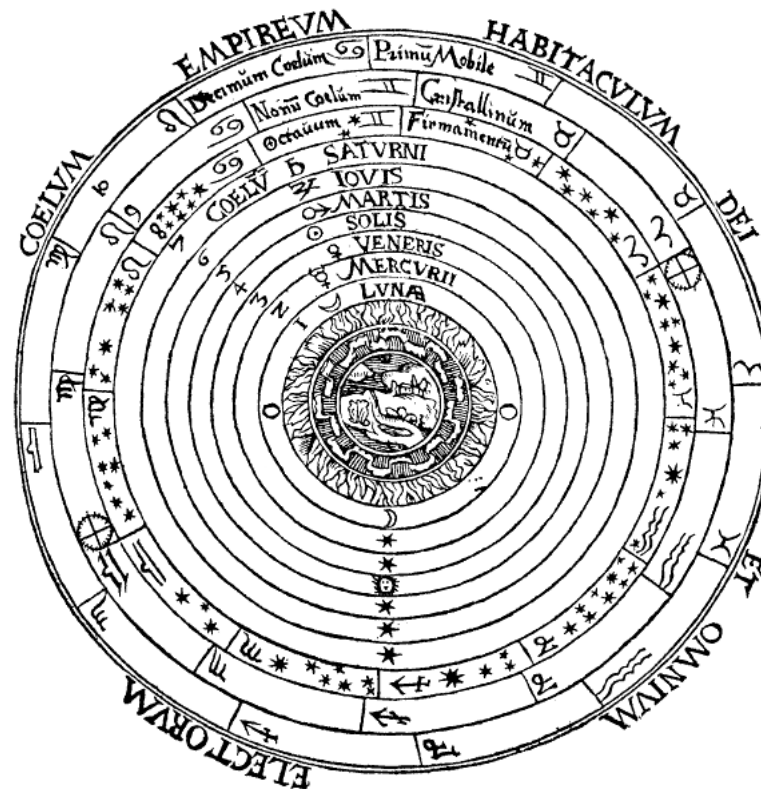
Galaxer

Utanför galaxerna



Antikens världsbild

Schema huius præmissæ diuisionis Sphærarum .



Dagens världsbild

Hubble Ultra
Deep Field 11,5 □

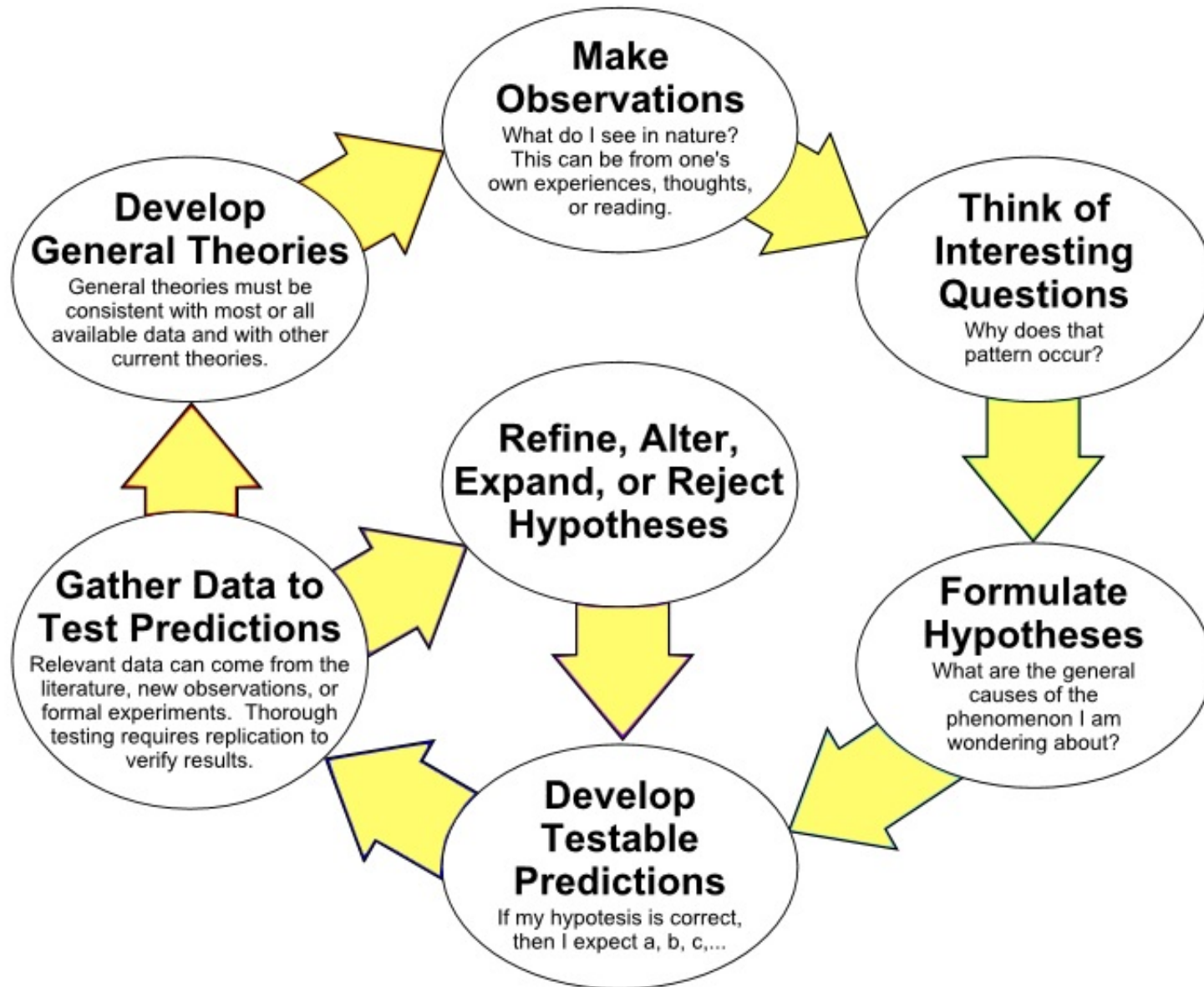
Mest avlägsna
galaxerna
(~ 10 000 st.)

~ 500 miljoner år
efter Big Bang

~ 4% av universums
ålder

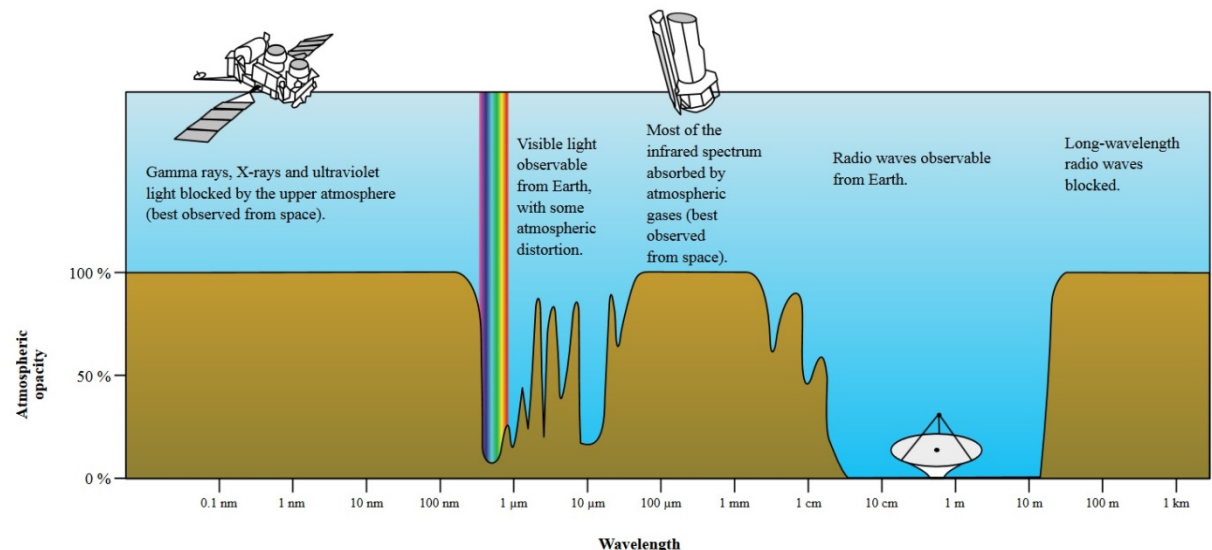
Bild: NASA/ESA

The Scientific Method as an Ongoing Process

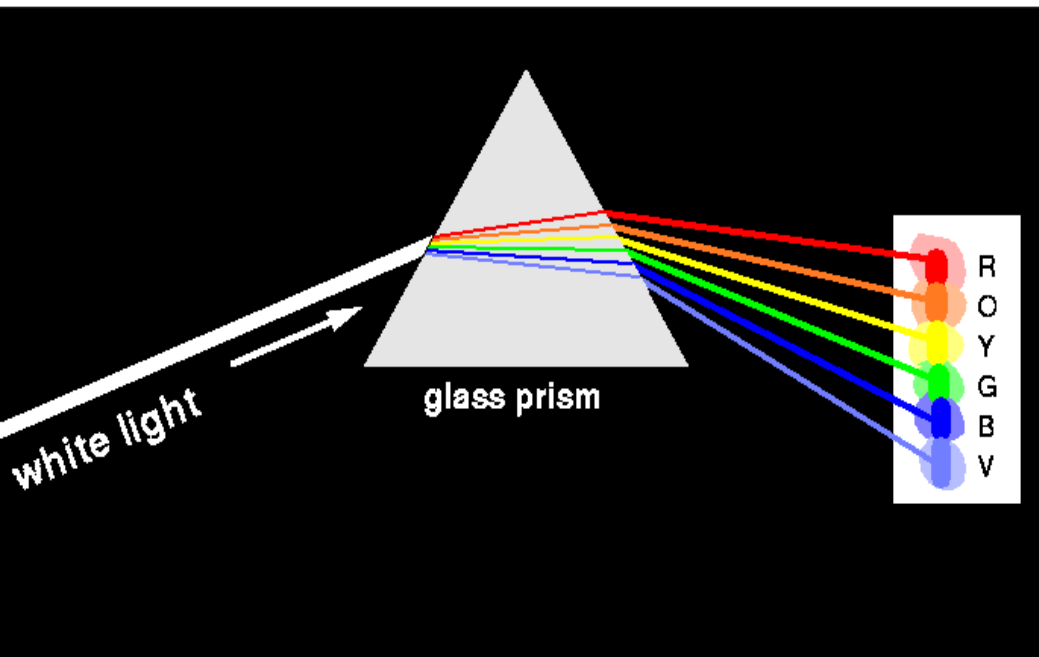


Hur arbetar man?

- Observationer, modelleringar, teoretiskt arbete
- Teleskop (med hjälpinstrument), datorer
- Bilder och spektra; observationer i olika våglängdsområden
 - Spektra och atomstruktur

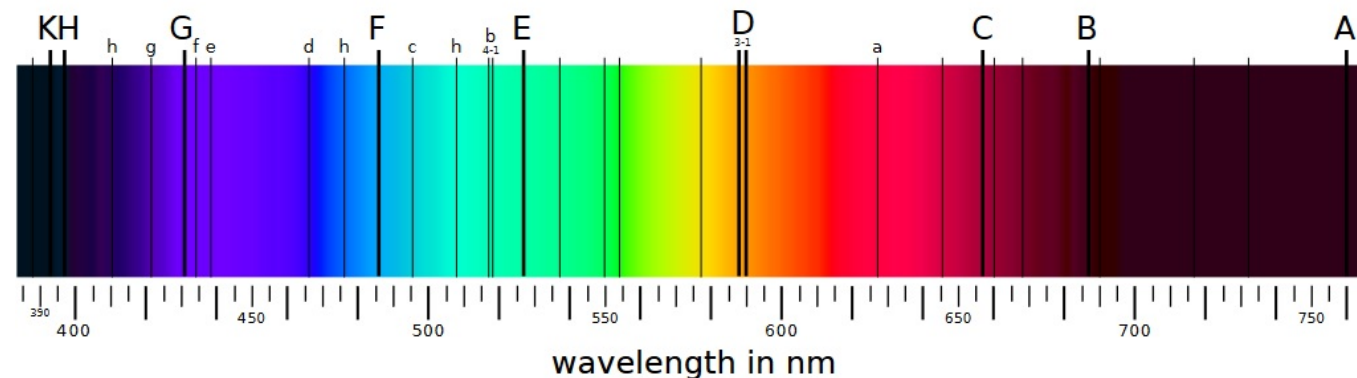


Spektra och atomstruktur



Energivåer:

<http://www.physast.uga.edu/~rls/1020/ch4/elevels.jpg>



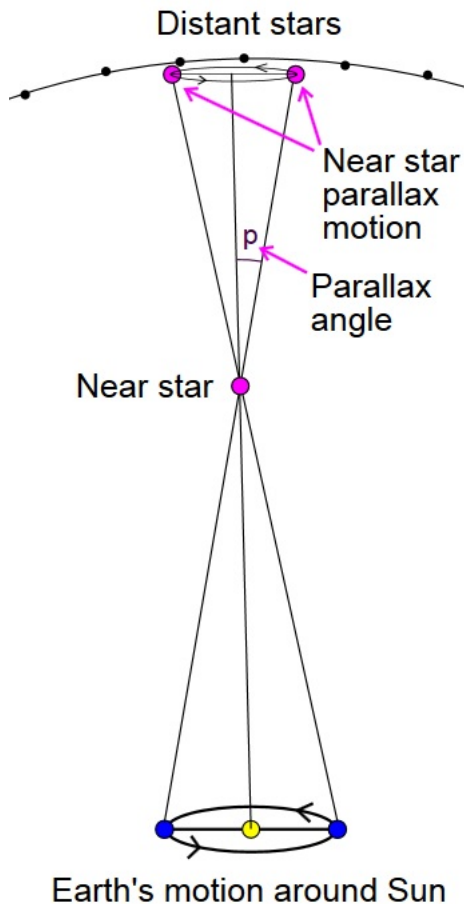
Data och metoder

("Vad är vi ute efter?")

Exempelvis:

- Avstånd (enheter, t.ex. ljusår)
 - Jämförelser i andra skalor (Sweden solar system)
- Ljusstyrka (avtar med kvadraten på avståndet)
- Hastighet
- Tidsaspekten ("allt är historia")

Avstånd



Parallaxmetoden för närbelägna stjärnor

Avståndsenheter

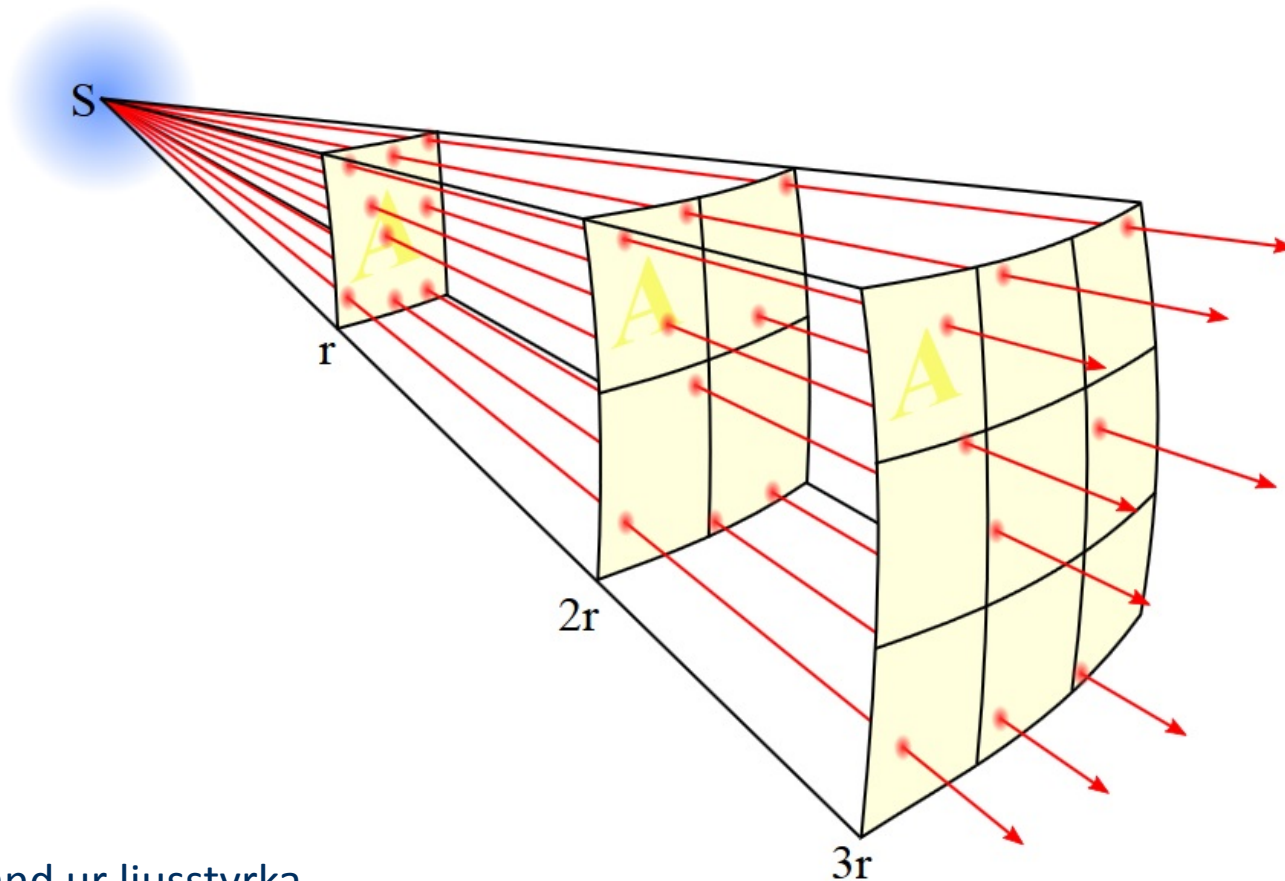
1 ljusår: Sträckan ljuset tillryggalägger under ett år
= 9 461 miljarder km

(1 parsek $\approx$ 3,26 ljusår)

Olika metoder för olika avståndsintervall
Överlappar
Kalibrering viktig

Ljusstyrka

”Ljusstyrkan avtar med kvadraten på avståndet”



Avstånd ur ljusstyrka

Hastighet

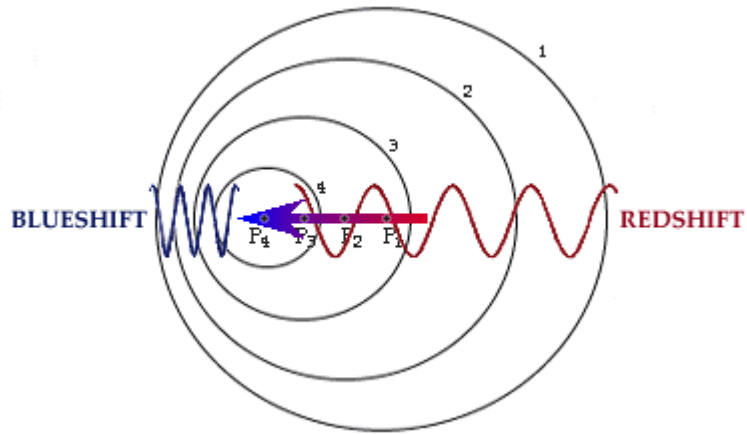
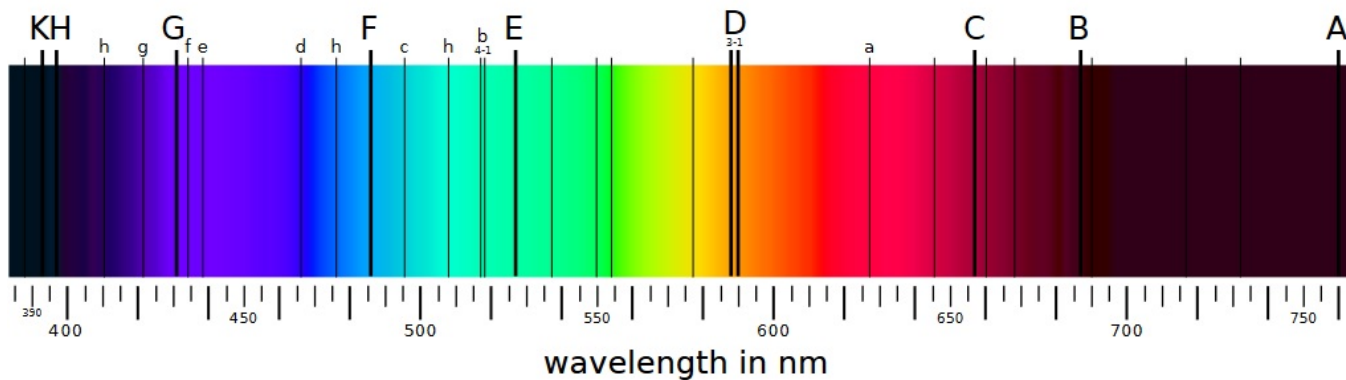


Bild: Univ. of Illinois

Stillastående källa

Källa i rörelse

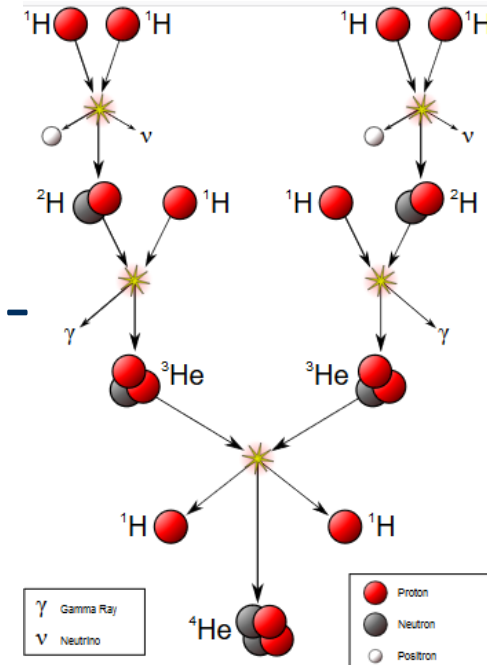


Stjärnor - utveckling

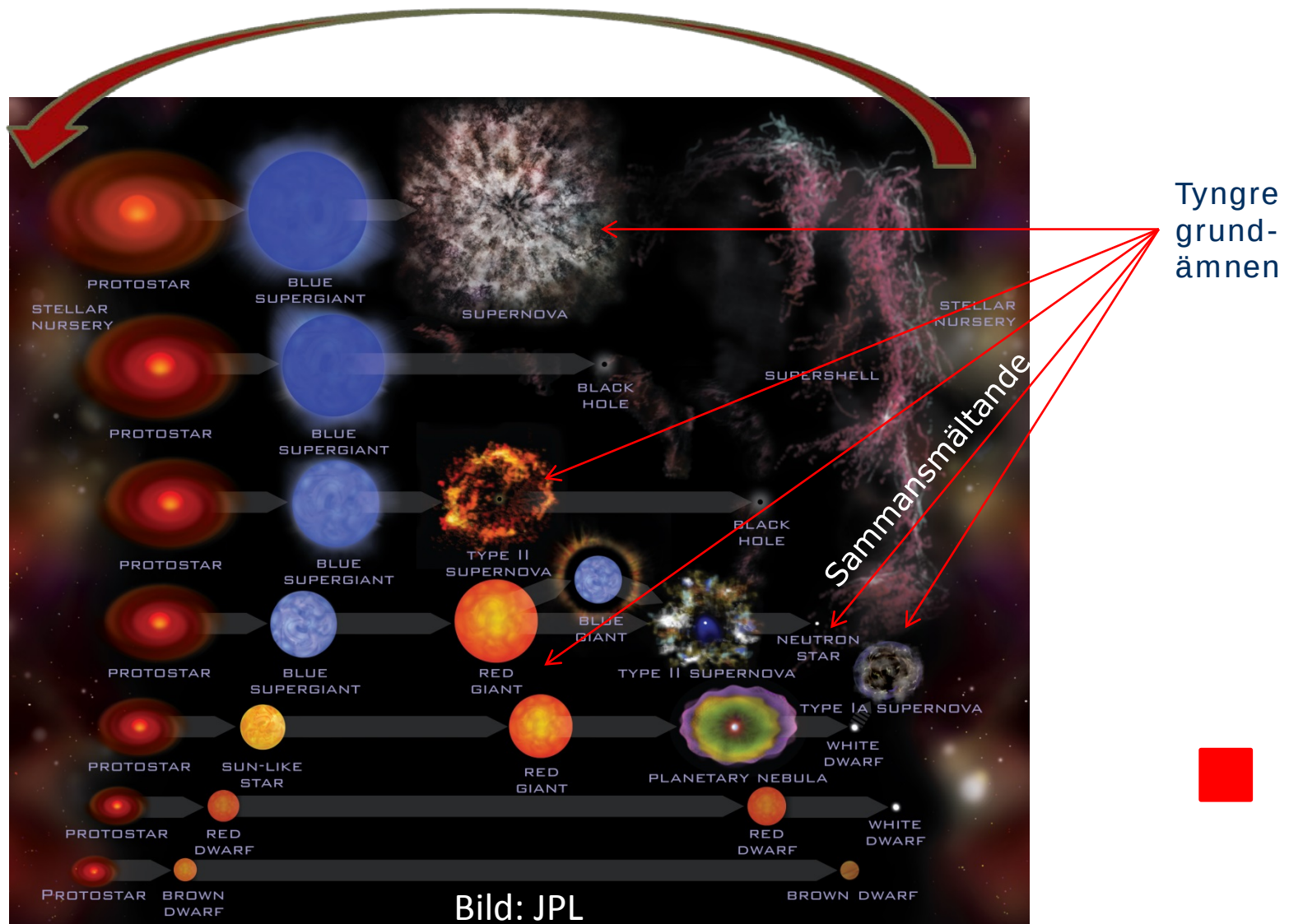
- Stjärnor bildas i moln av gas och stoft
- Utvecklingstakt och slutstadium beror av massan
- Livslängder —————

Ju massivare stjärna desto kortare livslängd
- "Återvinning"
- Slutprodukter: Vita dvärgar, neutronstjärnor, svarta hål

I stjärnors kärnor



Stjärnor – utveckling, forts.



Olbers paradox (1823): Varför är himlen mörk på natten?

För att solen har gått ned?

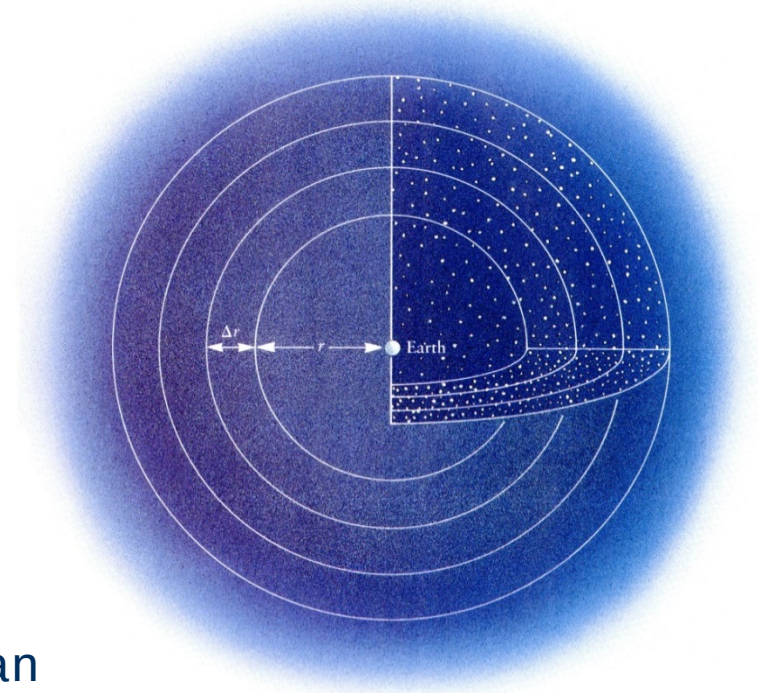
Antalet stjärnor i ett skal ökar med radien².

Ljusstyrkan minskar med radien².

Alltså bidrar varje skal med lika stor total ljusstyrka.

Om universum oändligt stort blir ljusstyrkan “mycket stor”.

Himlen borde vara ljus på natten!!



Hur fördelar sig galaxerna?

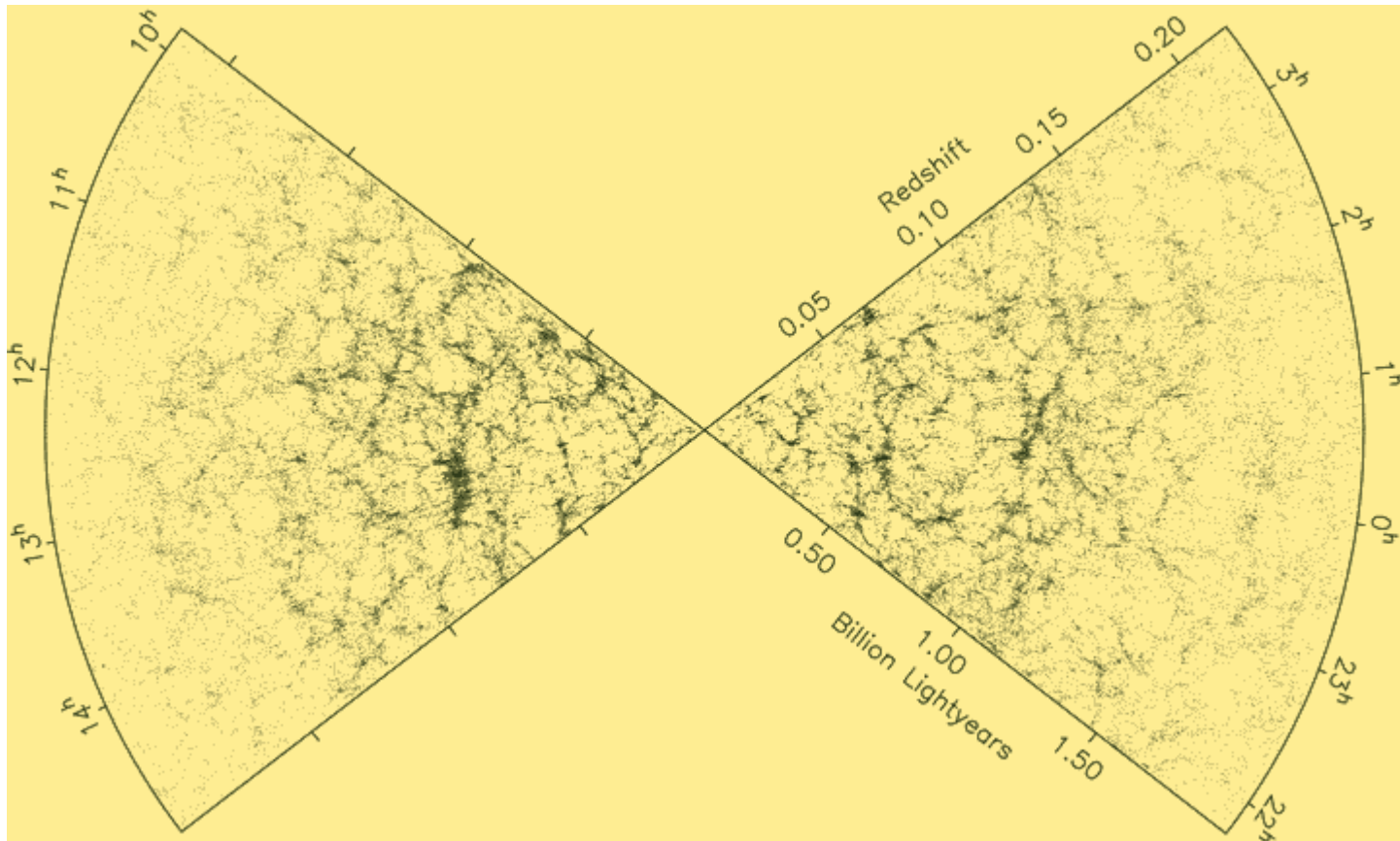


Bild: 2dF survey

Att ta med sig

- I **stora skalor** är universum likformigt
 - Universum ser lika ut på alla platser
 - Universum ser lika ut i alla riktningar
- Vi befinner oss inte på någon speciell plats (storskaligt!) i universum

Teoretisk beskrivning av universum

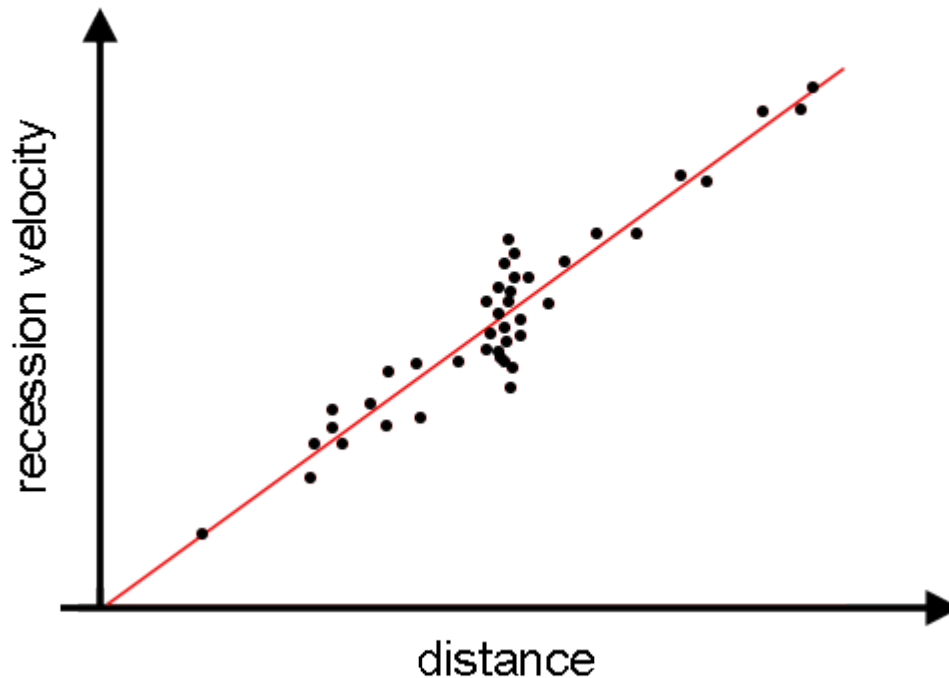
- Allmänna relativitetsteorin
- Kosmologiska principen
- Modeller

Hubbles relation

- Parallellt med den teoretiska utvecklingen

Hubble's Law

$$\text{velocity} = \text{Hubble's constant} \times \text{distance}$$



Ju längre bort galaxen
befinner sig, desto
snabbare rör den sig
ifrån oss

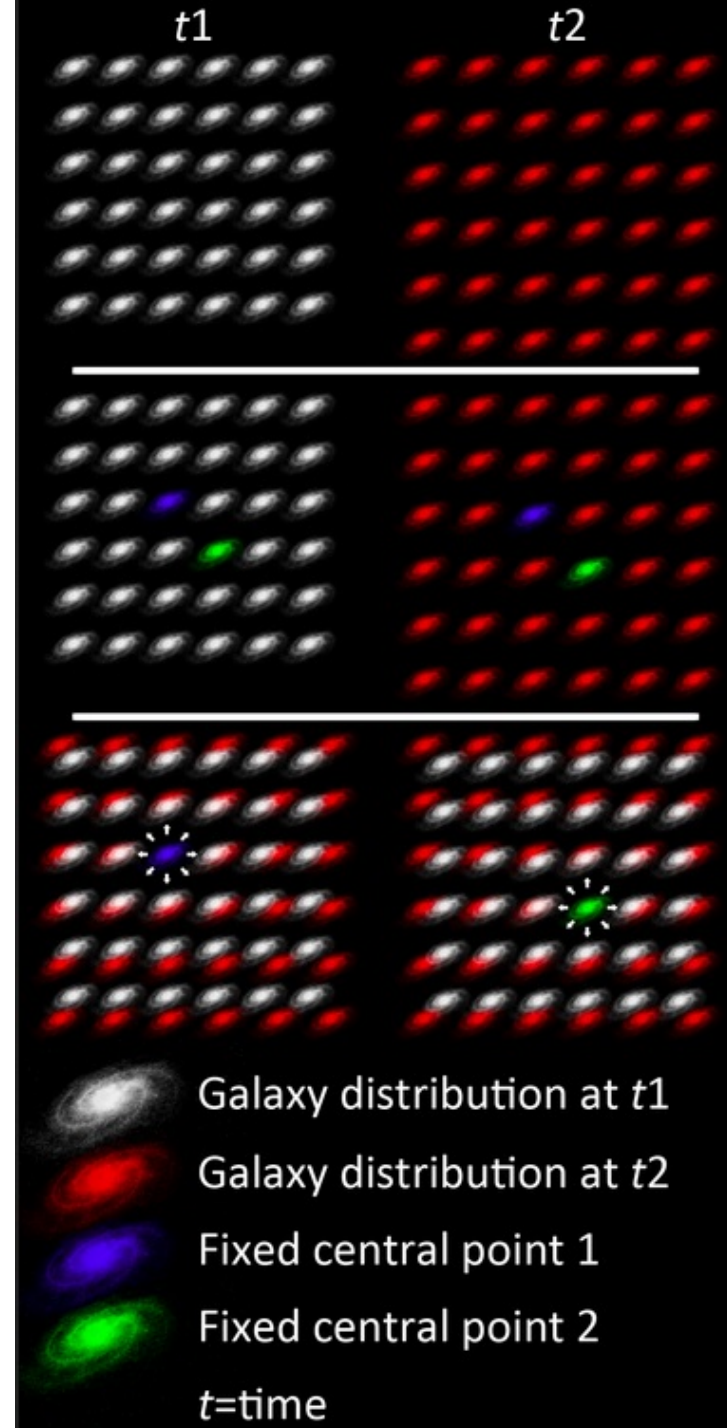
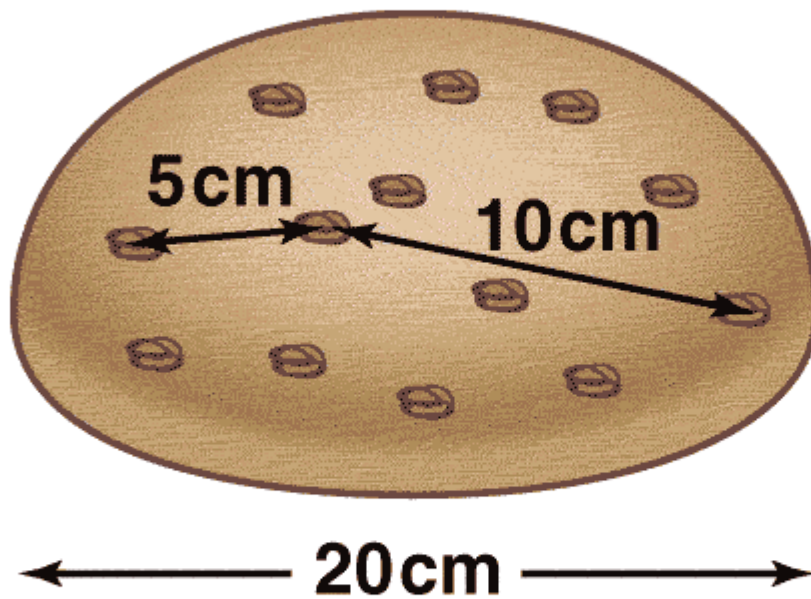
- Historisk fotnot: Hubble varken ensam eller först

Tolkningen

- Likformighet + Hubbles relation

Universum expanderar

- Inom ~1 årtionde hade galaxerna "blivit" avlägsna objekt och universums expansion uppdagats (parallellt utvecklades kvantmekaniken)



Mellanspel

- Varning för (vissa) bilder
alternativt
- övertolkning

Att ta med sig

- Solsystemet, Vintergatssystemet, m.m. expanderar inte – gravitationen håller samman
- Galaxhopar expanderar från varandra
- Tolkning: Galaxhoparna rör sig inte från varandra i ett statiskt universum (expansionen är inte en dopplereffekt)

Den kosmiska bakgrundsstrålningen

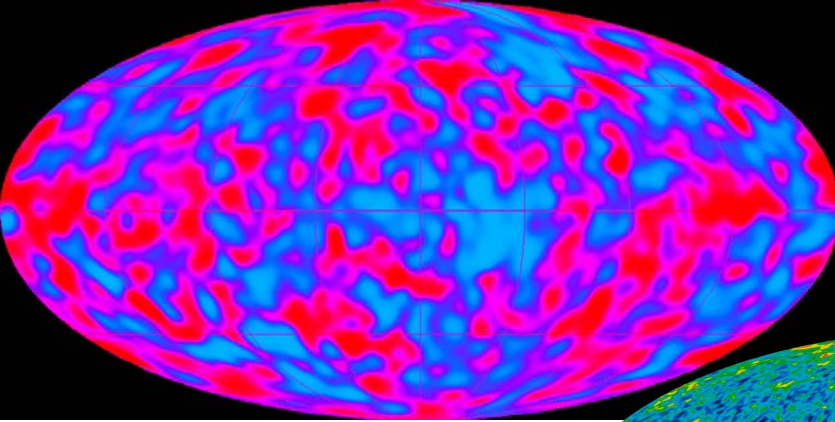


Bild: NASA/COBE

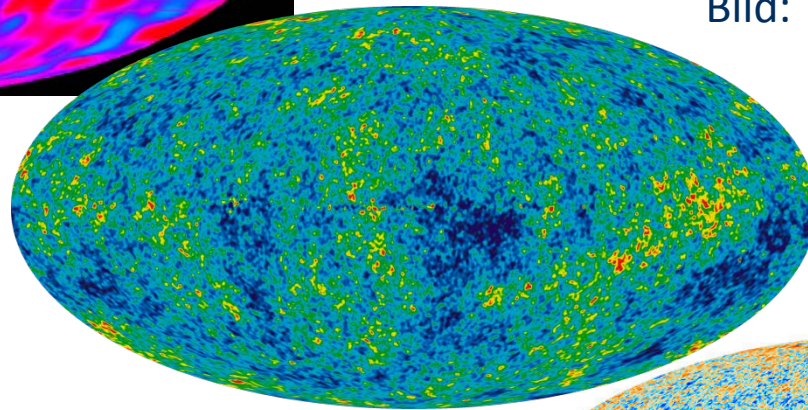


Bild: NASA/WMAP

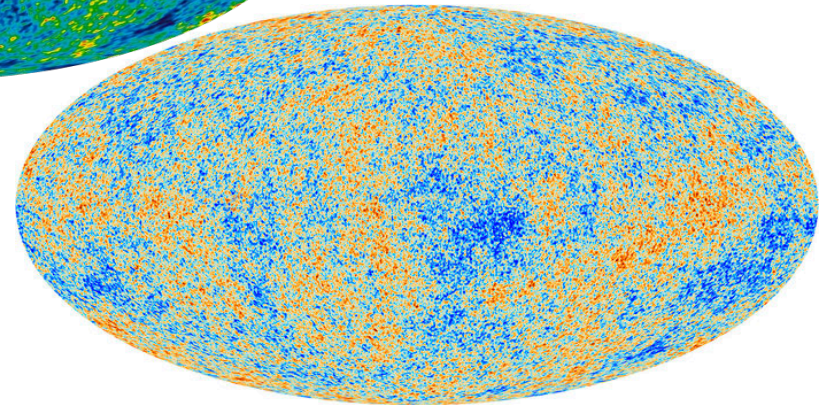
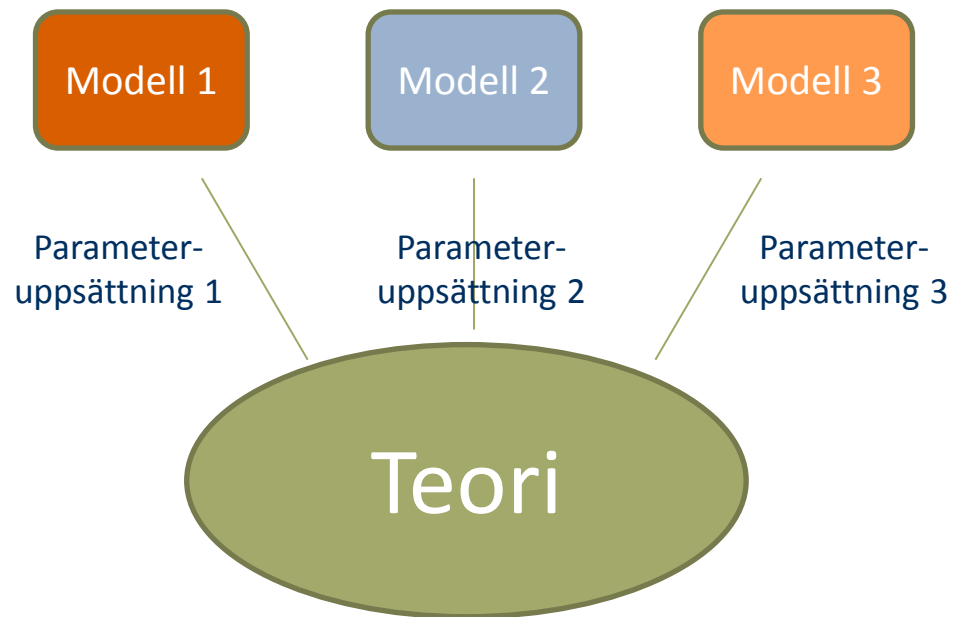


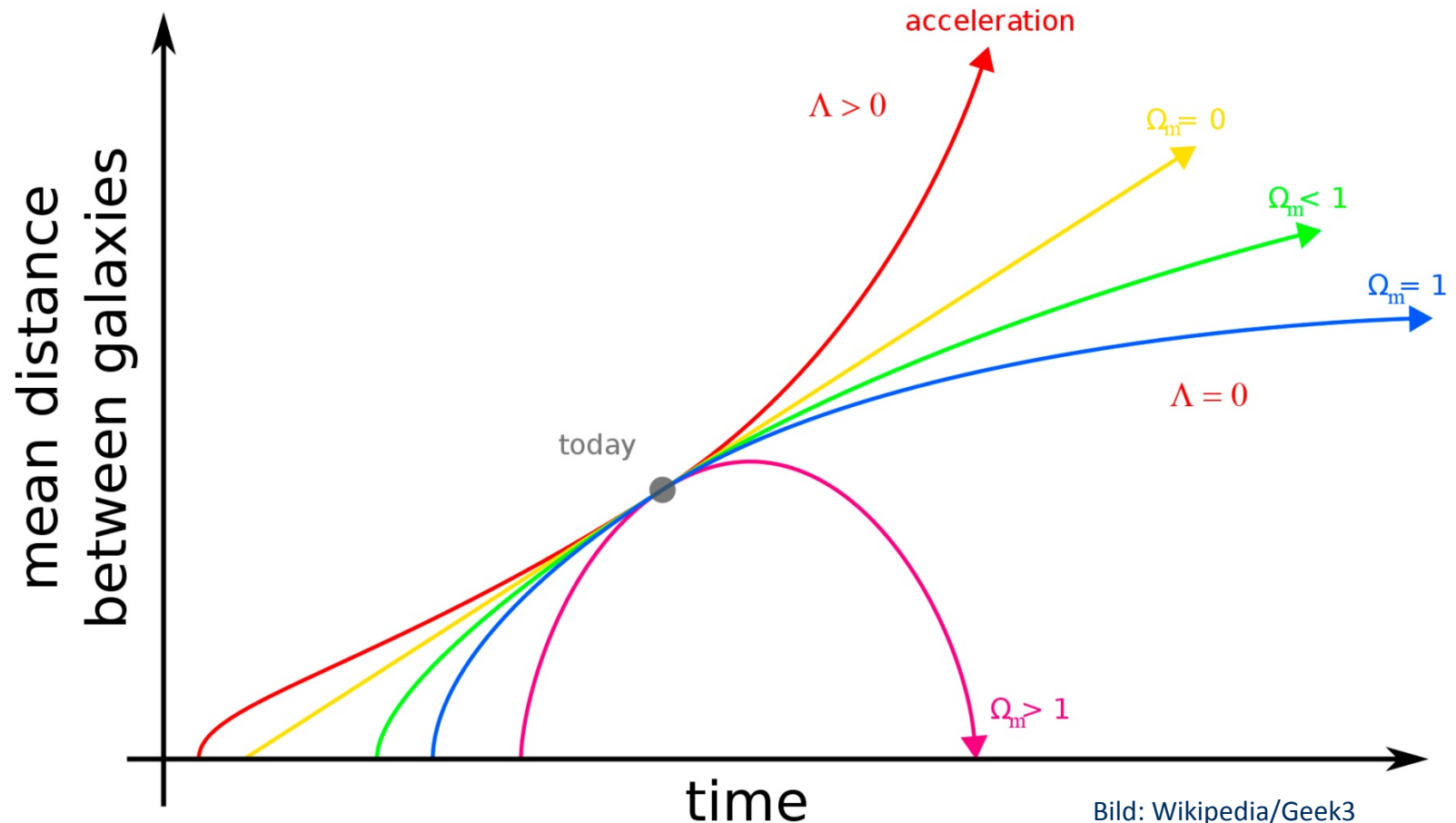
Bild: ESA and the Planck Collaboration

Modell $\leftrightarrow$ parametrar



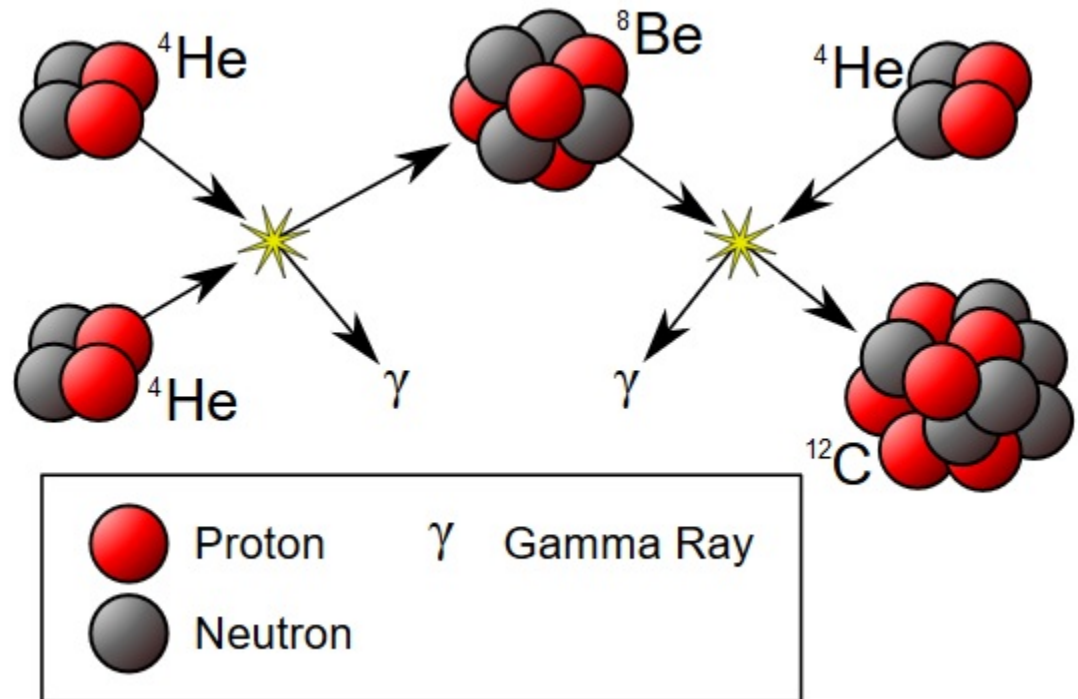
I vilken sorts universum bor vi?

- Geometri – energidensitet
- Parametrar → Modell



Grundämnessyntesen

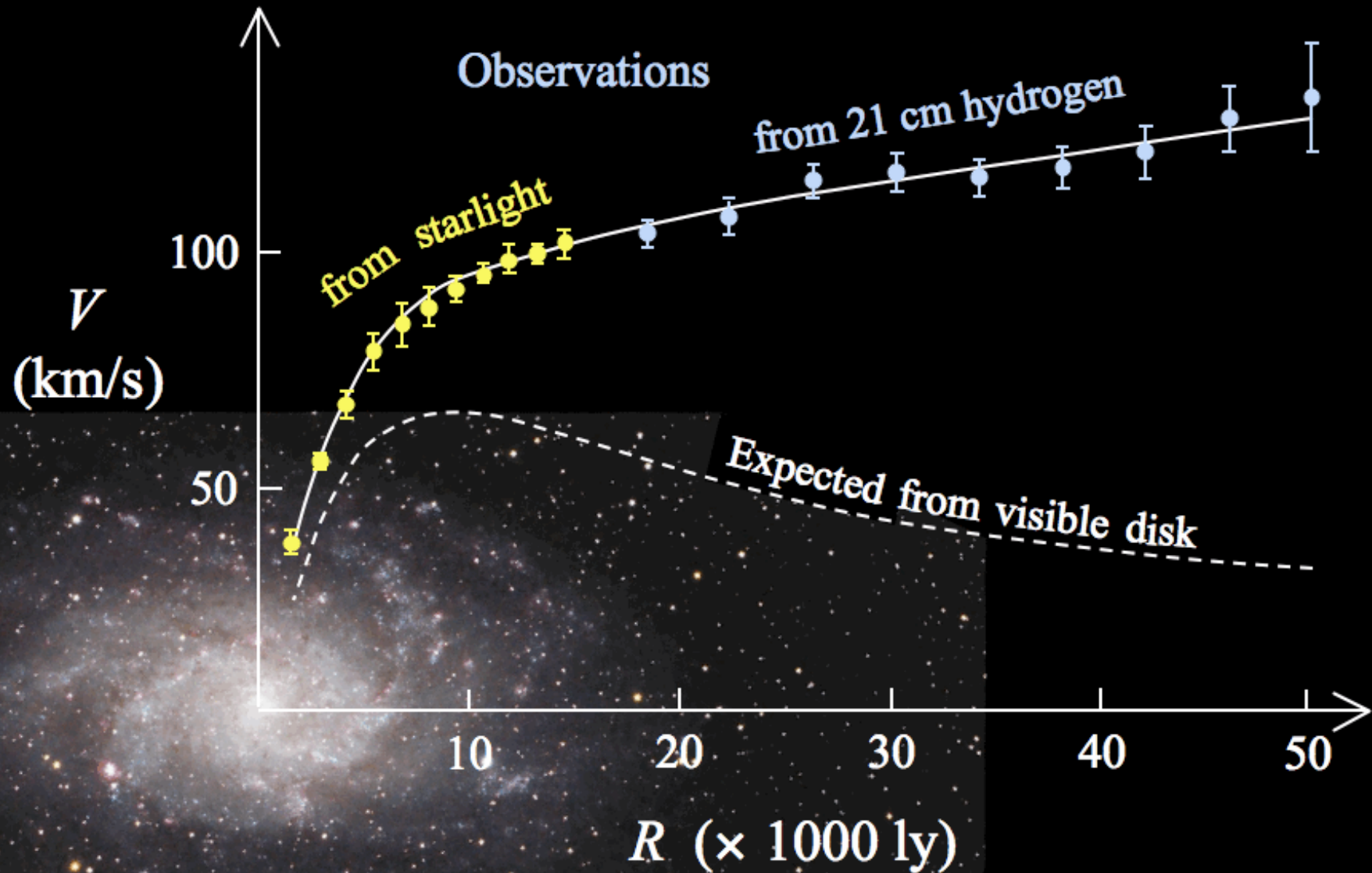
- Aka nukleosyntes
- Lättaste grundämnena i *Big bang*
- Tyngre grundämnen i/av stjärnor



Lösning till Olbers paradox

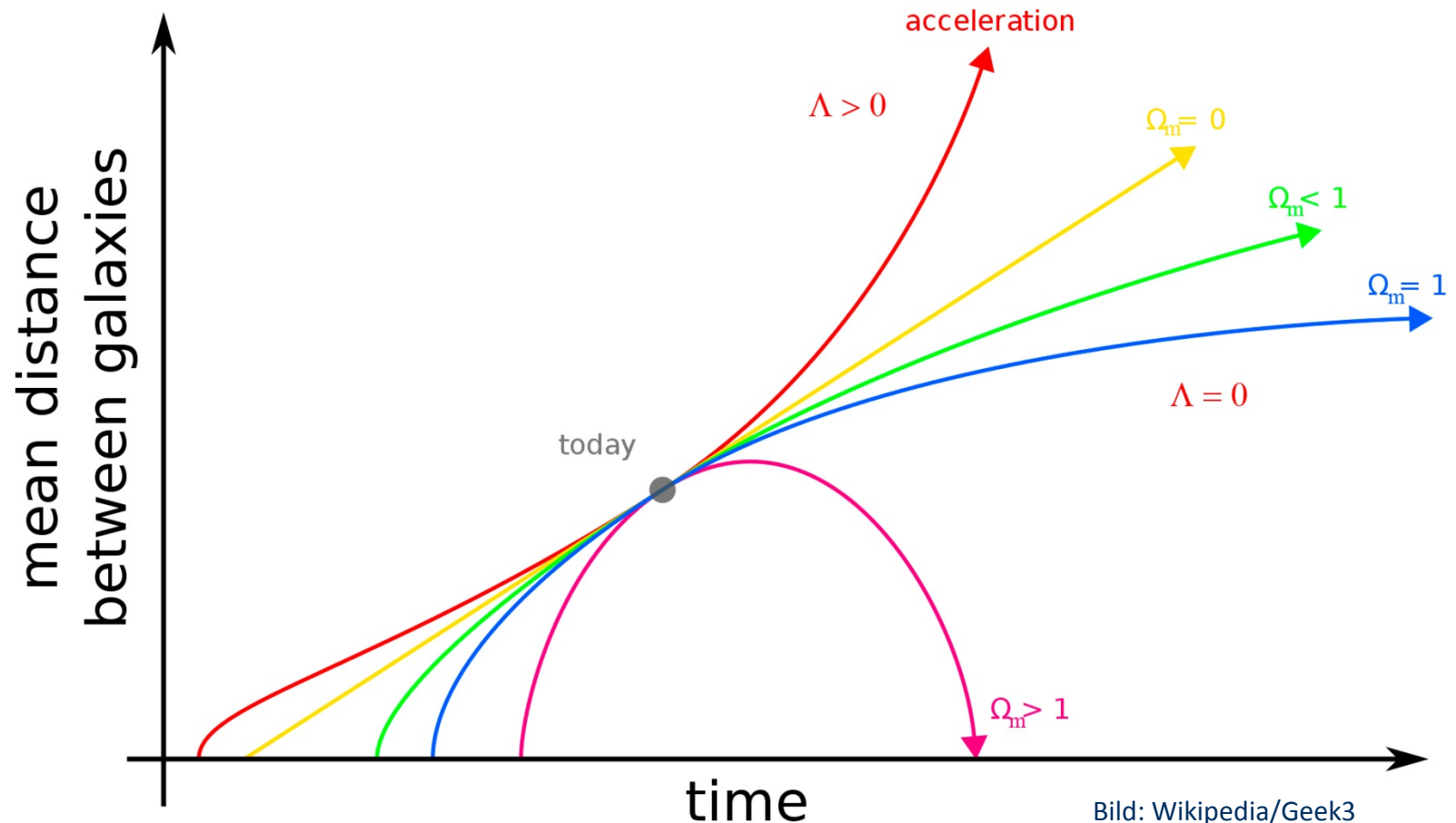
1. Det har inte funnit några stjärnor oändligt långt tillbaka i tiden. Universum har en ändlig ålder (och ljuset har ändlig hastighet).
2. Ljuset förlorar energi på vägen. Eftersom universum expanderar blir ljuset från avlägsna galaxer allt rödare, så vi inte ser det inom det synliga området.

Mörk materia



Mörk energi

- Hur ger den sig tillkänna?
- Vad kan den vara?



Universums energiinnehåll

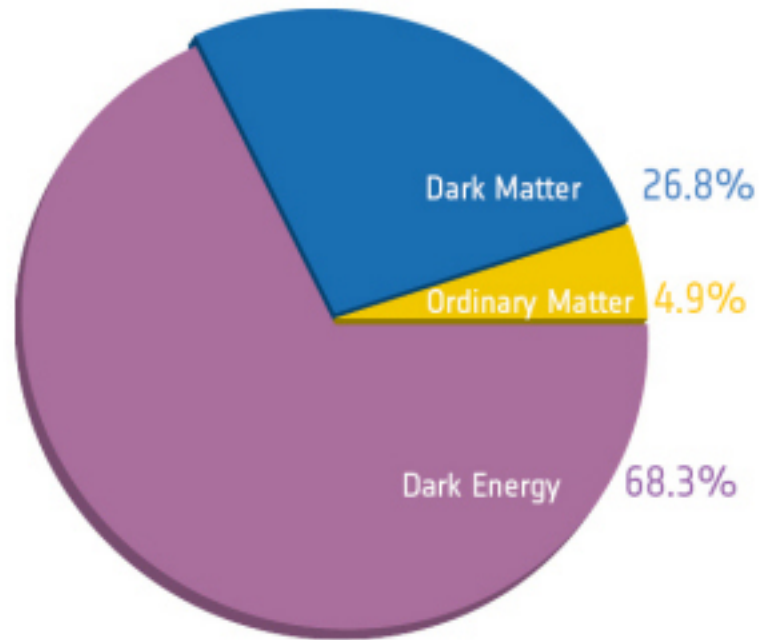
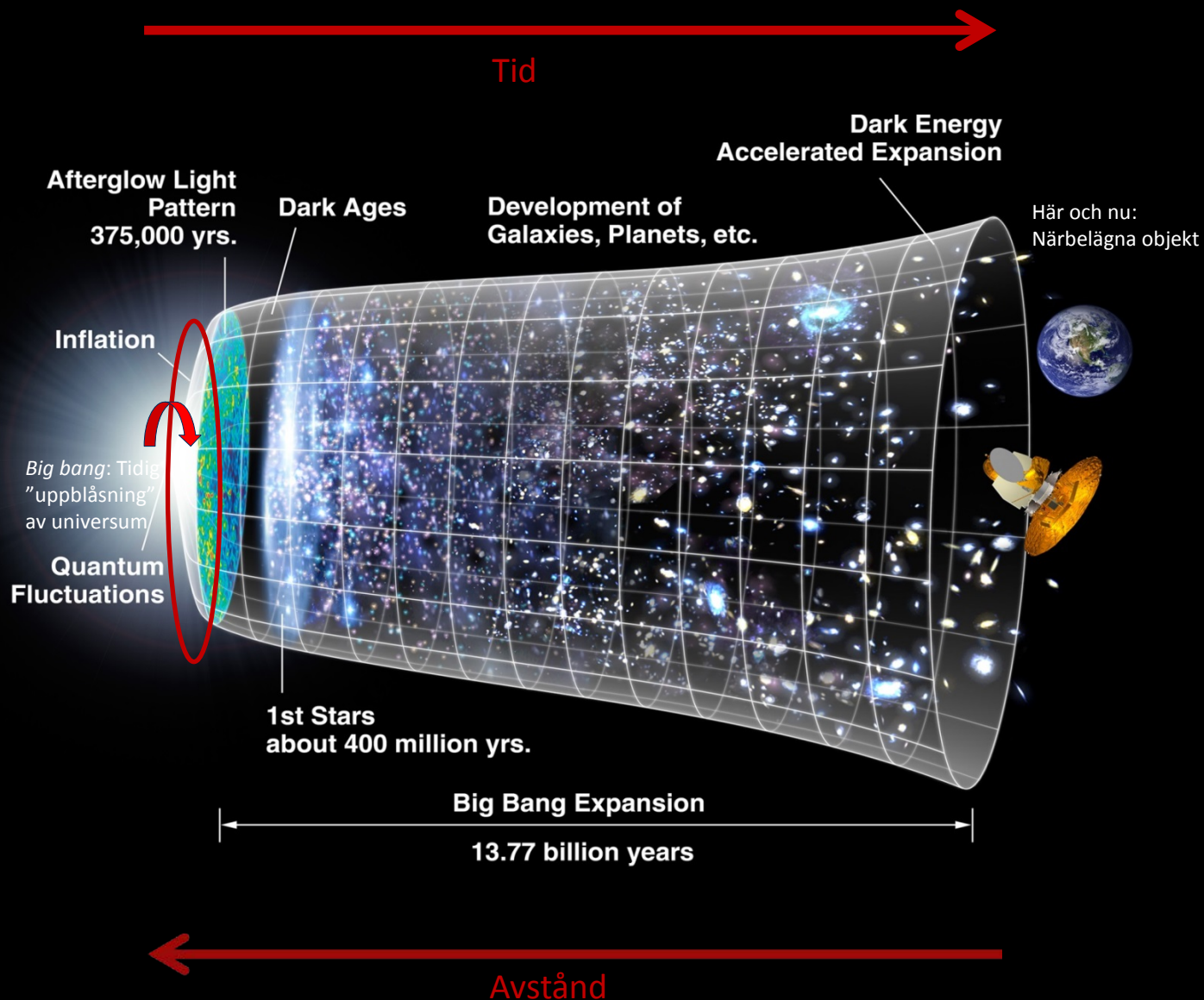


Bild: ESA/Planck

Universum i ett nötskal



Universum långt in i framtiden

- Vart är ”vi” på väg?



Sammanfattning

Moderna observationer och vältestade teorier visar att vårt universum

- beskrivs väl av *Big bang*-teorin (universum var mindre och hetare förr), som förklarar/förutsade expansionen, bakgrundsstrålningen och BB-nukleosyntesen
- sedan några miljarder år expanderar accelererat
- till största delen är ”mörkt” (mörk materia, mörk energi)

Länktips

- Planetarieprogram:

<http://www.astronomi.nu/lankar.html>

(gå ned på sidan, till rubriken "Planetarieprogram"; det första är sannolikt bäst när man vill ha ett gratisprogram)

- Stjärnkarta för att hitta Andromedagalaxen:

Nästföljande sidor



