

A composite image featuring a man in profile looking up at a starry sky. The sky contains a ringed planet, a bright star, and a large blue and orange nebula. A translucent blue DNA double helix is overlaid on the scene. The text 'Alt det vi IKKE ved' is written in red at the top, and 'FRA BIG BANG TIL MODERNE MENNESKE' is written in white and blue at the bottom.

Alt det  
vi IKKE ved

FRA  
BIG BANG  
TIL  
MODERNE MENNESKE

The background features a complex, abstract pattern of glowing lines and circles. The lines are primarily blue and yellow, creating a sense of depth and movement. The circles are also glowing, with some appearing as concentric rings. The overall effect is reminiscent of a cosmic or scientific visualization, such as a particle detector or a model of the early universe.

# Det tidlige Univers

# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

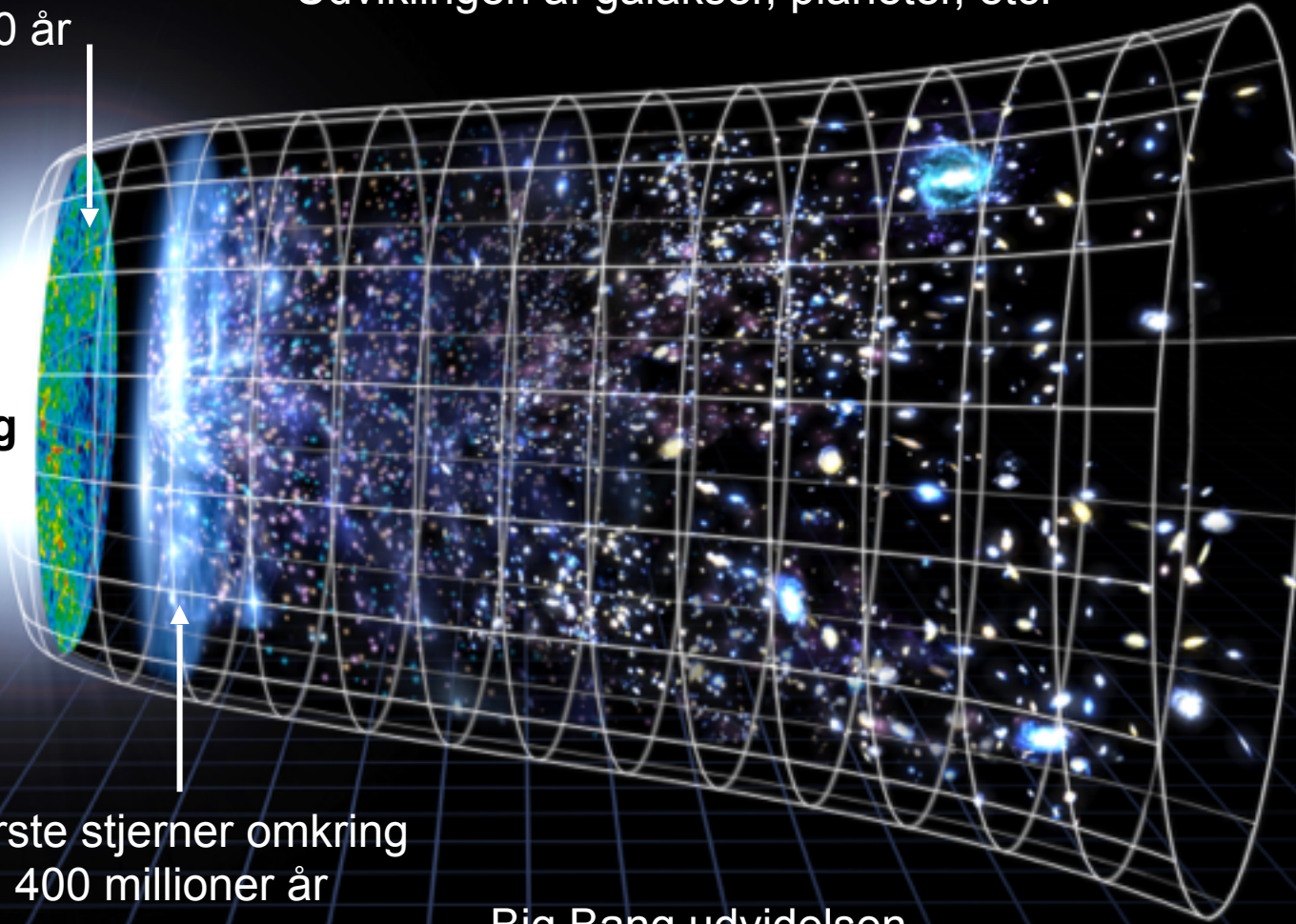
**Big Bang**

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet



# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvad startede Big Bang og hvad var der før?

Big Bang

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet



# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvad startede Big Bang og hvad var der før?

Dette er to ganske udbredte spørgsmål, som dog (foreløbig) slet ikke sorterer under videnskab!

Grunden er, at videnskabelige teorier skal være falsificerbare, og vi har (foreløbig) ikke nogen måde at gøre dette på for perioden før Big Bang.

Hubble-  
teleskopet



Big  
Bang

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvordan opstod stoffet i Universet?

Big Bang

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet



# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvordan opstod stoffet i Universet?

Dette sorterer under et af det 21. århundredes store spørgsmål og her er vi ikke på bar bund, men dog langt fra målet.

**Big Bang**

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

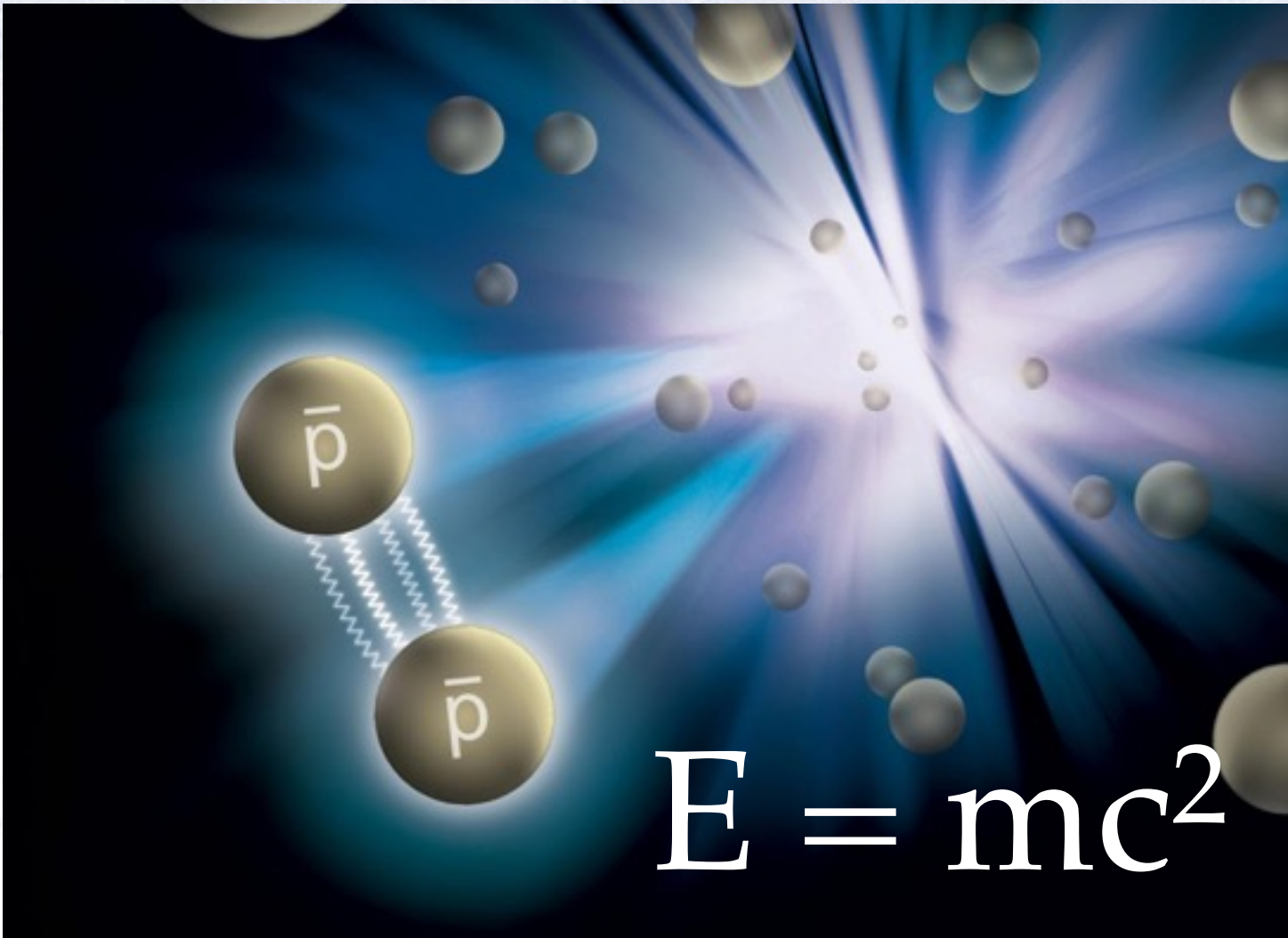
13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet



# Stof vs. Antistof

Fra energi blev der i starten af Universet skabt lige store mængder stof og antistof, men af en eller anden grund "vandt" stoffet.



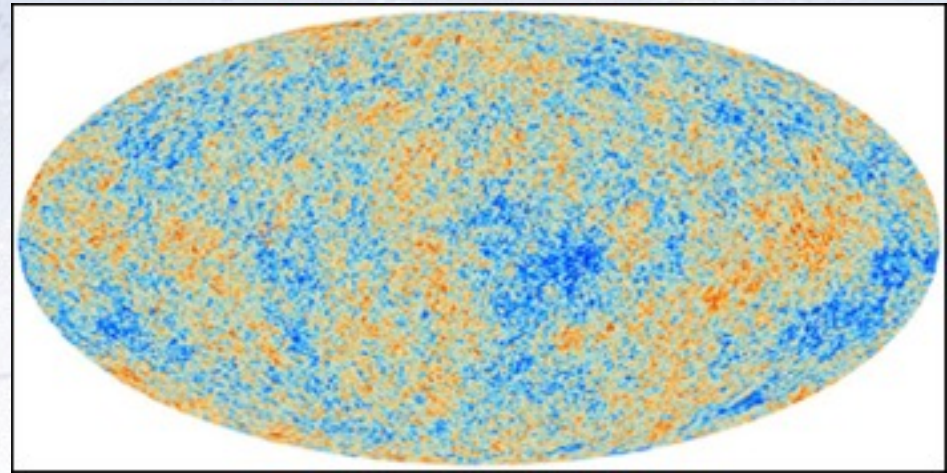


# Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

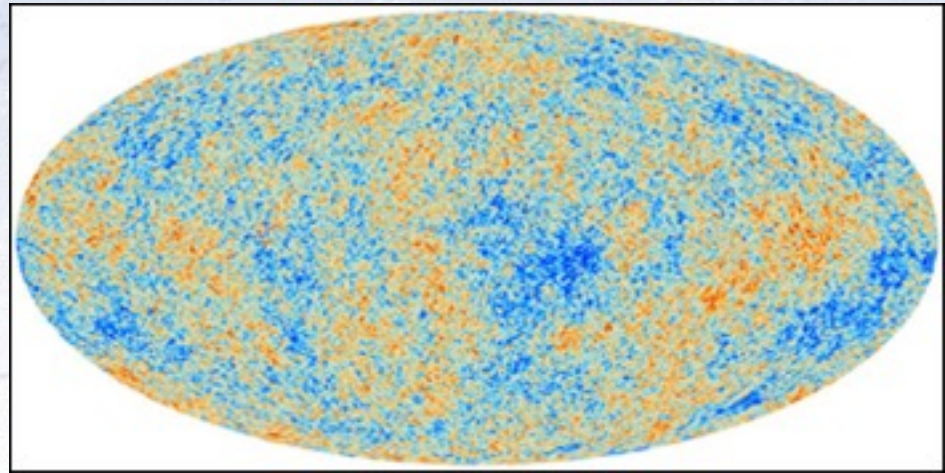
- Brud på Baryon number (B) bevarelsen.
- C- og CP-symmetribrud.
- 1. ordens faseovergang.

# Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

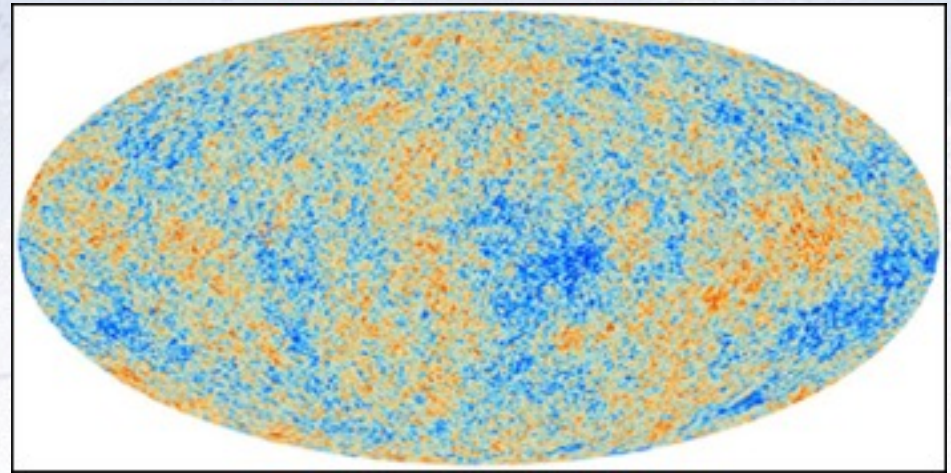
- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud.
- 1. ordens faseovergang.

# Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

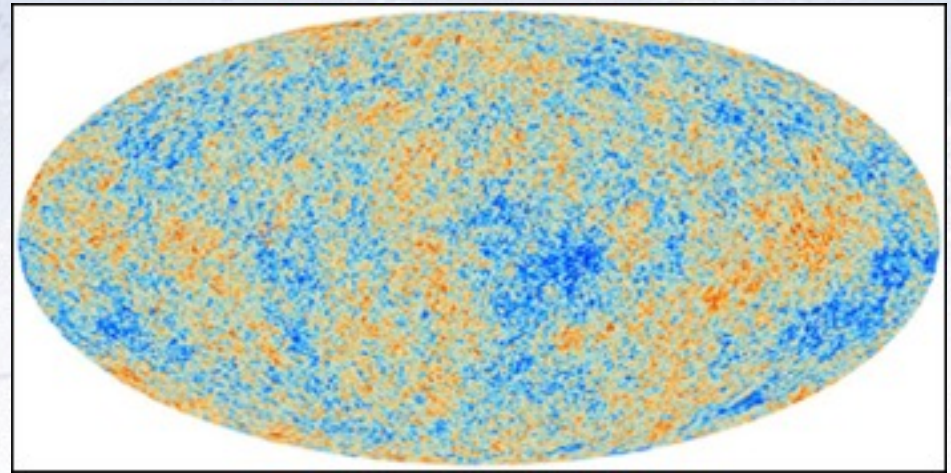
- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud. ✓ (med quarker & måske leptoner?)
- 1. ordens faseovergang.

# Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

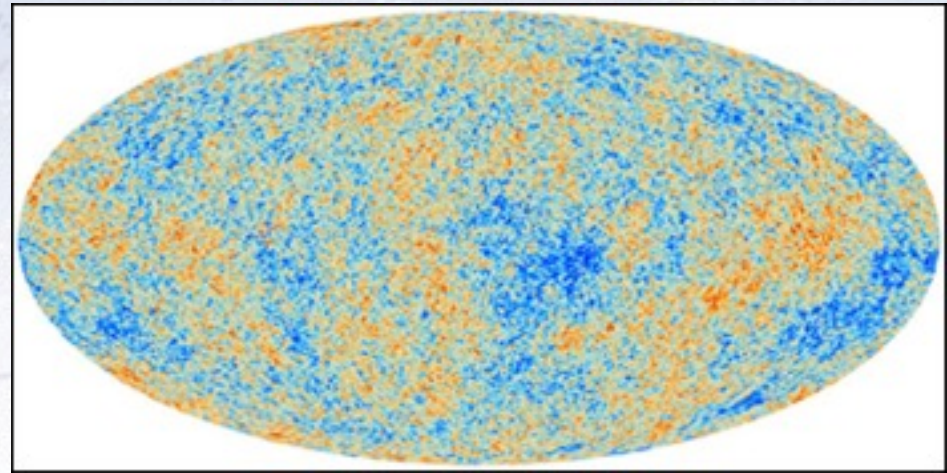
- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud. ✓ (med quarker & måske leptoner?)
- 1. ordens faseovergang. ✓ (fra Higgs-partiklen)

# Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud. ✓ (med quarker & måske leptoner?)
- 1. ordens faseovergang. ✓ (~~fra Higgs partiklen~~)

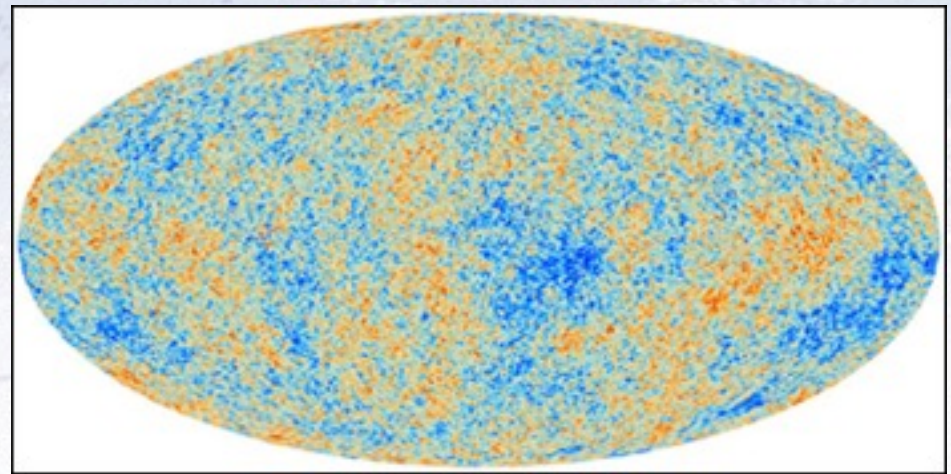
Faktisk IKKE! BUMMER...

# Ingredienser til stof i Universet

Hvad ved vi:

For hver **1 proton** var der omkring **1.000.000.000 fotoner!**

Disse fotoner ser vi i den kosmiske mikrobølge baggrundsstråling, som skabtes ved annihilationen mellem stof og antistof i det tidlige Univers.



Cosmic Microwave Background as measured by Planck.

Hvilke ingredienser kræves der for at få den krævede stof-antistof asymmetri?

Disse krav ("Sakharov conditions") er:

- Brud på Baryon number (B) bevarelsen. ✓ (gennem sphalerons)
- C- og CP-symmetribrud. ✓ (med quarker & måske leptoner?)
- 1. ordens faseovergang. ✓ (~~fra Higgs partiklen~~)

Faktisk IKKE! Bummer... men interessant!

# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvad består Universet af?

Big Bang

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet



# Galaxers rotation



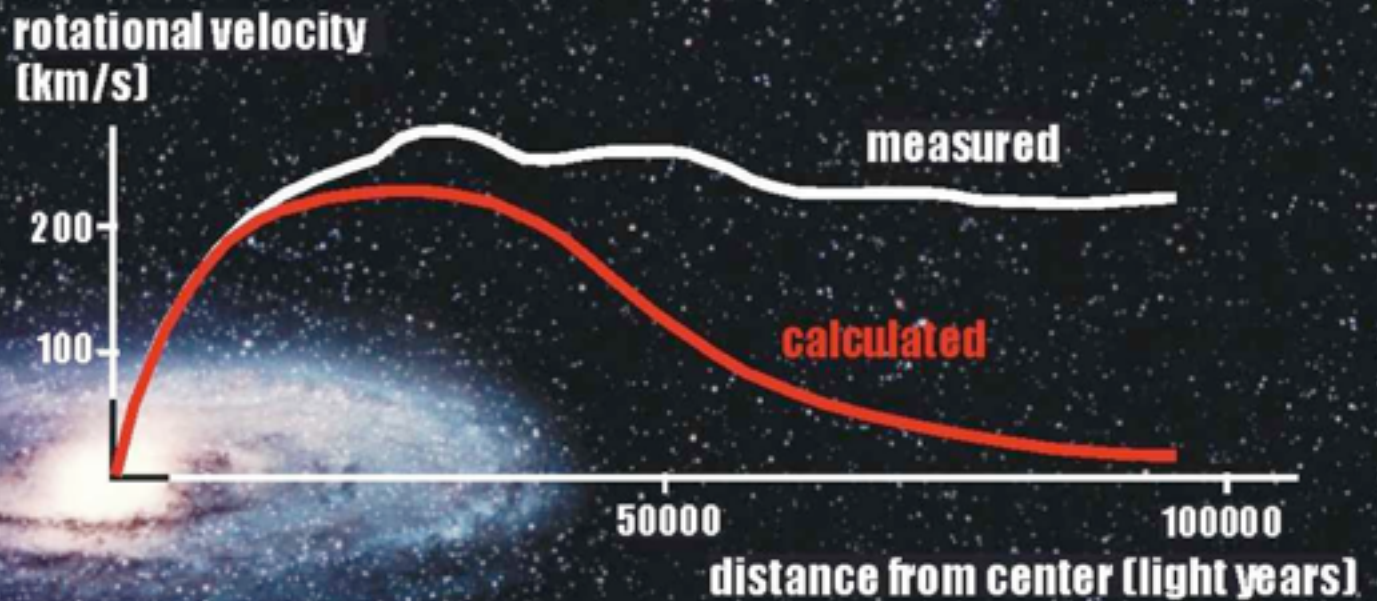
Fritz Zwicky, 1898-1974



Vera Rubin, 1928-2016



# Galaxers rotation



# Galakters rotation

Mørkt stof får galakser til at rotere hurtigere, end man ville fra blot at betragte alt det "normale" lysende materiale i galaksen.

**With Dark Matter**



**Without Dark Matter**

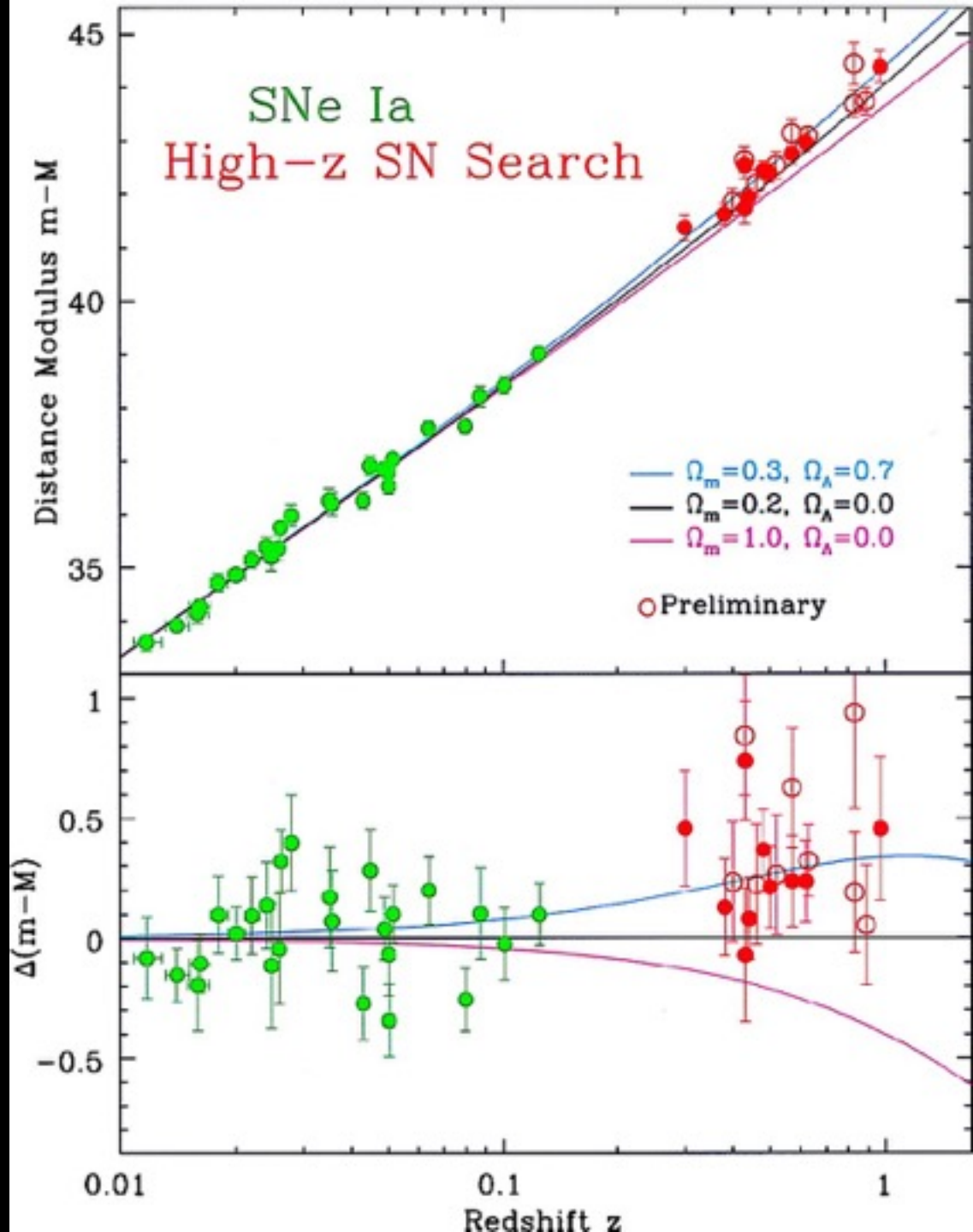


# Universets Udvidelse

Hubbles lov fortæller os, at jo længere væk tingene er, jo hurtigere bevæger de sig væk fra os.

Men hvad med ting meget langt væk, hvis lys er nået os efter milliarder af år? Havde de samme hastighed dengang, eller har noget ændret sig?

Det har det i den grad, og **stik modsat af det forventede!!!**



# Hvad består Universet af?

(...og hvordan ved vi det?)

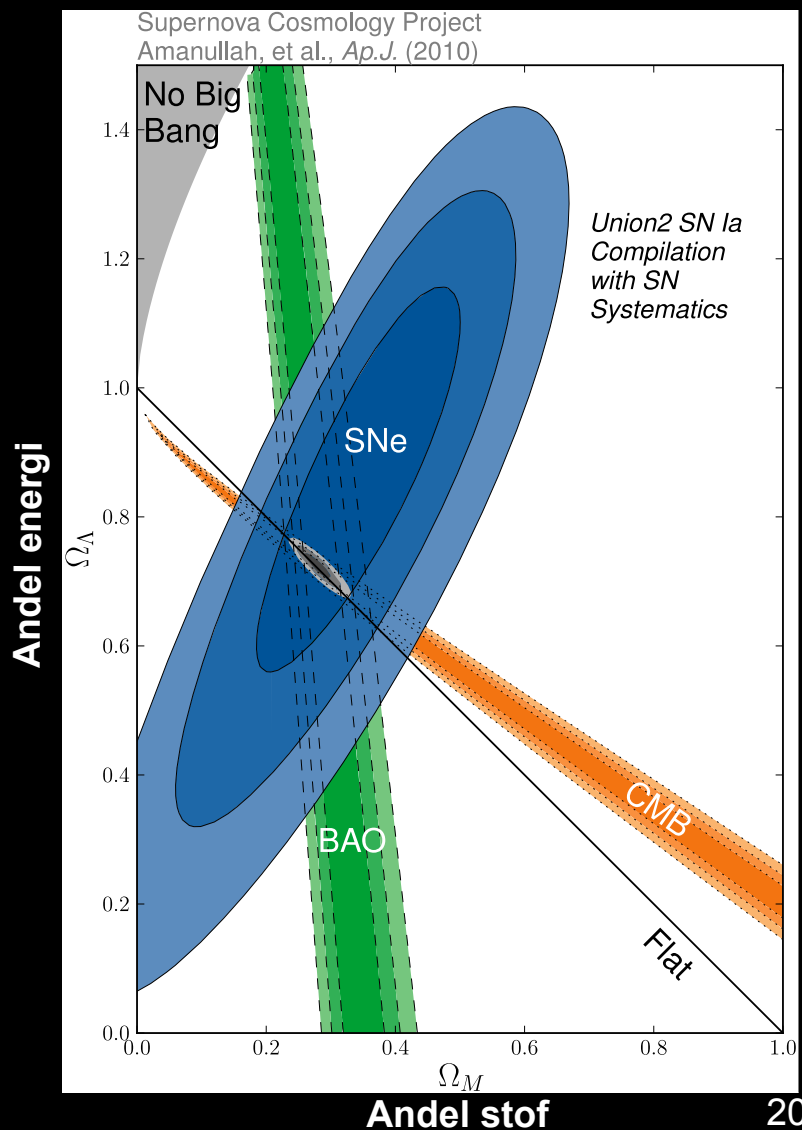
Tre forskningsfelter observere Universet på hver deres måde:

- **Kosmisk mikrobølgebaggrund (CMB)**
- **Fjerne supernovae (SNe)**
- **Galakseformation (BAO)**

Hver af felterne forsøgte at måle:

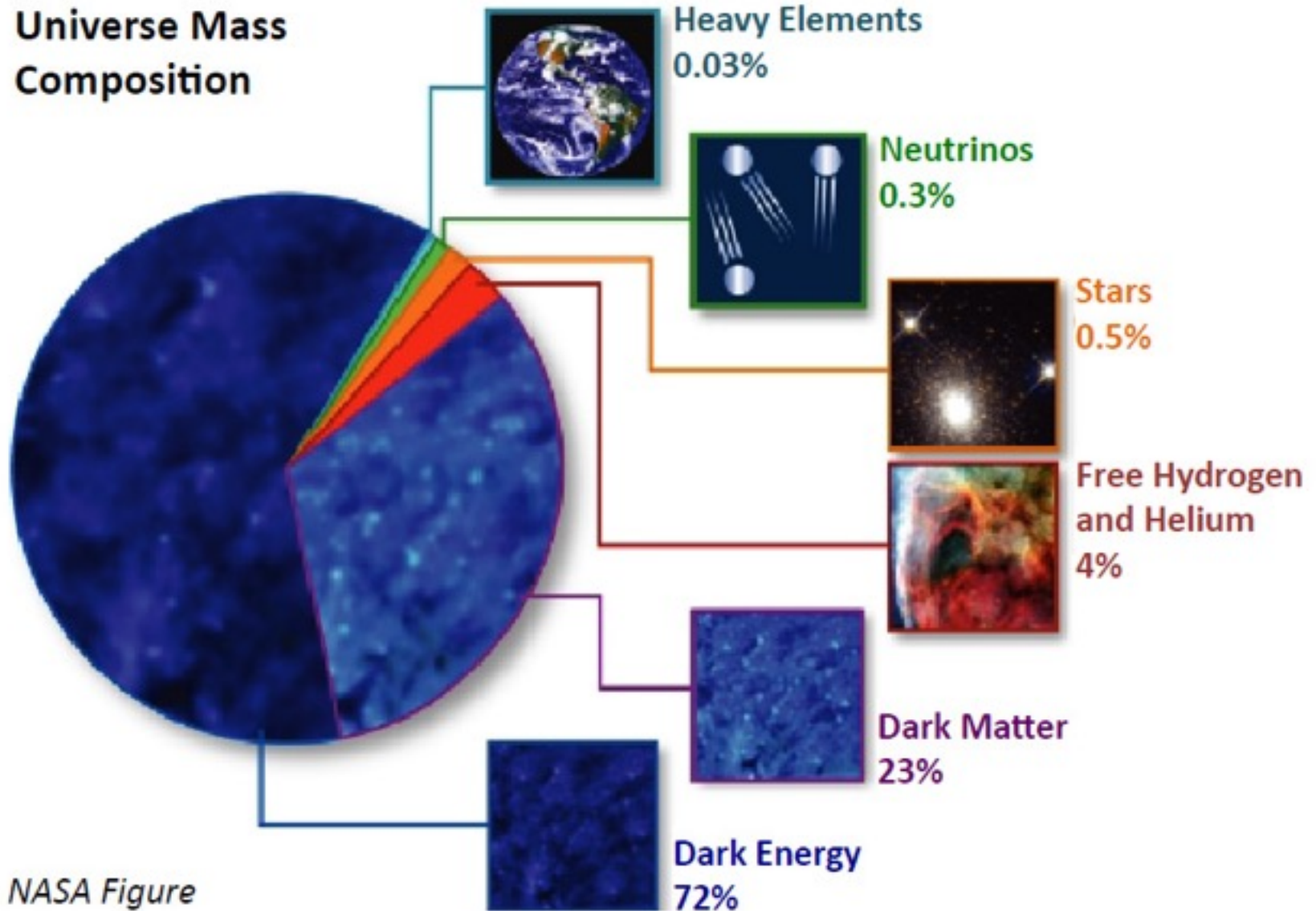
- x) Andelen af **stof** i Universet
- y) Andelen af **energy** i Universet

**...og de er enige!!!**



# Universets bestanddele

Universe Mass  
Composition



NASA Figure

# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: OK, hvilke grundstoffer består  
Universet af, og forstår vi hvorfor?

Big  
Bang

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet





# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvor kommer Jordens vand fra?

Big Bang

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet





# Vandets oprindelse

Prøver fra månen viser, at Jorden og månen har samme kilde til vand.

Jordens vand har ikke samme forhold af Deuterium / Hydrogen, som fire kendte kometer har, hvilket skulle udelukke at vandet kommer udelukkende fra kometer, hvis altså disse kometer er repræsentative!

Jordens have kan også have skiftet D / H forhold gennem tiden...

# Vandets oprindelse

Prøver fra månen viser, at Jorden og månen har samme kilde til vand.

Jordens vand har ikke samme forhold af Deuterium/Hydrogen, som fire kendte kometer har, hvilket skulle udelukke at vandet kommer udelukkende fra kometer, hvis altså disse kometer er repræsentative!

Jordens have kan også have skiftet D/H forhold gennem tiden...

Vi ved det ikke!

# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvordan opstod livet på Jorden?

Big Bang

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet



# Livets opståen på jorden



## (Mulige) Ingredienser:

- Der skabtes aminosyrer i solsystemet.
- Passende atmosfære og flydende vand.
- Rigtig temperatur og overskud af energi.
- Relativ stabilitet men også dynamikker.

# Livets opståen på jorden

Vi ved det ikke!

## (Mulige) Ingredienser:

- Der skabtes aminosyrer i solsystemet.
- Passende atmosfære og flydende vand.
- Rigtig temperatur og overskud af energi.
- Relativ stabilitet men også dynamikker.

# Jordens klima

# Universets historie

Første atomer  
379.000 år

Udviklingen af galakser, planeter, etc.

Q: Hvor almindeligt er planeter og måner ved andre stjerner?

Big Bang

Første stjerner omkring  
400 millioner år

Big Bang udvidelsen

13.8 milliarder år

Hubble-  
teleskopet

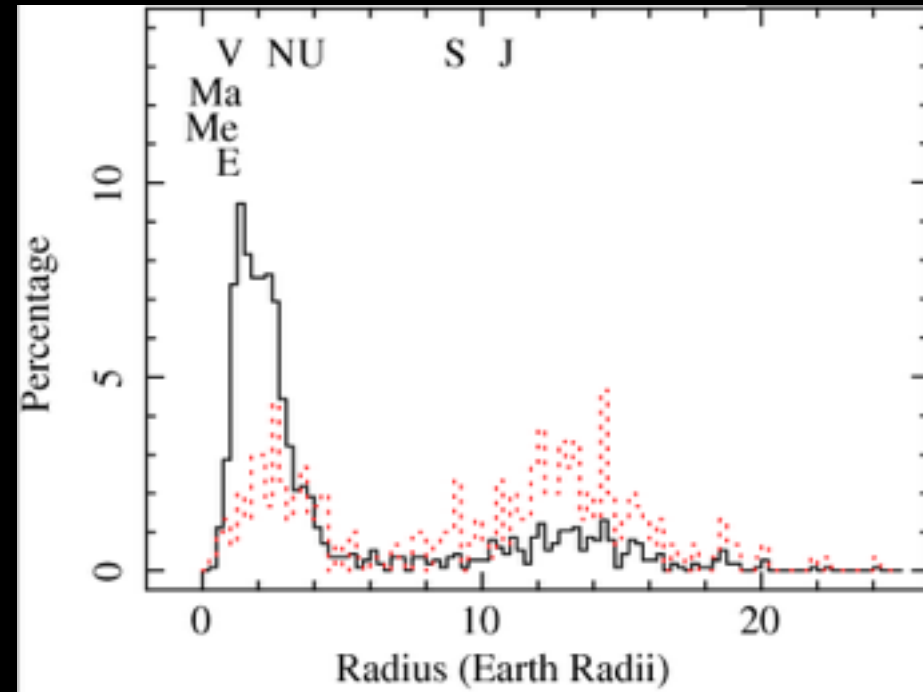
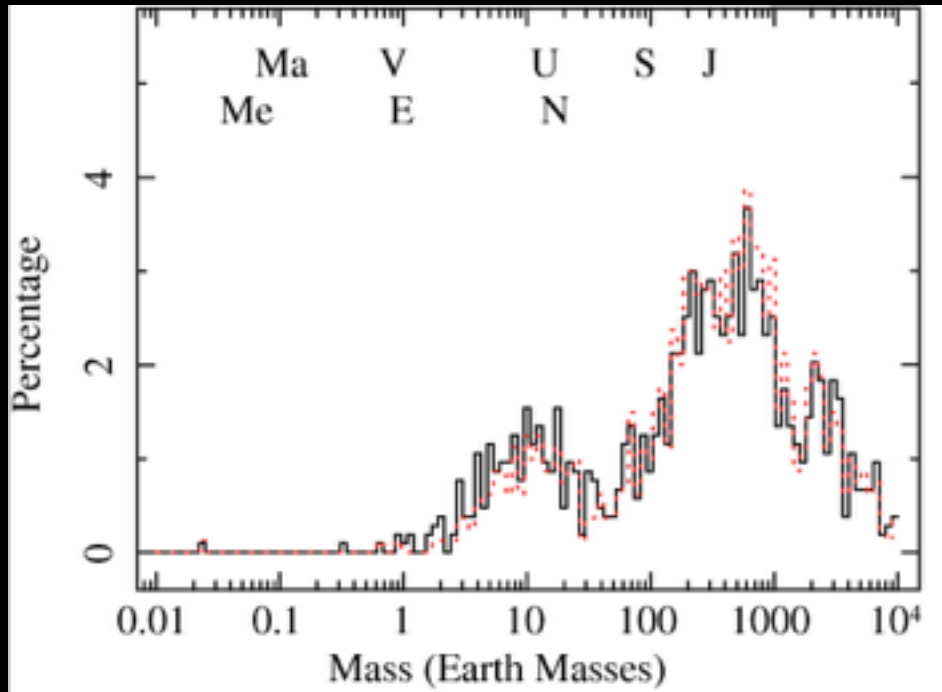


# Exoplaneter - en gylden æra?

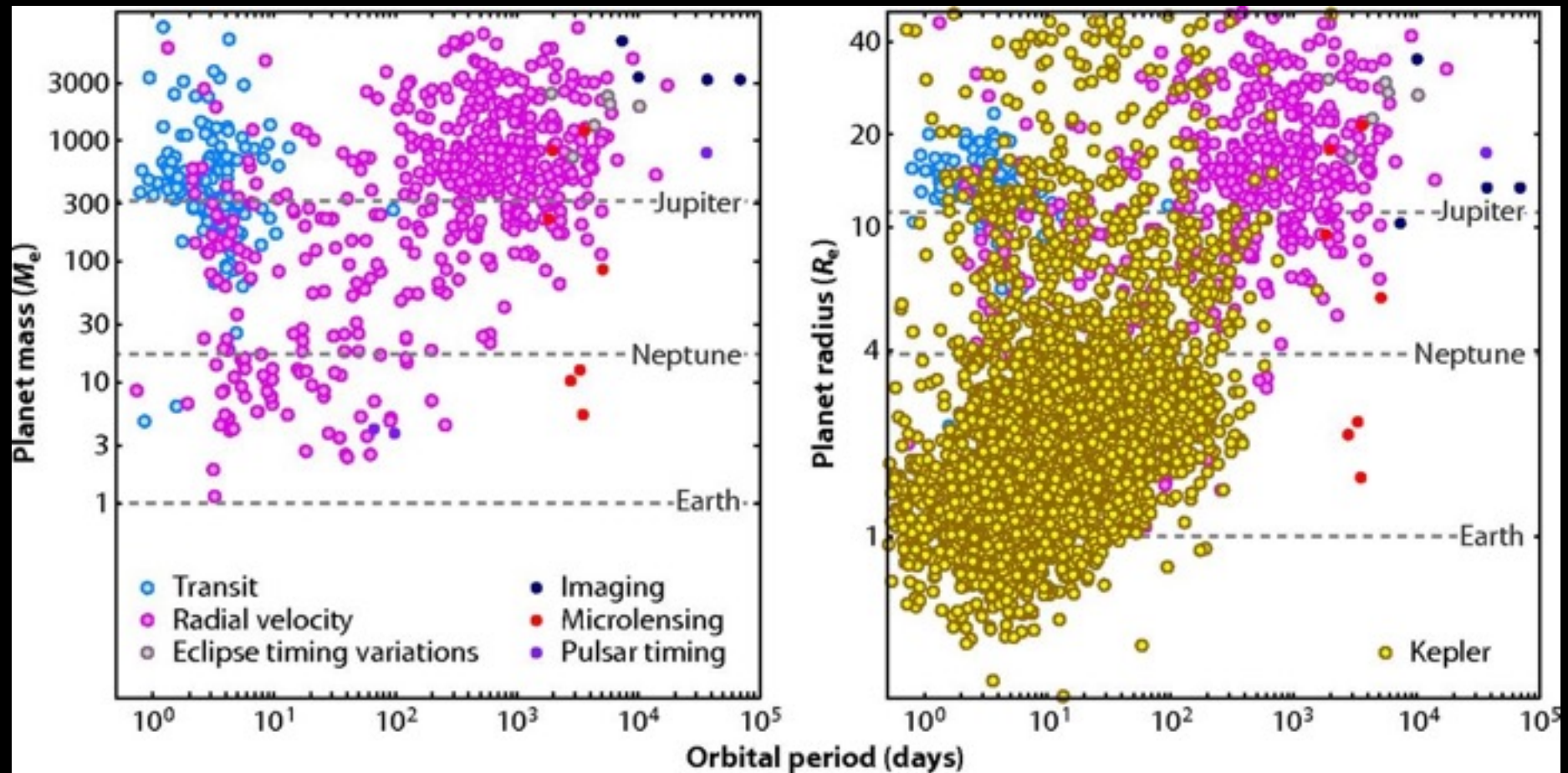




# Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande? Alder? Komposition? Atmosfære? Liv?

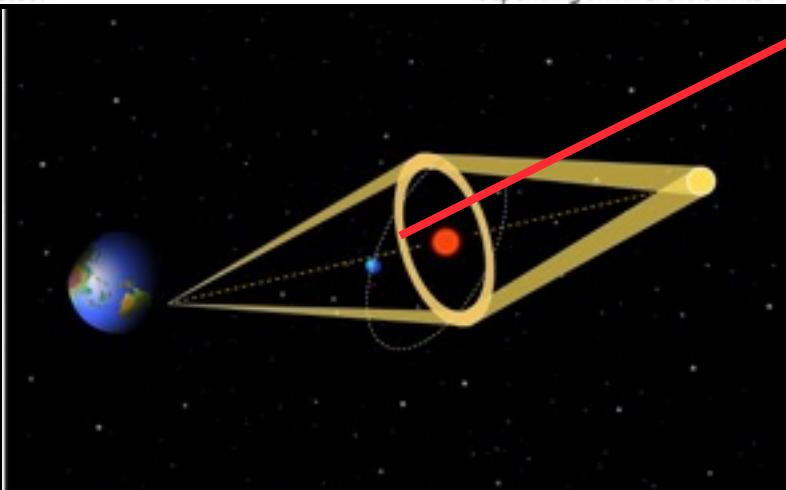
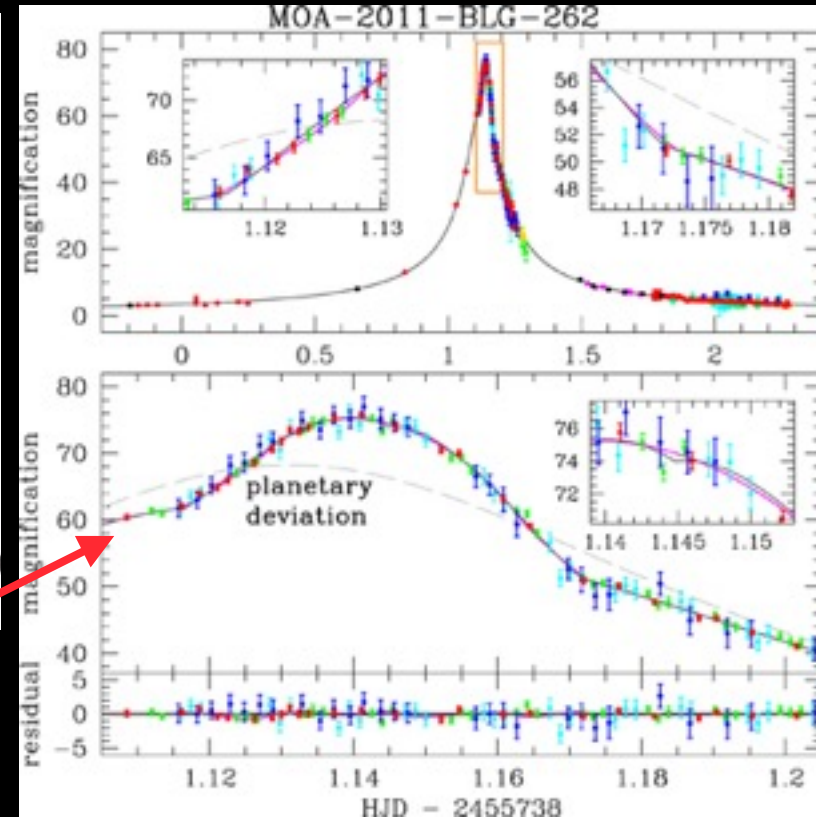
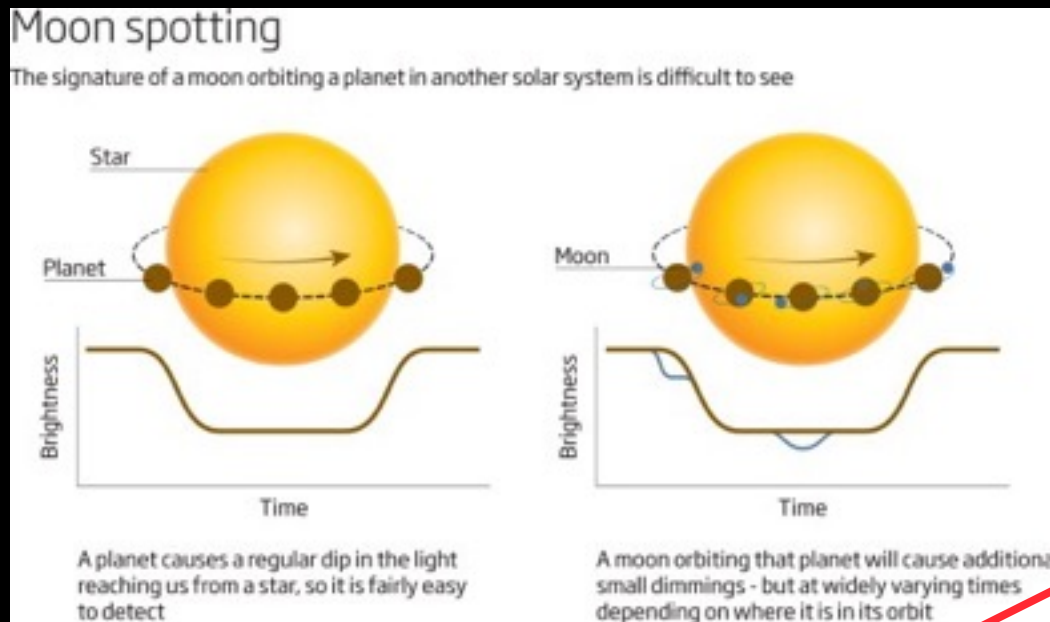


# Hvor mange? Hvor store? Hvilke afstande? Alder? Komposition? Atmosfære? Liv?



# Exomåner

Exomåner skulle være små "hop" på de allerede små exoplanet signaler.



Interessant nok har man muligvis allerede set en exomåne (med gravitational lensing).

The background features a complex, abstract pattern of glowing lines and circles. The lines are primarily blue and yellow, creating a sense of depth and movement. The circles are also glowing, with some appearing as concentric rings. The overall effect is a futuristic, digital aesthetic.

**Bonus slides**