

Tro og viden om universet gennem 5000 år

Erik Høg
Niels Bohr Institutet, København

Indhold:

- **Universet, vi ved nu:** 14 milliarder år gammelt
- **Dante's univers, for 700 år siden:**
Den Guddommelige Komedie
- **Videnskab, hvordan vi har fundet ud af det:**
Fra babylonerne til Tycho Brahe og vor egen tid

Opdateret den 20. marts 2010

Himmelskiven fra Tyskland Skiven fra Nebra



1600 f. Kr.
Tidlig bronzealder

Sol, Måne og stjerner

Første kendte billede af universet

2

Hvad er der oppe i Himlen ?

For mennesker til alle tider :

- Måne, Sol, planeter, stjerner

For kristne i oldtid og middelalder :

- desuden *Gud, englene og de salige*

For nutidens astronomer :

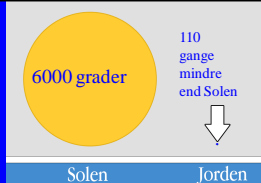
- **Måne, Sol, planeter, stjerner**
+ stjernehaube, galakser, støv, gas
+ hvide dværge, neutronstjerner, sorte huller
+ kvasarer, usynligt mørkt stof

Allerførst:

Hvad er en stjerne?

En stjerne er ligesom Solen en kugle af glødende gas.

Det meste er brint og helium



Hvorfor er Jorden rund?

Solen, Jorden, Månen, planeterne er kugler på grund af **tyngdekraften** fra deres egen masse

Tyngdekraft - Massetiltrækning

er den stærkeste kraft i universet ved afstande > atomer

4

Mennesket på opdagelse

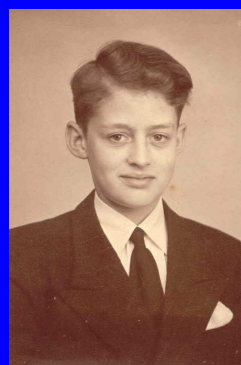
- På Jorden: Med **fx Galathea ekspeditionen**
- I himlen og universet: Med **astronomi**

Vi rejser tilbage i tiden
14.000.000.000 år

til det **tidlige univers** kort efter Big Bang
før de første stjerner

Vil I med???

5



1946:

Erik Høg – 14 år

Går i skole
Læser om astronomi

Bygger kikkerter
Kigger stjerner

6

Hipparcos satellitten

Målte 2,5 millioner stjerner i 1989-93

Afstande, positioner, bevægelser og lysstyrker



Tycho-2 kataloget

Medalje 1999 fra ESAs
Direktør for Videnskab:

Erik Høg = en asteroide


2009: Medalje fra Rosland

7

Jorden og Månen

afstand 400 000 km
lyset tager 1.3 sekund

12700 km



9

Rejsen i universet fortsætter:

Planeterne

Hvor kommer navnene fra? Venus, Mars...

Erik Høg = en asteroide



Merkur Venus Jorden Mars Jupiter Saturn

Uranus Neptun Pluto

Lyslet tager 6 timer

9

Jupiters måner, de fire store



Io Europa Ganymede Callisto

Erik Høg 10

Krabbetågen

- Støv og gas i afstand 3400 lysår = Lyset er på vej i 3400 år

En supernova eksploderede her i år 1054 e.Kr.

Det så astronomer i Kina og Japan

Stjerner er genbrugsstationer i universet:
Brint → Energi + **Tunge grundstoffer**

9 milliarder år
efter Big Bang

→ **Solen + Jorden**

→ **Mennesker**



12

Andromeda galaksen

med to dværggalakser

100 milliarder stjerner
= 20 stjerner pr. menneske

Afstand =
2,2 millioner lysår

1 lysår =
9.500.000.000.000 km



13

Hele universet er ca. 14 milliarder år
Universet udvider sig ...
Hubble Rumteleskopet:
 De lyssvageste af galakserne ses 13 milliarder år tilbage




Disse stjerner og tågen er dannet milliarder af år efter Big Bang

Universet så sådan ud kun 400.000 år efter Big Bang

**3000 grader
0,1 grad forskelle**

3000 grader
0,1 grad forskelle

Vi modtager mikrobølger

Hvor kom det lys fra ??? *Vil I vide det ???*

Dante Alighieri (1265-1321)
 Den Guddommelige Komedie (1307-1320)

UNIVERSET:

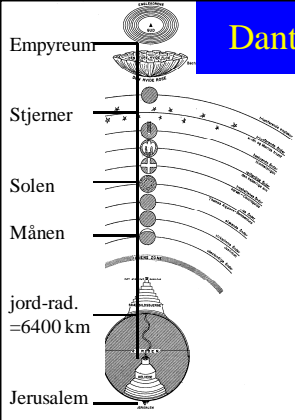
Empyreum med Gud, engle og helgener

Himmelske sfærer af fiksstjerner, planeter og Måne

Sfærisk Jord med **Sfærskildens bjerg** modsat Jerusalem og **Helvede** inde i Jorden

15

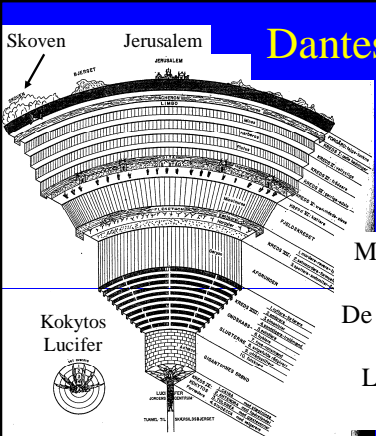
Dantes univers



	Ptolemæus	Sand værdi
Stjerner	20.000	> 10.000 millioner jord-rad.
Solen	1210	25.000
Månen	33-64	60 jord-rad.
Jordens radius	=6400 km	Jordens radius = 6400 km

16

Dantes helvede



Skoven Jerusalem

Kokytos Lucifer

Mordere
 De ondeste
 Lucifer

17

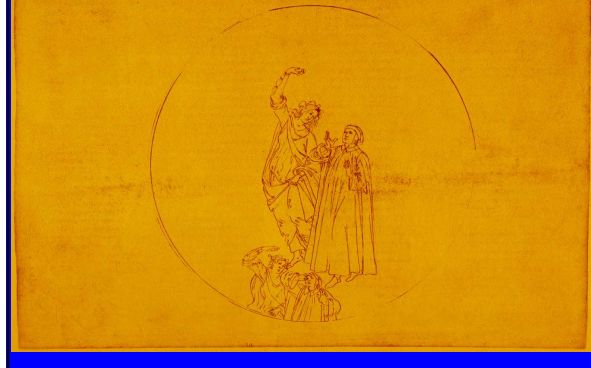


Dante og Vergil med Lucifer

*Sandro Botticelli ~1500:
 Divina Commedia*

18

Dante og Beatrice op mod Månen



Dante med Beatrice og Månens ånder



Dante og Beatrice med stjernerne



Hvad er der oppe i Himlen ?

For mennesker til alle tider :

- Måne, Sol , planeter, stjerner

For kristne i oldtid og middelalder :

- desuden *Gud, englene og de salige*

For nutidens astronomer :

- **Måne, Sol, planeter, stjerner**
+ stjernehoer, galakser, støv, gas
+ hvide dværge, neutronstjerner, sorte huller
+ kvasarer, usynligt mørkt stof

Himmelskiven fra Tyskland Skiven fra Nebra



1600 f. Kr.
Tidlig bronzealder

Sol, Måne og stjerner

Første kendte billede
af kosmos.

23

En historisk oversigt

Fysik er enkelt, i sammenligning med fx meteorologi og biologi

Filosofi og videnskab hos *babylonere og grækere*

- 3300 Babylon: 60-tal system; matematik og astronomi
- Gilgamesh' flod og Noahs Syndflod

- 570 Thales: Alt er vand; naturlige forklaringer

- **450 Anaxagoras:**

*Solen er en glødende klippe
så stor som hele Peloponnes*

- 350 *Aristoteles*: Årsagerne; tiden er cyklisk
- 250 *Archimedes*: Matematisk beskrivelse af målinger
ikke årsager

24

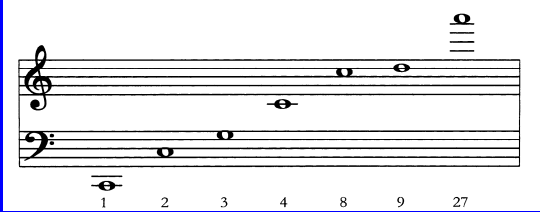


Det græske kosmos ~ 500 f. Kr.

Jorden består af **Jord, vand, luft og ild**

Omkring Jorden er sfærer med **Månen, planeter, Solen og stjerner**

Platons afstandsskala for planeterne ~ 400 f. Kr.



Månen Solen Venus Merkur Mars Jupiter Saturn

Erik Hog 26

Platon og Aristoteles ca. 350 f.Kr.



Aristoteles:

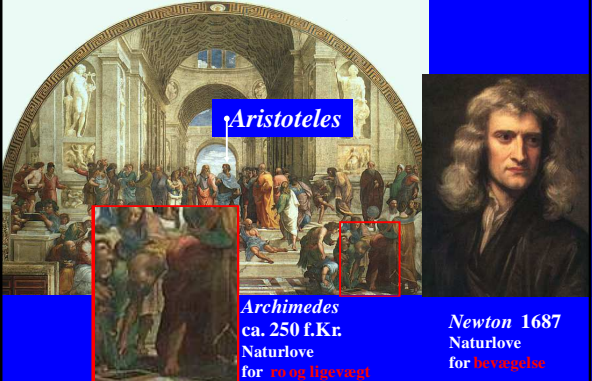
Årsagerne
Teori for hele universet
Tiden er cyklisk
Spekulation!
Et genielt og modigt forsøg

Archimedes:

Matematisk beskrivelse af målinger – **ikke-kranger**
Fx teori for ligevægt:
Ældst gyldige naturlove!

27

Skolen i Athen malet af Rafael i 1510




Aristoteles

Archimedes ca. 250 f.Kr.
Naturlove for **ro og ligevægt**

Newton 1687
Naturlove for **bewægelse**

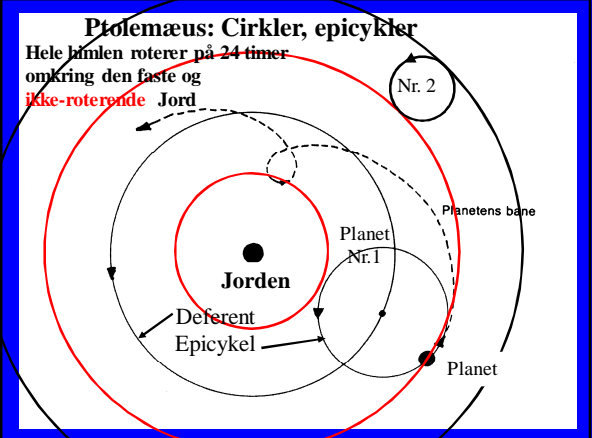
Ptolemæus måler ~150 e. Kr.

Fra G. Reisch, 1512



Ptolemæus: Cirkler, epicykler

Hele himlen roterer på 24 timer omkring den faste og **ikke-roterende Jord**



Jorden

Deferent

Epicykel

Planet Nr.1

Planet

Planetens bane

Nr. 2

Filosofi og videnskab hos kristne

Kirkens mænd havde tid til at tænke og undervise

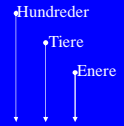
220 Origenes:
Hvad gjorde den evige Gud før han skabte verden?

400 Augustin:
Skabte Gud bare besværligheder?

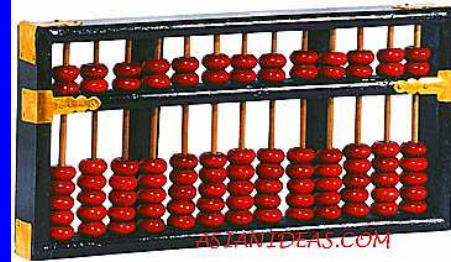
Augustin
Malet af Botticelli ca.1480



Romertal Positionstal
 = arabertal
XX = 20
CCCXV = 315



Regnebræt = abacus
Tidligste fund i Europa ca. 400 f.Kr.



32

45

Araberne:

Oversættelse af græske tekster og videnskab

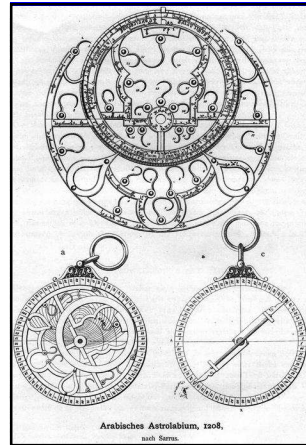


Harun al Rashid
766 - 809

Vort talsystem: fra Indien til Europa:

- 500 I Indien: Positions-tal: fx 0, 10, 203
- 820 Al-Khwarizmi: Algoritme; positions-tal; astronomi
- 1085 Toledo erobret af kristne; etableret arabisk bibliotek
- 1021 Alhazen: Bog om lys og optik
- 1120 I Europa: Al-Khwarizmi's bog om algebra oversat

33



Arabisches Astrolabium, 1208, nach Stern.

Arabisk Astrolabium, 1208

Anvendes til måling og beregning

Ca. 1750



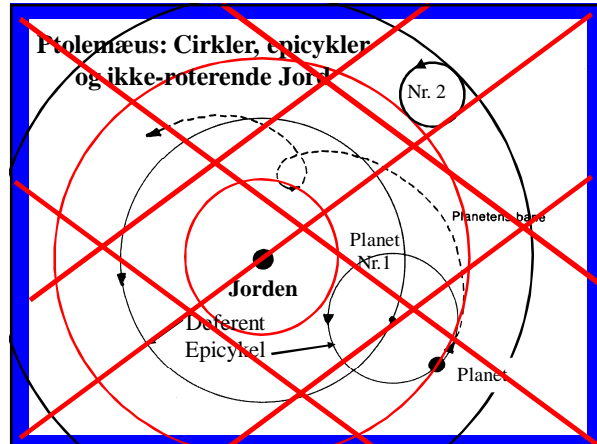
Gud som verdens arkitekt

*middelalderbibel ca. 1250
Codex Vindobonensis*

Og: Kirkens mænd havde tid til at tænke og undervise

35

Ptolemæus: Cirkler, epicykler og ikke-roterende Jord



Kopernikus 1514 og 1543

efter Aristarchos af Samos ~310-230 f. Kr.

Ny teori for universet:

Solen er i centrum,
IKKE Jorden

Jorden kredser omkring Solen på **et år**

OG

Jorden roterer på **24 timer**

Solen og to planeter
Heliocentrisk system



Kopernikus 1473 - 1543

37

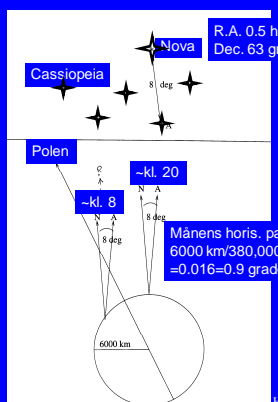
11. Nov. 1572

Nova Stella

Tycho Brahe målte novaen:
større afstand end Månen

Han selv mente i 1572:
Det er et mirakel
et tegn fra GUD

Vi siger i dag:
Han omstyrkede det
det antikke verdensbillede



R.A. 0.5 h
Dec. 63 gra.

Cassiopeia

Nova

8 deg

Polen

-kl. 20

-kl. 8

Månens horis. parallakse
6000 km/380.000 km
=0.016=0.9 grader

6000 km


Hog

38

Tycho Brahe på Hven 1576-97

En tønne guld

Sekstant 1580



SEXTANS ASTRONOMICUS TRIGONICUS
PRO DISTANTIIS SEMANDIS.

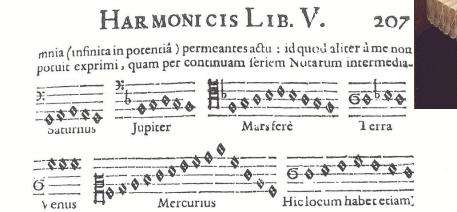
Hog

40

Kepler 1619 Harmonices Mundi

Harmonicis Lib. V. 207

omnia (infinita in potentia) permeantes adu : id quod aliter à me non potuit exprimi, quam per continuam feriem Nocturnum intermedia.



saturnus Jupiter Mars ferè Terra

Venus Mercurius Hic locum habet etiam;

Figur 17 Planetskalaer fra Harmonices mundi. En skalas længde er et attraktivt udtryk for den pågældende planets excentricitet. Jorden og Venus

Kepler fandt ~70 love for planeterne's bevægelse
Men vi nævner kun **3 af dem ...**

Erik Høg

40


Isaac Newton 1687:

Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica

Matematik 1665-66:
Differential- and integralregning

+ **Klare begreber 1687:**
Gravitation, kraft, acceleration, absolut tid, hastighed

>>> **Love for bevægelse:**
Keplers **3** love;
bevægelser i himlen og på Jorden....
>>> **Den tekniske revolution**



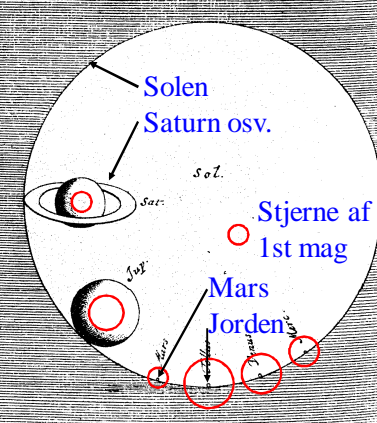
Erik Høg

41

Teleskopet: Galilei 1610

Planeters størrelse
Huygens 1698
teleskopisk

Ptolemæus
150 e. Kr.
blotte øje



Solen

Saturn osv.

Sol.

Sat.

Jup.

Mars

Jorden

Stjerne af 1st mag

37

Dantes univers

	Ptolemæus	Sand værdi
Stjerner	20.000	> 10.000 millioner jord-rad.
Solen	1210	25.000 jord-rad.
Månen	33-64	60 jord-rad.

Jordens radius = 6400 km

Empyreum
Stjerner
Solen
Månen
Jord-rad. = 6400 km
Jerusalem

43-44

Det synlige univers

År	Radius –lysår	Hvad/Hvem
150-1600	0,000.014	Sjernesfæren <i>Ptolemæus</i>
1900	30.000	Mælkevejen <i>Kaptein</i>
1960	2.000.000.000	Fjerneste galakser <i>Palomar 5 meter</i>
2006	14.000.000.000	Synlige univers <i>WMAP o.a.</i>

Copenhagen University - Erik Høg - Marts 2009 44

Det synlige univers

er 10^{15} gange større
end Tycho Brahe troede

$10^{15} = 1.000.000.000.000.000 = 1$ million milliarder gange

Tycho Brahe
ca. 1590

Ptolemæus
ca. 150 e. Kr.

Erik Høg

Hele universet er ca. 14 milliarder år
Universet udvider sig ...
Hubble Rumteleskopet:
De lyssvageste af galakserne ses 13 milliarder år tilbage

Netside: www.astro.ku.dk/~erik Læs f.eks.:
**Universets størrelse ... Gennem 2500år, og:
Verdens alder ifølge de højeste autoriteter**

Skolen i Athen malet af Rafael i 1510

HUSK!!!

Aristoteles

Archimedes
ca. 250 f.Kr.
Naturlove **HUSK!!!**
for *brug af rummet*

Newton 1687
Naturlove **HUSK!!!**
for *bevægelse*

HUSK!!!

Erik Høg 2008

*Videnskaben blev udviklet af tusinder
kendte og ukendte
gennem 5000 år*

Her er et af de ypperste resultater:

Kort over hele himlen med lys fra dengang
universet kun var 400.000 år
Hele universet : 3000 grader varm brint

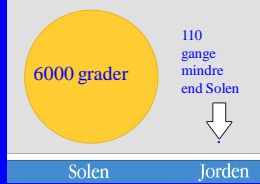
Lys fra dette tidlige univers
er siden blevet til mikrobølger

45

Til slut igen:

Hvad er en stjerne?

En stjerne er ligesom Solen
en kugle af glødende gas.
Det meste er brint og helium



Hvorfor er Jorden rund?

Solen, Jorden, Månen, planeterne
er kugler på grund af **tyngdekraften**
fra deres egen masse

Tyngdekraft - Masse tiltrækning - Gravitation
er den stærkeste kraft i universet ved afstande > atomer

www.astro.ku.dk/~erik

49

SLUT før DISKUSSION

Erik Høg - Januar 2008

50

Diskussion

???

Mørkt stof : 95 % af universets masse!!

Neutrinoer

Pluto, en planet ?

Andre planetsystemer end vort ?

Sorte huller ?

Var Einstein religiøs ? Var han troende ?

Universets størrelse ? Er det endeligt ?

Solens skæbne ?

Hvad var der før Big Bang ?

???

www.astro.ku.dk/~erik

51