

Renæssancen

– Da mennesket kom i centrum

© 2005 Sanne Stemann Knudsen og Kim Beck Danielsen
og Forlaget Systime A/S

Kopiering fra denne bog må kun finde sted i overensstem-
melse med aftale mellem Copy-Dan og Undervisnings-
ministeriet.

Ekstern redaktion: Knud Ryg Olsen
Grafisk tilrettelæggelse: Gitte Thorsted
Omslag: Lena Machong Harring

Sat med New Century Schoolbook 10,4/13

Trykt hos Nørhaven Book, Viborg
Printed in Denmark 2005

1. udgave, 2. oplag
ISBN 87 616 0734 701

Skt. Pauls Gade 25
DK-8000 Århus C
Tlf.: 70 12 11 00
www.systime.dk
systime@systime.dk

derne omskrivning en ligning af typen $x^3 + bx = c$, hvor b og $c > 0$. Cardano bruger imidlertid en geometrisk sprogbrug, som stammer fra grækernes matematik, der opfattede ukendte størrelser som liniestykker. I nedenstående regel angiver ordet ting en ukendt størrelse og svarer til ligningens x , antallet af ting svarer til b og når tingen opløftes til en kube, svarer det til at man opløfter x i tredje potens. Det tal der tales om svarer til c , et binomium bruges om størrelser af formen $a + b$, medens apotom bruges om $a - b$.

Regel

„Opløft en tredjedel af antallet af ting til en kube, til hvilket du adderer kvadratet på halvdelen af ligningens tal, af det hele uddrager du roden, dvs. kvadratroden, som du tager to af. Til den første adderer du halvdelen af tallet – som var blevet ganget med sig selv – fra den anden trækker du den samme halvdel. Du vil da have et binomium og dets apotom, træk så kubikroden af apotomet fra kubikroden af dets binomium, den rest der kommer ud af det, er tingen der skulle bestemmes.“

Det ændrede verdensbillede – fra geocentrisk til heliocentrisk

Middelalderens verdensbillede var en sammenfatning af det antikke verdensbillede og en kristen-religiøs virkelighedsopfattelse.

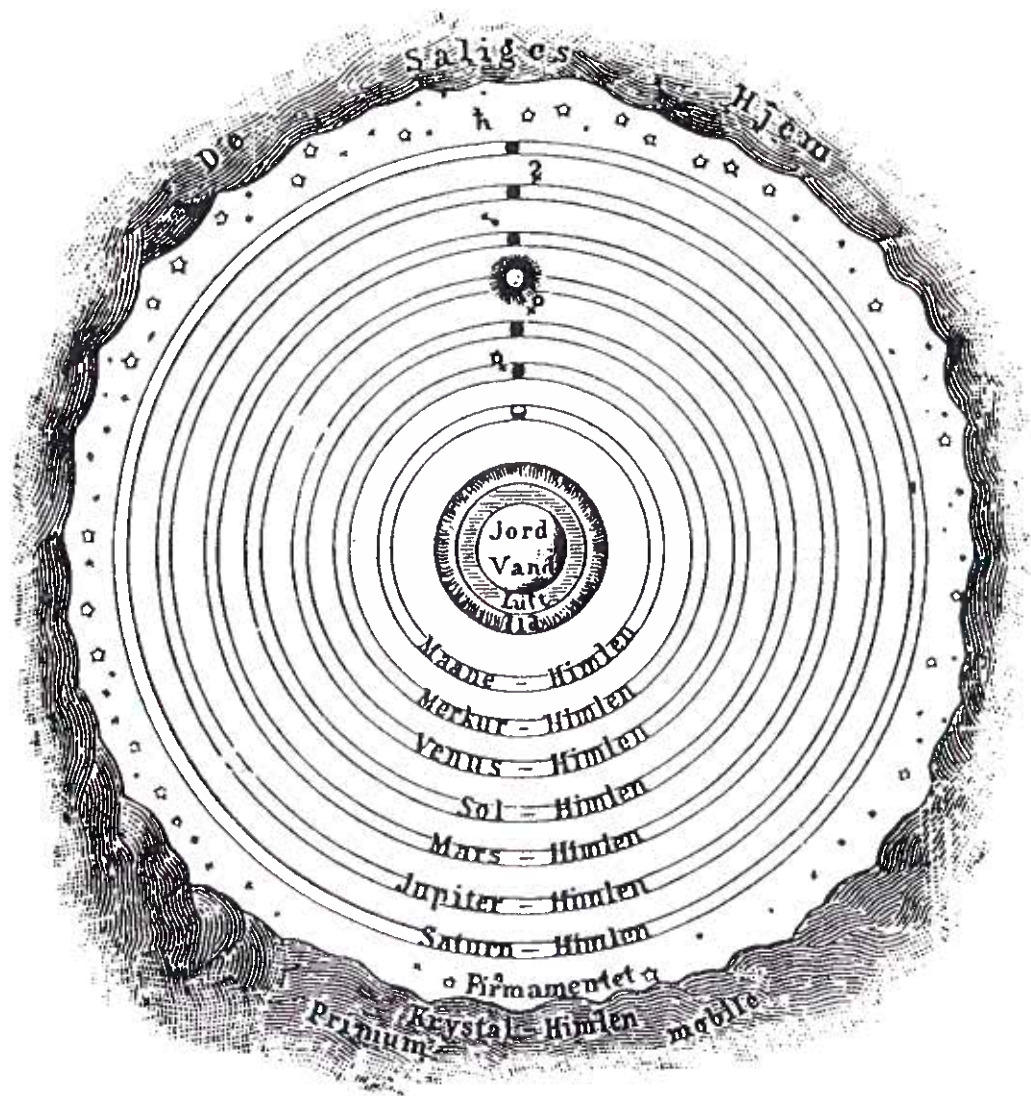
Det antikke verdensbillede var blevet præciseret af egypteren Ptolemæus (100-170), oldtidens måske vigtigste astronom, der nedskrev astronomiske iagttagelser og teorier i et stort værk „Almagest“, der især byggede videre på grækeren Aristoteles' (÷384 til ÷322) teorier. Det aristoteliske og ptolemæiske verdensbillede er geocentrisk dvs. har jorden som midtpunkt. Det opfatter jorden som værende stillestående og i verdens centrum. Uden om denne stillestående jord kredser så solen, månen og planeterne i sammensatte cirkelbevægelser.

I middelalderen sker en slags forening af det kristne-religiøse verdensbillede og antikkens filosofisk-videnskabelige verdensbillede. Gud, bliver så at sige placeret som Herren i Himlen i det ptolemæiske univers, der er en skarp afgrænsning mellem den jordiske og den himmelske verden, og det medfører et værdihierarki (jord – himmel – paradys), der betyder, at jo længere man fjerner sig fra jorden og op gennem himmelsfærrerne jo bedre, og jo tættere kommer man på Gud. Det hele kulminerer i fuldkom-

menheden Empyreum, der hos Ptolemæus var fiksstjernehimlen, men i middelalderens verdensbillede er Guds bolig.

Denne middelalderkirkelige verdensopfattelse med sin skarpe opdeling af det himmelske og det jordiske bliver anfægtet af den tyske filosof, kardinal og biskop Nicolaus Cusanus (1404-1464). Cusanus er en stor tilhænger af eksperimenter og forsøg. Han mener, at man gennem erfaringer kan nærme sig sandheden om tingene, uden dog nogensinde at gribe den helt. Cusanus er af den opfattelse, at der er et skabende element i menneskets erkendelsesevne. Han drager på den måde visse paralleller mellem mennesket og Gud, idet han siger, at ligesom Gud har skabt de naturlige former, skaber mennesket det i tanken værende (: de kunstige former).

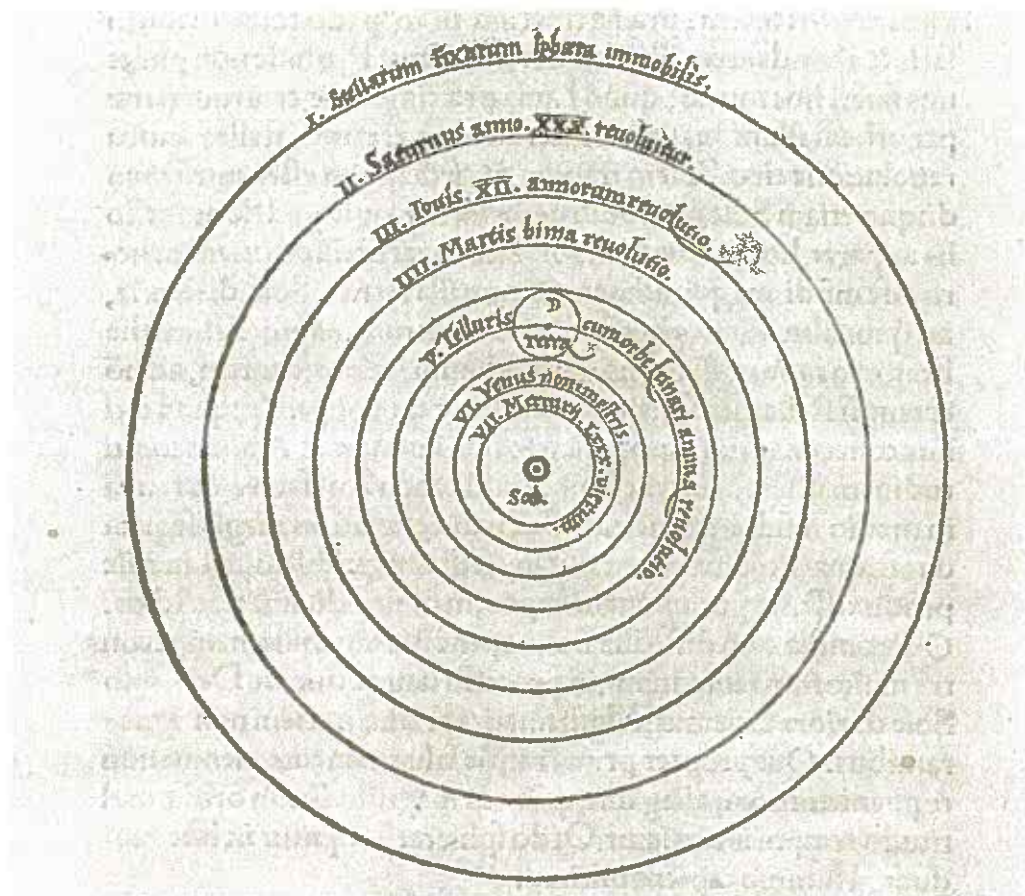
Cusanus verdensbillede er et uendeligt univers uden noget fast, ubevægeligt centrum. Jorden er altså ikke universets centrum ifølge denne teori, og Gud er heller ikke ene om skaberkraften.



*Ptolemæus'
verdensbillede*

Dermed tager Cusanus et af de første skridt til at forkaste middelalderkirkens verdensbillede.

Men det bliver den polske humanist og astronom Nicolaus Copernicus (1473-1543), der for alvor får brudt med middelalderens geocentriske verdensbillede. Som så mange andre renæssancefilosoffer og videnskabsmænd studerer Copernicus de gamle grækere og egyptere og finder hos blandt andet Aristarchos fra Samos (÷310 til ÷230) holdepunkter for sin idé om, at det er jorden der bevæger sig omkring solen. Idéen er altså langt fra ny, og det er ikke Copernicus' fortjeneste at opdage tingenes sammenhæng som den første men derimod at nyvurdere de antikke astronomers systemer. Udgangspunktet for dette heliocentriske verdensbillede dvs. med solen som midtpunkt var også et rent fornuftsmæssigt. Aristoteles' og Ptolemæus' verdensbillede var i direkte strid med mange af de videnskabelige astronomiske iagttagelser, Copernicus og andre havde foretaget. Til gengæld bevarer Copernicus den gamle astronomis opfattelse af universet som endeligt og begrænset af en kugleformet fiksstjernehimmel.



Copernicus' verdensbillede. Den berømte side fra Copernicus' bog, Om himmellegemernes kredsløb

Copernicus skriver i sit hovedværk „Om himmellegemernes kredsløb“:

„Jordcentret er ikke universets centrum, men kun centrum for tyngden og månensfæren. Alle sfærer drejer sig omkring solen som deres midtpunkt, og derfor er solen universets centrum“.

Bogens indhold er revolutionerende i og med den gør jorden til blot én af flere planeter, og den bliver på en måde renæssancens endelige brud med middelalderen. Den udkom først i 1543, og det siges, at Copernicus læste korrektur på sit dødsleje. Han nåede lige at holde et enkelt eksemplar i hånden, inden han døde. Det var nu ikke fordi Copernicus ikke havde skrevet bogen før, men han havde ikke haft lyst til at udgive den, da han vidste den kunne give ham problemer. I forordet til bogen stod oprindeligt, at det heliocentriske system ikke var til diskussion, fordi det beskriver den fysiske virkelighed og ikke bare er en matematisk hypotese, men den passage blev slettet og hele forordet blev skrevet om, fordi man frygtede den kunne give problemer med kirken.

Kirken modtog bogen og dens nye verdensbillede som bare én ny teori blandt mange andre bl.a. fordi det nye og reviderede forord lagde op til at den skulle opfattes som en hypotese, og der gik over 70 år, før man blev klar over bogens budskab og betydning for menneskets placering i universet. Kirkens absolutte autoritet kom i fare, fordi der nu var et reelt alternativ til det traditionelle kristne verdensbillede. Idéen om at virkeligheden kan være anderledes, end vi umiddelbart opfatter den betød, at der nu kunne sås tvivl og stilles spørgsmål. 70 år efter Copernicus' død blev bogen forbudt, og folk der stod frem som tilhængere af tanken om, at solen og ikke jorden var centrum i vores univers, risikerede at blive dømt til døden. Det kom bl.a. til at gælde for dominikanermunken Giordano Bruno.

Giordano Bruno – den modige munk

Hvor Copernicus var en forsigtig mand, der i mange år gemte sine optegnelser i skrivebordsskuffen, havde Giordano Bruno (1548-1600) tilsyneladende en frygtløs trang til at gøre oprør mod autoriteterne.

Bruno blev født i Nola i Syditalien i 1548 og døde 52 år efter, da han blev brændt levende på bålet på Campo dei Fiori i Rom. Inden sin død havde han siddet 8 år i fængsel for kætteri, og der havde været ført en lang kætterproces imod ham.

Giordano Bruno bliver uddannet i en dominikansk klosteskole

i Napoli, og i 1572 bliver han præsteviet. Han udmærker sig ved at være usædvanlig dygtig og hurtig til at lære, men samtidig er han en provokerende elev, der ikke er bange for at tale sine lærere imod. Han demonstrerer foragt overfor datidens munkefilosoffer, læser forbudte bøger af bl.a. Erasmus af Rotterdam og udtrykker kætterske tanker om de kristne sakramenter (hellige handlinger som fx dåb og konfirmation). Det resulterer i, at klosteret i Napoli planlægger en anklage mod ham for kætteri, og Bruno flygter i 1576 først til et andet dominikanerkloster i Rom, og derefter tager han flugten til fods op igennem Italien, hvor han tjener til dagen og vejen som privatlærer og underviser.

Senere kommer Bruno til både Frankrig og England, hvor han bliver en respekteret underviser på forskellige universiteter, og hvor han begynder sine omfattende skrivelser om sit syn på verdens rette sammenhæng.

I sit forfatterskab støtter Giordano Bruno Copernicus' grundtanke, at planeterne og dermed også jorden kredser om solen, men han går langt videre og hævder, at solen bare er en stjerne blandt mange stjerner i et uendeligt univers. Han mente, at Copernicus ikke helt havde forstået rækkevidden af sine egne opdagelser. Dermed sætter Giordano Bruno den copernikanske lære ind i en ny livs – og verdensanskuelse, han vil omstyrte det gamle verdensbillede helt, og hans tanker opfattes da også straks som et direkte angreb på kirken.

Bruno benægter ikke Guds eksistens, men han indfører en ny fortolkning af, hvad Gud er. Han ophæver med sin uendelighedstanke skellet mellem det jordiske og det himmelske. Ifølge ham kan man ikke som i det middelalderkristelige verdensbillede fastlægge stedet, hvor Gud befinder sig. Gud er overalt, i det uendelige univers, i naturen og i os selv.

Giordano Bruno fremlægger sine visioner af et nyt verdensbillede i hovedværket „Om årsagen, princippet og enheden“, og netop hovedpunkterne i denne bog er med til at sende ham på bålet. Inkquisitionen når frem til 8 anklagepunkter mod ham, og de to lyder på, at Giordano Bruno påstår eksistensen af utallige verdener, og at han identificerer helligånden med naturens sjæl.

Efter afhøring og tortur får Bruno fyrré dage til at overveje om han vil underkaste sig og afsværge sine påstande. Men Bruno holder fast i at han ikke har noget at afsværge, og under anførsel af kardinalen Roberto Bellarmino, der tyve år senere fører an i processerne mod Galileo Galilei, bliver han i 1600 dømt til døden og brændt på Campo dei Fiori i Rom, hvor man i dag kan finde en statue af ham.

Galileo Galilei – stjernekyggen fra Pisa

Den 22. juni 1633 er en kendt dato i verdenshistorien. Den dag bliver den aldrende naturvidenskabsmand Galileo Galilei (1564-1642) tvunget til at knæle for inkquisitionen og afsværge, hvad han ved om universets indretning for at redde sit liv.

Galilei måtte fremsige en erklæring, der begynder med disse linier:

„Jeg, Galileo, søn af Vincente Galilei fra Firenze, 70 år gammel, har personligt stået for retten og jeg knæler for Jer Eminencer, som i hele kristenheden er inkvisitorerne mod den kætterske forvorpethed (: fordærvelse). Jeg sværger, at jeg altid har troet, også nu tror og med Guds hjælp også i fremtiden vil tro på alt hvad den hellige katolske og apostolske kirke holder for sandt, prædiker og lærer. Dette Hellige Officium havde retsmæssigt pålagt mig den forskrift, at jeg skulle opgive den helt forkerte mening, at solen er verdens midtpunkt, og at den ikke bevæger sig, og at jorden ikke er verdens midtpunkt og bevæger sig ...“

Det er altså Copernicus' model af verden, som Galilei tidligere havde forsvaret, og som han her afsværger for ikke at blive henrettet. En af de mange myter om Galilei siger, at han efter at have sværget, at jorden ikke bevæger sig, mumlede for sig selv „eppur si muove“ (den bevæger sig nu alligevel).

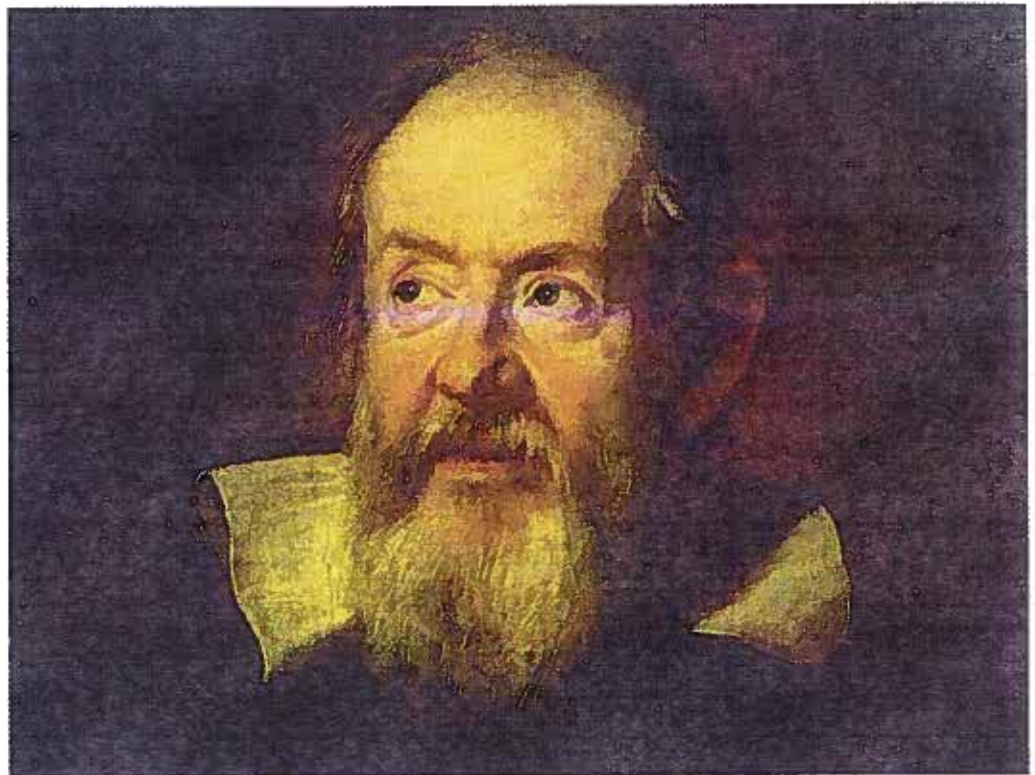
Den direkte anledning til kætterprocessen mod Galilei var, at han i 1632 havde udgivet bogen „Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo“ (Dialog om de to verdensopfattelser). Bogen er udformet som en diskussion mellem tre fiktive personer Salviati, en tilhænger af Copernicus' verdensopfattelse, Simplicio, en tilhænger af den aristoteliske verdensopfattelse og Sagredo, der optræder som en slags diskussionsdommer. Forfatteren har på den måde skjult sit budskab bag nogle fiktive personer, men samtiden var ikke i tvivl om at Salviati, som var udstyret med langt de bedste argumenter, var et talerør for Galilei selv.

Galileo Galilei blev født i Pisa i en familie der oprindeligt stammer fra Firenze. Som 17årig begyndte han at læse medicin ved Pisas universitet, men han var egentlig mere interesseret i matematik og i at udføre mekaniske eksperimenter end i medicin og lægegerning. I 1589 bliver han ansat som matematikprofessor ved Pisas universitet og begynder at udføre et omfattende antal eksperimenter og undersøgelser over forskellige former for bevægelse som pendulsvingninger, fald- og kastebevægelser.

Indtil da underviste man på universiteterne i Aristoteles' læresætninger, som ikke stod til diskussion, og man lavede ingen praktisk undervisning, der eventuelt kunne be- eller afkræfte Aristoteles' teorier. Blandt andet skelnede man efter de antikke forskrifter mellem tunge og lette legemer, og mente at legemer faldt med en hastighed, der var proportional med tyngden. Dvs. en kugle på 5 kilo ville falde fem gange hurtigere end en kugle på 1 kilo.

Galilei havde fundet ud af, at naturvidenskab nødvendigvis måtte bygge på eksperimenter og observationer. Man siger, at han udtalte som en slags læresætning for sin arbejdsmetode „Mål det, der er måleligt, og gør det, der ikke er måleligt, måleligt“, men man har ikke kunnet finde sætningen i de skrifter, han har efterladt, så måske er det bare endnu en myte om Galilei. Under alle omstændigheder betragtes han som grundlægger af den naturvidenskabelige metode, der indebærer at man ud fra et antal målinger danner en hypotese fx i form af en matematisk formel, og alle hans undersøgelser og observationer i forbindelse med fald og bevægelse resulterede blandt andet i Galileis faldlove.

Galilei var klar over, at legemers faldhastighed ikke var proportional med deres tyngde, og han ville undersøge det frie fald nærmere. Galileis problem var, at det frie fald gik for hurtigt til at han kunne foretage præcise tidsmålinger, han skulle nemlig måle



*Portræt af
Galileo Galilei
malet af den
flamske maler
Justus Sustermans*

Observationes Jovis

1. 1610	0	0	0
2. 1610	0	0	0
3. 1610	0	0	0
4. 1610	0	0	0
5. 1610	0	0	0
6. 1610	0	0	0
7. 1610	0	0	0
8. 1610	0	0	0
9. 1610	0	0	0
10. 1610	0	0	0
11. 1610	0	0	0
12. 1610	0	0	0
13. 1610	0	0	0
14. 1610	0	0	0
15. 1610	0	0	0
16. 1610	0	0	0
17. 1610	0	0	0
18. 1610	0	0	0
19. 1610	0	0	0
20. 1610	0	0	0
21. 1610	0	0	0
22. 1610	0	0	0
23. 1610	0	0	0
24. 1610	0	0	0
25. 1610	0	0	0
26. 1610	0	0	0
27. 1610	0	0	0
28. 1610	0	0	0
29. 1610	0	0	0
30. 1610	0	0	0

Galileis observationer af Jupiters måner

tiden med et såkaldt „vandur“. Derfor fik han den geniale idé at foretage sine målinger i en faldrende. Dermed opnåede han en bevægelse, der foregik så langsomt, at han kunne foretage præcise tidsmålinger. Han ræsonnerede, at der måtte gælde samme lovmæssigheder ved et frit fald som ved faldrendeforsøget.

Han fandt at faldvejen var proportional med kvadratet på faldtiden og konkluderede, at dette også måtte gælde ved et frit fald. Denne faldlov beskrives i ligningen $s = k \cdot t^2$ (hvor s er faldvejen, k en konstant og t er faldtiden).

Den naturvidenskabelige metode, der bygger på eksperimenter, målinger og observationer, anvender Galilei også indenfor astronomien. I 1592 må han forlade Pisa på grund af sine nedladende udtalelser om kollegaer og deres arbejdsmetoder, og han bliver ansat som professor i matematik i Padova. Her erklærer han åbenlyst, at han er tilhænger af Copernicus' verdensbillede. Han observerer og studerer månen og stjernerne, og i 1609 under et besøg i Venedig hører han om en hollænder, der har opfundet en kikkert, som åbner for helt nye muligheder for at udforske universet. I løbet af kort tid får Galilei selv bygget en kikkert, der er endnu bedre end hollænderens, og han er ganske godt tilfreds med sig selv og sit resultat:

„Ved hverken at spare på arbejdsindsats eller omkostninger, lykkedes det endelig at bygge et instrument så overlegent, at genstande, set gennem det, forekommer næsten tusinde gange forstørret, og mere end tredive gange nærmere end set med det blotte øje alene.“

I første omgang blev opfindelsen modtaget med begejstring. Dogen dvs. herskeren i Venedig var glad for nu at kunne se sin flåde langt ude på havet, og han kunne i det hele taget se store fordele ved instrumentet. Problemerne opstod først, da Galilei rettede kikkerten mod himlen og gjorde nye opdagelser, der var med til at mane det middelalderkristne verdensbillede i jorden og understøtte Copernicus' teori.

Galilei opdagede blandt andet, at månen havde både bjerge og kratere, at der var pletter på solen og at Jupiter havde måner. I første omgang troede han, at Jupiters måner var stjerner, men gennem flere observationer opdagede han, at „stjernerne“ udførte omdrejninger om Jupiter, og at der altså var tale om måner. Opdagelsen var et eksempel på Galileis princip: observationer danner grundlag for teori, og samtidig var den med til at understøtte synspunktet om, at jorden ikke var universets centrum.

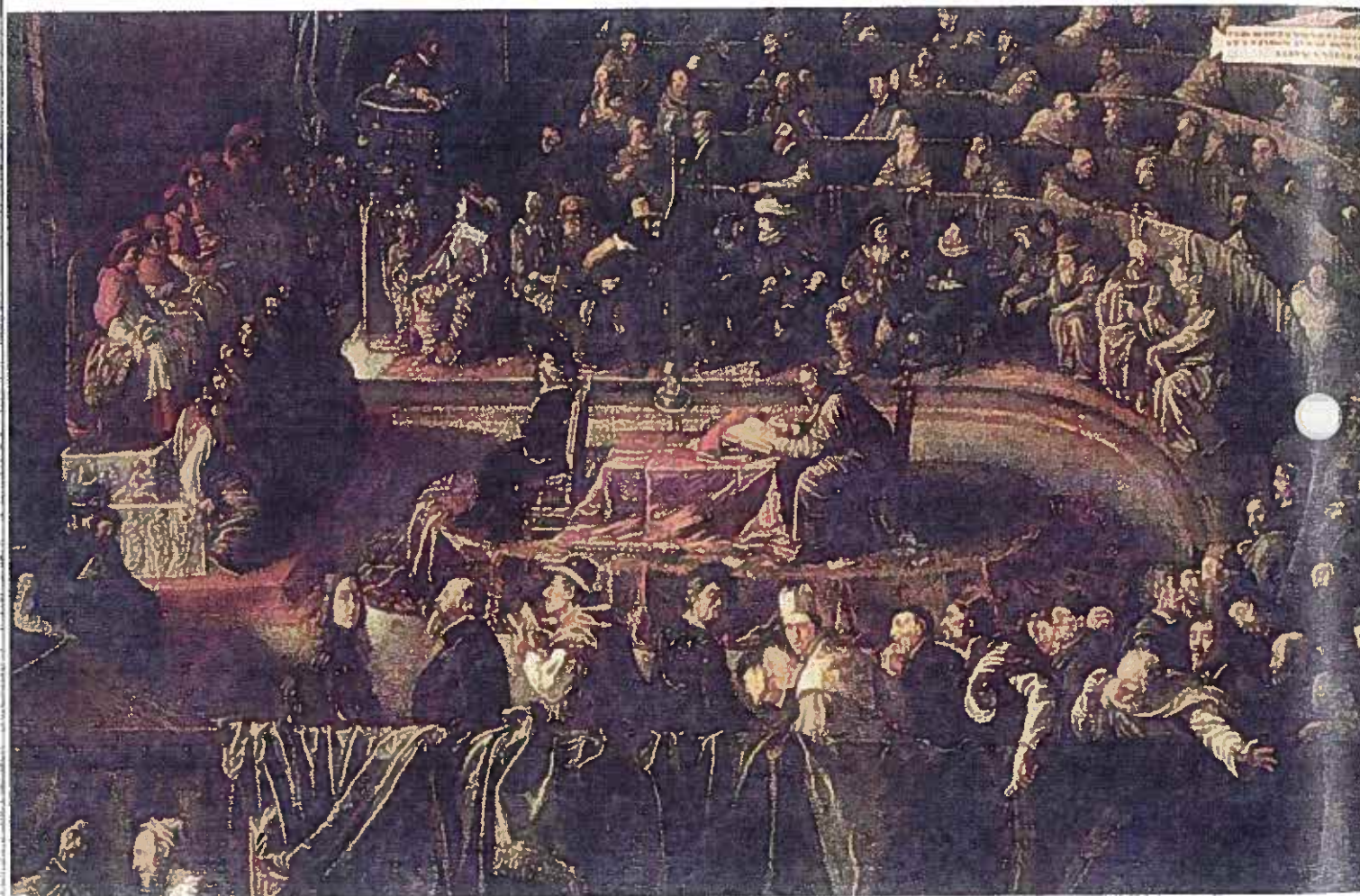
Alle disse opdagelser, der angreb Aristoteles' lære var medvir-

kende til, at Galilei i 1616 blev pålagt at forkaste sine „kætterske“ meninger og forbudt at undervise i dem. Han fortsatte med at forske og levede forholdsvis fredeligt, indtil udgivelsen af „Dialog om de to verdensopfattelser“ udkom i 1632, og inkvisitionen tvang ham til at fornægte sin viden og overbevisning.

Galileo Galileis skæbne er mytestof, og eftertiden vil gerne holde myten i live. På det naturvidenskabelige museum i Firenze er der en hel sal, der er helliget Galilei. Her finder man dels en række af hans instrumenter, men også hans ene afskårne finger er bevaret. Han er blevet et billede på videnskabsmanden, der må bøje sig for uvidenheden.

Der fortælles en masse anekdoter om Galilei, og om hvordan hans opdagelser er blevet til. En af historierne går på, at han foretog sine faldeksperimenter fra „Det skæve tårn“ og en anden at han opdagede pendulets egenskaber under en bøn i domkirken i Pisa, hvor en kirketjener skulle have sat en kobberlampe i svingninger. Det er nok tvivlsomt, om det er sådan, det er foregået.

*Galilei for
inkvisitionen*



Dåbskapellet,
domkirken og
det skæve tårn
på Campo dei
Miracoli i Pisa

Men sådan har eftertiden iscenesat sin helt. Man har tillagt ham heltemodige replikker og ladet hans opfindelser ske i kirker og kirketårne – den middelalderlige kristendoms kulisser. På den måde bliver han en endnu tydeligere kontrast til det bestående i sin egenskab af den moderne videnskabs budbringer.

