

TYCHO BRAHE OG SOLSYSTEMET

TIL UNDERVISEREN

Dette undervisningsmateriale tager udgangspunkt i programserien "Store Danske Videnskabsfolk" og specifikt udsendelsen om Tycho Brahe.

Skiftet fra det geocentriske (jorden i centrum) til det heliocentriske (solen i centrum) verdensbillede, er et eksempel på et paradigmeskift, hvor Tycho Brahes solsystem kan ses som et kompromis mellem de to verdensbilleder. Tycho Brahe afviste Kopernikus heliocentriske solsystem, fordi han ikke kunne måle den ændring af sigtelinjen til en stjerne, der burde være et resultat af jordens bevægelse rundt om solen. Tycho Brahe var ikke alene datidens bedste astronom, men også datidens bedste instrumentmager.

Det er meningen, at udsendelsen anvendes som indgangsvinkel til arbejdet med Tycho Brahes store indflydelse på astronomien og hans teorier om solsystemets udseende.

Efter at have set hele eller dele af udsendelsen arbejdes der videre med undervisningsmaterialet, der tilsammen giver eleverne indsigt i:

- Brahe som instrumentmager, ved at regne på murkvadrantens nøjagtighed
- Begrebet parallakse og hvordan Brahe anvendte det i sin argumentation for jorden i centrum
- Brahes model af solsystemet.

I læreplanen til fysik C skal der tilrettelægges forløb, der fx tilgodeser følgende perspektiver:

- fysik belyst gennem samspillet med historie
- fysik i tilknytning til et paradigmeskift i den menneskelige erkendelse

Tidsforbruget er på et undervisningsmodul.

Find udsendelsen om Tycho Brahe på www.dr.dk/videnskabsfolk

STELLA NOVA

Den 11. november 1572 observerede Brahe en ny stjerne, der var dukket op i stjernebilledet Cassiopeia. I dag ved vi, at Tycho ikke så en stjernefødsel, men derimod en eksploderende stjerne. En eksploderende stjerne er en stjernes død, der nu kaldes for en supernova. Brahes iagttagelse stred mod datidens tanker, hvor alt uden for månens bane var uforanderligt.

I 1573 skrev Tycho om sin opdagelse i bogen *De nova stella* ('Om den nye stjerne'):

"Den 11. november sidste år, da jeg efter solnedgang som sædvanligt betragtede stjernerne på den klare himmel, blev jeg opmærksom på, at der lige over mit hoved strålede en ny og ukendt stjerne, som var meget tydelig i forhold til de andre. [...] Det var i sandhed det største af de mirakler, der er indtruffet i naturen siden Verdens skabelse."¹

Murkvadranten

En kvadrant er et instrument til at måle stjernerens højde på himlen målt som en vinkel over horisonten. En kvadrant består af en skalainddelt kvartcirkel og en sigteanordning. Uranienborgs murkvadrant fra 1582 var lavet af messing, havde en radius på over 2 m, og den var fastgjort til en væg. Væggen var placeret i retning nord-syd, og der blev sigtet gennem et hul i muren. Se et billede af [murkvadranten her](#).

Kvadrantens skala

Kvadrantens kvartcirkel var inddelt i 90°, og hver grad inddelt i 6 intervaller, der igen var inddelt i 10 dele. Tycho Brahe kunne derfor måle med en nøjagtighed på et bueminut = 1/60 grad.

Opgave 1

Kvadrantens kvartcirkel var 320 cm lang. Hvor meget plads var der til et bueminut?

HVORFOR SKULLE JORDEN VÆRE I CENTRUM?

Tycho mente, at Kopernikus' tanke om jordens bevægelse rundt om solen både var absurd og i modstrid med de hellige skrifter, men han argumenterede også ud fra astronomiske målinger, som uddybes nedenfor.

¹ <http://wayback-01.kb.dk/wayback/20101220171344/http://www2.kb.dk/tekster/denovastella/> ; <http://danmarkshistorien.dk/leksikon-og-kilder/vis/materiale/tycho-brahes-indledning-til-de-nova-stella-1573/>

Parallaksen

En stjernes parallakse er den lille ændring af retningen til en stjerne set fra to modsatte steder i jordens bane – eksempelvis sommer og vinter. Tycho Brahe ville gerne måle noget, der kunne afgøre, om det var jorden eller solen, der var i centrum.

Finger-forsøg

Hold tommeltotten ud foran ansigtet og se på den med det ene øje. Skift til det andet øje og se hvordan tommeltotten 'flytter' sig i forhold til baggrunden. Hold tommeltotten tæt på øjet og langt fra øjet. Tommeltottens tilsyneladende bevægelse skyldes afstanden mellem vores to øjne.

Med andre ord: Stjerner 'tæt på' synes på en tilsvarende måde at bevæge sig i forhold til stjerner, der er længere væk, når de betragtes fra jorden om sommeren og om vinteren.

Hypotetisk deduktion

- *Konsekvens af hypotesen om solen i centrum:* Hvis solen var i centrum, og stjernerne befandt sig lidt uden for Saturns bane, så skulle man kunne måle en retningsændring til stjernerne i løbet af et år
- *Konsekvens af hypotesen om jorden i centrum:* Hvis jorden var i centrum, så skulle der ikke være en retningsændring.

Tycho kunne ikke måle parallaksen

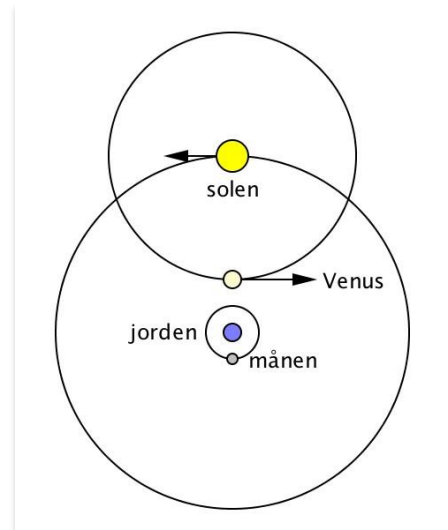
Tycho Brahe kunne ikke måle en parallakse, så han konkluderede, at jorden var i centrum. I dag ved vi, at parallaksevinklen – vinkelforskellen – er meget lille på grund af stjernernes store afstand. Men på Tycho Brahes tid var opfattelsen blandt astronomer, at stjernerne befandt sig lidt uden for Saturns bane. Tycho Brahe kunne med andre ord ikke forestille sig, at Gud ville ødsle så meget med pladsen mellem os og stjernerne.

TYCHO BRAHES MODEL AF SOLSYSTEMET

Tycho Brahe havde i 1577 observeret, at en komet krydsede planeternes baner, så derfor accepterede Brahe, at banerne ikke var fysisk virkelige, men matematiske repræsentationer. Det gjorde det muligt at konstruere nedenstående model af solsystemet.

DEN GEO-HELIOCENTRISKE MODEL

På Tycho Brahes tid var der to verdensbilleder, der konkurrerede; det heliocentriske med solen i centrum og det geocentriske med jorden i centrum. Tycho Brahe foreslog i 1573 i bogen *Om de nye fænomener i himmelverdenen* et slags kompromis med sin geoheliocentriske model. Jorden er i centrum, månen, solen og stjernerne kredser rundt om jorden, men alle de andre planeter kredser rundt om solen.

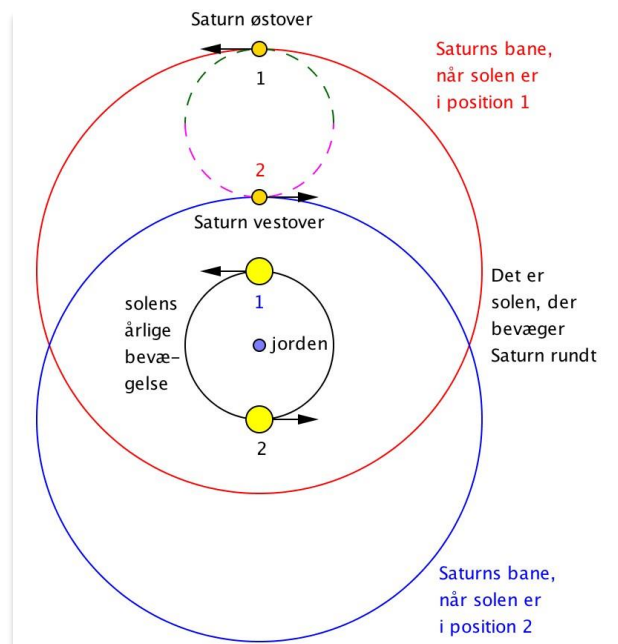


De indre planeter

De indre planeter bevæger sig vestover (til højre på tegningen), når de er mellem solen og jorden, fordi planeten bevæger sig hurtigere vestover (til højre på tegningen) i sin cirkelbane, end banens centrum (solen) bevæger sig østover. De indre planeter bevæger sig østover (til venstre på tegningen), når de er længst væk fra jorden.

Saturn som eksempel på en ydre planet

Saturn har en omløbstid på 30 år, samtidig med, at cirkelens centrum (solen) bevæger sig rundt om jorden i løbet af 1 år. På tegningen forenkles det til, at Saturn ligger stille på sin cirkel, mens cirklen og Saturn bliver ført rundt af solen på samme måde som en kop, hvor hanken hele tiden peger i den samme retning. Saturn bevæger sig derfor østover (til venstre på tegningen), når den er langt fra jorden og vestover (til højre på tegningen), når den er tæt på jorden.



Opgave 2

- Tycho Brahe observerede, at Saturn var mest tydelig, når den bevægede sig vestover. Passer det med tegningen ovenfor?
- På tegningen ovenover er afbildet en ny-Venus. Lav en tegning af en halv-Venus og en fuld Venus

Solsystemets størrelse ifølge Tycho

I sit værk *Om de nye fænomener i himmelverdenen* skrev Tycho Brahe, at afstanden mellem jord og måne er 52 jordradier, og at afstanden mellem jorden og Saturn er 235 gange større end afstanden fra jord til måne.

Opgave 3. Gennemsnitsafstanden mellem jord og måne er på 384.000 km, og jordens radius er ca. 6.400 km. Som det ses nedenfor er Brahes vurdering af månens afstand tæt på den rigtige, men han undervurderede afstanden til Saturn.

- Vis, at månen er 60 jordradier væk
- Jordens gennemsnitsafstand til Solen er 149,6 mio. km. Vis, at solen er 23.375 jordradier væk.

Astronomiens rolle ifølge Tycho. Astronomer skal alene beskæftige sig med målinger og ikke med årsager til himmellegemernes eksistens eller bevægelse.