

Forslag til undervisningsforløb i astronomi

1. Din plads i Danmark og på Jorden (første dobbeltlektion)

- a. Verdenshjørner
- b. Breddegrad, længdegrad, Nordpolen, Sydpolen, ækvator

2. Tiden (anden dobbeltlektion)

- a. Døgnet
- b. Året
- c. Årstiderne
- d. Måned

3. Solsystemet (tredje og fjerde dobbeltlektion)

- a. Hvad er en stjerne, - en planet, - en måne
- b. Byg en model af solsystemet 1: 2 mia.
- c. Byg en model af solsystemet 1:10 mia.
- f. Hvordan er der på Solen og på planeterne.
 - Eleverne fortæller og viser billeder medens de går gennem modellen af solsystemet
 - lysets hastighed i modellen

4..Solsystemets historie (femte dobbeltlektion)

- a Solsystemets tilblivelse
- b. Livets udvikling
- c. Solens fremtid

5. Rumfart (sjette og syvende dobbeltlektion)

- a. Raketter og satellitter, sodavandsraketten
- b. Bemandet Rumfart, Se ISS
- c Vægtløshed

6. Lys og farver (ottende dobbeltlektion)

- a. Regnbuen
- b Himlens farve
- b. Stjernernes farvespektre

7. Universet (niende dobbeltlektion)

- a. Big Bang, skabelse og udvikling
- b. Galakser
- c. Supernovaer, sorte huller, neutronstjerner

August 2007 Erland Andersen og Carsten Skovgård Andersen

Forslag til øvelser i astronomi

Kære lærere og elever.

Her er nogle forslag til øvelser i astronomi. De er inddelt efter de samme emner som i "Forslag til undervisningsforløb i astronomi" oven for.

*De fleste af øvelserne er lette at udføre. Men det vil tage tid at samle materialerne.
Hvis I vælger alle øvelserne, må I sikkert forlænge tidsplanen for nogle af emnerne.*

I er meget velkomne til at give kommentarer til øvelserne og sende mig jeres erfaringer.

*I er også meget velkomne til at besøge Stjerkammeret på Bellahøj Skole.
I kan bestille tid på tlf. 38 26 23 00 (skolens kontor).*

Jeg håber, at disse sider vil være en hjælp til de lærere, der vil undervise i astronomi.

Venlig hilsen fra Carsten Skovgård Andersen, Bellahøj Skole den 05.09.2007.

Prioritering af eksperimenterne:

Hvis I kun arbejder med astronomi i 2 måneder, kan I ikke nå alle eksperimenterne.

Jeg vil foreslå at I begynder med A) Modelforsøg om Solen, Månen og Jorden

Derefter kan I vælge mellem

B) Forsøg der forklarer solsystemets udvikling

og

C) Forsøg med rumfart

Senere kan I lave de eksperimenter I ikke nåede i denne omgang.

A) Modelforsøg om Solen, Månen og Jorden

1) Solens bevægelse på himlen i dagens løb

2,1) Skyggen fra clipsen

2,2) Hvorfor er der årstider på Jorden?

2,3) Skifter månen form?

3) Lav modeller af solsystemet. Vis billeder og fortæl.

6,1) Lav en regnbue

6,2) Hvorfor er himlen blå?

Hvorfor er solnedgangen rød?

B) Forsøg der forklarer solsystemets udvikling

4,4) Hvorfor tændes en nyfødt stjerne?

4,5) Hvorfor er planeterne ikke faldet ned på Solen?

4,6) Hvorfor skubbes planeterne ikke væk fra Solens bane på himlen?

C) Forsøg med rumfart

5,1) Vandraketten

5,2) Forsøg med rulleskøjter.

5,3) Forsøg med faldende mønter

5,4) Tyngdekraften

5,5) Hvordan bliver man vægtløs?

5,7) Lav en luftpudebåd

5,8) Hvornår skal man bruge rumdragt?

1) Solens bevægelse på himlen i dagens løb



I skal bruge:

En spånplade 30cm x 30 cm, en pind på 5 cm, en boremaskine, papir, tape, et kompas og en blyant.

Sådan gør I:

Bor et 1 cm dybt lodret hul midt i spånpladen og stik pinden ned i, så den står lodret op og når 4 cm over pladen.

Lav et hul midt i papiret og læg det ned på pladen, sådan at pinden stikkes gennem hullet i papiret.

Tape papiret fast. Tegn en pil i den ene retning og skriv Nord på pilen. I modsat retning af Nord skrives Syd.

Se i retningen af ” Nord-pilen” på papiret og skriv Øst til højre og Vest til venstre på papiret.

Find retningen Nord med et kompas og læg om morgenen pladen vandret ude i solskinnet, sådan at pilen peger mod Nord.

Fra pinden i midten går der en skygge. Hver time tegner I en prik, der hvor skyggen ender. I må gerne fortsætte efter skoletid.

Til sidst skal I tegne en linie gennem alle prikkerne. I har nu målt og tegnet, hvordan solen har bevæget sig i dagens løb.

Markér med en pil på kurven, hvilken vej skyggen bevæger sig. I hvilken retning flytter skyggen sig? _____

Hvordan bevægede solen sig i løbet af dagen?

Lav samme forsøg på en solskinsdag på en anden årstid. Er skyggen da kortere eller længere?

Skyggen er længere den _____ (dato) end den er den _____

Husk på, at I ikke må se på Solen. Hvis nogen stirrede mod solen i blot få sekunder, ville deres øjne tage alvorligt skade.

Mere om Solens bane på himlen:

Hvad skyldes Solens daglige bevægelse?

I 1500 tallet fremsatte den polske astronom Kopernikus en teori, der var helt utrolig for mange på hans tid:

Jorden er en karrusel, der snurrer rundt om sin akse én gang i døgnet og rundt om Solen én gang på et år.

Danmark roterer rundt om Jordens akse med ca. 1000 km/t. På ækvator drejer man rundt om Jordens akse med 1667 km/t, fordi der er 40.000 km rundt

Solen står op i øst, fordi Jorden roterer mod øst. Vi ser at Solen står op, når vi drejer ind i lyset. På samme måde ser vi, at Solen går ned i vest, når vi drejer ind i skyggen.

Jorden drejer samtidigt rundt om Solen med en fart på ca. 107.000 km/t

2,1) Skyggen fra clipsen

I kan let lave et modelforsøg, der viser Jordens rotation.

I skal bruge:

En overheadprojektor, en globus, en papirclips og lidt tape samt mørke gardiner.



Klipsen på Danmark er bøjet op, så at der står en kæmpe "pæl" lodret.

Overheadprojektoren er stillet skråt, så at lyset kommer ind lodret over ækvator på globen.

Billedet er taget ved middagstid. Man ser en skygge pege mod Nord, ligesom ude i solskinnet, hvor Solen står i syd.



Globen drejes mod øst.

Det svarer til eftermiddag i Danmark.

Solen står i sydvest så skyggen peger mod Nordøst.



Globen drejes længere mod øst.

Der er ved at komme skygge over Rusland. Landene i øst er kommet længere ind i skyggen.

I Danmark er det snart aften. Solen er næsten kommet over til Vest, fordi Jorden hele tiden drejer mod øst.

Skyggen er tæt på at pege mod øst. Skyggen er blevet lang, fordi lyset falder mere skråt.

Sådan gør I:

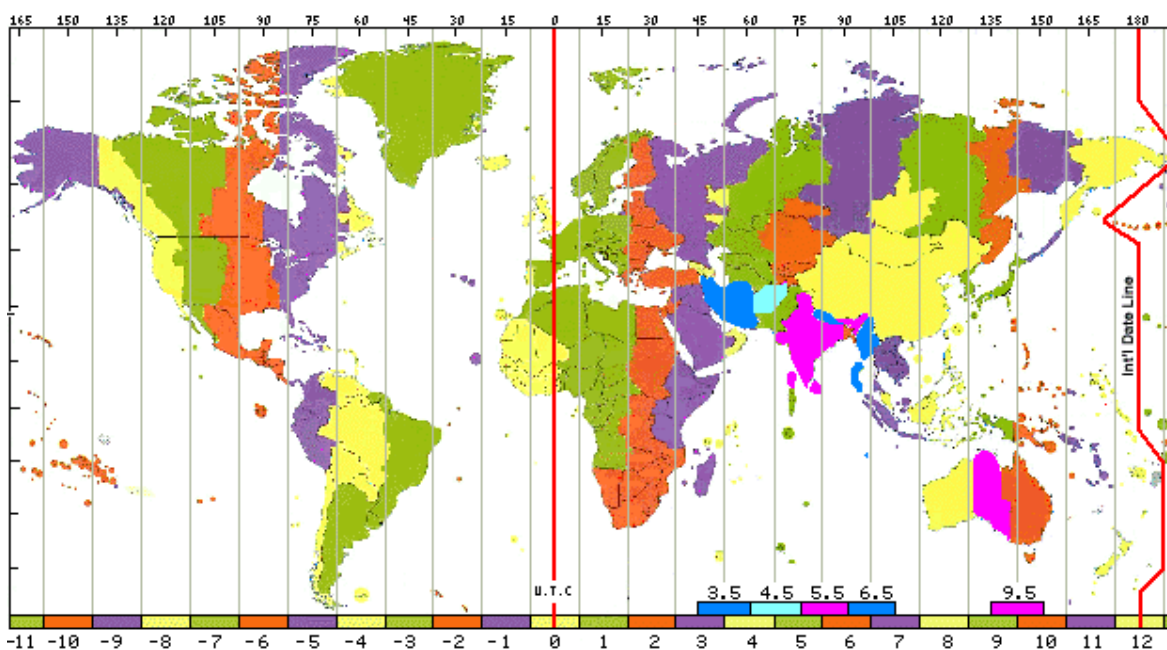
Bøj en ende af tråden i papirclipsen op, sådan at den stikker lodret op fra papirclipsen. Tape clipsen fast på Danmark på globussen. Nu stikker der en pind lodret op fra jorden på samme måde som i jeres første forsøg.

Rul gardinerne ned. Tænd en overheadprojektor, sådan at den lyser ind på globusen fra siden. Det er ligesom Solen, der lyser lodret ned på ækvator.

Se på skyggen fra pinden i Danmark. Drej jeres globus mod øst – mod uret set fra Nordpolen. Drejer pindens skygge på samme måde som i jeres udendørs forsøg? _____

Tiden forskellige steder på Jorden:

På dette verdenskort kan I se, hvordan lande på samme længdegrad har samme tid. De ligger i samme tidszone.



Kortet er fra NASA.

Dog har mange lande rykket tiden en time frem for at få samme tid som deres nabolande. F.eks. har Spanien samme tid som Frankrig, Tyskland og Danmark. Egentlig ligger Spanien på samme længdegrad som England. Kan I finde andre eksempler?

Jorden drejer 15 grader mod øst hver time.

Når man flyver 15 grader mod øst, skal man stille sit ur en time frem.

Når man flyver 15 grader mod vest, skal man stille uret 1 time tilbage.

2,2) Hvorfor er der årstider på Jorden?

Nogle mennesker tror, at det bliver sommer, når Solen er tæt på jorden. Men hvorfor er der så vinter på Antarktis samtidigt med at Grønland har sommer? Begge steder ligger jo på Jorden og har ca. samme afstand til Solen. Nej forklaringen er en helt anden.



Det er juni. Jordens Nordpol hælder lidt ind mod Solen. Der er midnatssol, men på Sydpolen er der nat hele døgnet. I Danmark er det sommer. I Sydafrika er det vinter.



Det er januar. Jorden er drejet om på den anden side af Solen. Jorden hælder på samme måde. Derfor får Sydpolen meget lys, mens Nordpolen ligger i skygge hele døgnet.

Sådan kan I vise hvorfor:

I skal bruge:

Gardiner, en bordlampe uden skærm og en globus.

Sådan gør I:

Sæt lampen midt i lokalet. Tag globen og gå rundt om lampen mod uret, på samme måde som Jorden drejer rundt om Solen,

Drej samtidigt Jorden rundt om sig selv som en karrusel.

Læg mærke til at en globus hælder 23,5 grader. Når Jorden er på den ene side af lampen, er Sydpolen belyst, og samtidigt har Nordpolen i nat i hele døgnet.

Men når Jorden er kommet til den modsatte side et halvt år senere, vil Nordpolen hælde ind mod "Solen", mens Sydpolen vil ligge i skygge.



Lyset kommer lodret ned. Et strålebundt skal kun opvarme et lille område. Det bliver varmt.



Lyset kommer skråt ned. Det samme strålebundt lyser på et stort område. Det bliver det ikke så varmt.

I Danmark er Solen lavere på himlen, når Nordpolen har skygge. Der er så vinter i Danmark, fordi samme solstråle skal opvarme et større område, når Solen står lavt på himlen. Omvendt er det varmere i Danmark om sommeren, fordi Solen da står højere på himlen, og samme solstråle opvarmer et mindre område.

Årstider på andre planeter:

Prøv at holde akse fra Nordpolen til Sydpolen lodret. Så står Solen i samme højde i hele årets kredsløb. Der ville ikke være årstider, hvis Jorden stod på den måde.

Hvis Jordens akse havde hældt mindre end 23,5 grader, ville der være mindre forskel på årstiderne. Hvis jordaksen havde hældt mere, ville der være større forskel på årstiderne.

	
Tænk, hvis Jorden var væltet. Denne globus ligger ned, sådan at aksen fra Sydpolen til Nordpolen rammer Solen. Drej den liggende globus om sin akse. Man kan se, at der ville være midnatssol på hele den nordlige halvkugle i hele sommeren. Hvordan ville det på samme tid være på den sydlige halvkugle?	Denne tegning er et halvt år senere på den væltede Jord. Jorden ville være kommet om på den anden side af Solen. Drej den liggende globus om sin akse. Den sydlige halvkugle ville have dag hele tiden. På den Nordlige halvkugle ville Solen ikke stå op på den årstid.

Planeten Uranus har en akse, der ligger ned parallelt med banen om Solen. Uranus er væltet på samme måde som globen er på de to billederne oven for.

Vis et omløb om Solen for Uranus med en globus, mens du drejer planeten om sin akse. Læg mærke til at der er nat hele tiden i den nordlige halvkugles vinter. Samtidigt har hele den sydlige halvkugle midnatssol og sommer.

Jordens årstider varer hver tre måneder, fordi det er $\frac{1}{4}$ af et omløb om Solen.

Uranus bruger 84 år på at nå rundt om Solen. Hvor lang tid varer en årstid på Uranus – tænk på at en årstid er en fjerdedel omløb? _____

En teori siger, at månen er med til at forhindre, at Jordens akse kan vælte. Hvis den teori er rigtig, så er Månen med til at sikre en stabil jord.

Mars' akse har samme hældning som Jordens. Mars løber rundt omkring Solen på ca. 24 måneder? Hvor mange måneder varer sommeren på den nordlige del af Mars? _____.

2,3) Skifter månen form?

I skal bruge:

En overheadprojektor, en bordtennisbold eller en lille bold, et bor, en pind, et mørkt gardin. En tungere bold har den fordel frem for bordtennisbolden, at projektoren ikke lyser så meget igennem den. Så ses skyggen tydeligere.



Halvmåne: Månen og Jorden tilbagekaster begge Solens lys. Skyggesiden har nat. Der er halvmåne, når halvdelen af månens dag vender mod os. Lyset kommer her fra venstre, og månens står vinkelret på den retning.

Sådan gør I:

Bor et hul i en bordtennisbold eller i en lille bold og sæt pinden i.

Rul gardinerne ned og lad overheadprojektoren kaste sit lys på bordtennisbolden. Projektoren skal forestille Solen.

Et stykke foran projektoren står en elev og drejer rundt om sig selv venstre om. Han eller hun forestiller en person på Jorden.

Rundt om den drejende elev går en anden elev langsomt imod uret med bordtennisbolden, der skal ligne månen. Han et kommet helt rundt, når eleven i midten har drejet ca. 29 gange om sig selv.

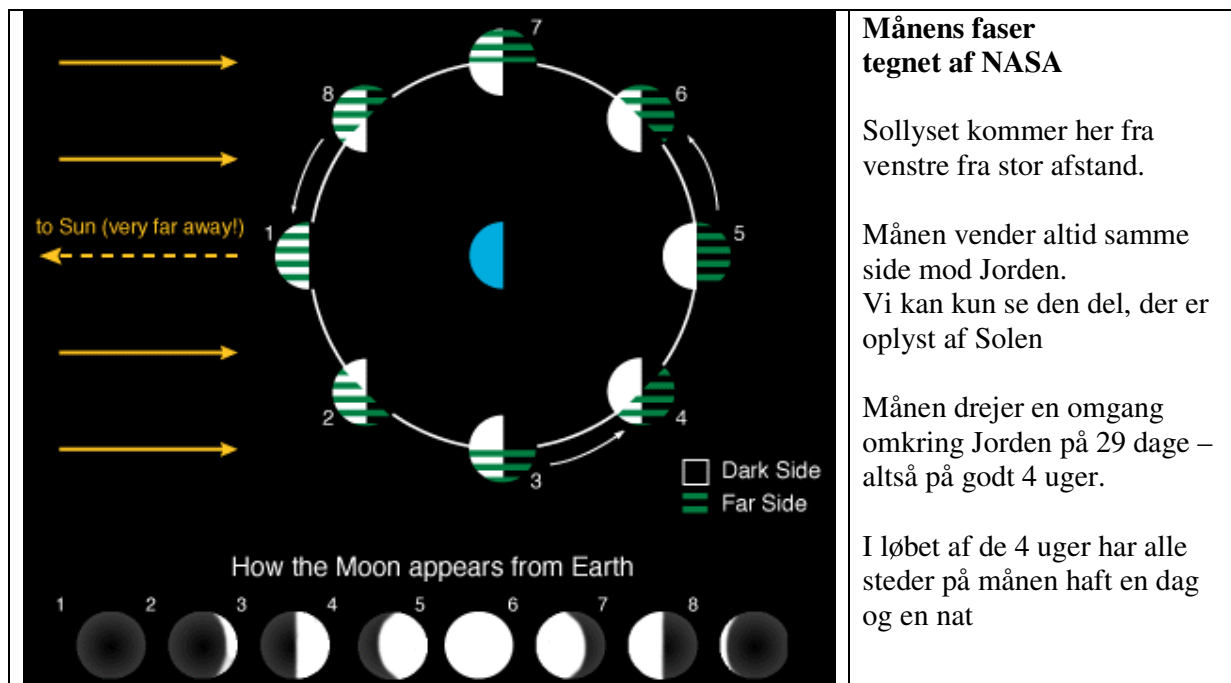
Eleven i midten ser på bordtennisbolden.

Hvordan ses bordtennisbolden fra Jorden, når den set fra Jorden står i modsat retning af projektoren?_____

Hvordan ses bordtennisbolden fra Jorden, når den set fra Jorden står foran projektoren?_____

Hvordan ser bordtennisbolden ud, når den står vinkelret på retningen til Solen?_____

Nye elever prøver at stå i midten og iagttage månen.



1. Nymåne. Månen er nærheden af Solen på himlen. Men Solen er 400 gange længere væk fra os end månen og Solen er 400 gange så bred som Månen. Månen ses ikke, da kun dens bagside er oplyst.

3. Første kvarter. Efter en uge er månen halv. Den står 90 grader til venstre for Solen. Månens højre side er oplyst. Den ses fra Jorden om eftermiddagen og aftenen..

5. Fuldmåne. Der er gået 2 uger siden nymåne. Når månen er i modsat retning af Solen, kan man fra Jordens nat se Månen hele natten. Månen ser rund ud.

7. Tredje kvarter. Tre uger er gået. Månen er drejet tre kvart omgang om Jorden siden nymåne. Kun halvdelen af månen er oplyst af Solen. Den højre halvdel ligger i skygge. Man ser denne halvmåne sidst på natten og om formiddagen.

1.Nymåne. Efter fire uger står månen igen nær ved Solen på himlen.

Månen bevæger sig hele tiden til venstre set fra Jordens nordlige halvkugle. Når den bevæger sig væk fra Solen er den tiltagende. Efter at den har været fuld, bevæger den sig igen hen mod Solen. Den er så aftagende indtil den igen er ud for Solen.

Fra Jorden kan man næsten ikke se månens nat. Omkring nymåne kan man ane månens nat på grund af jordskin. Ved nymåne er jorden nemlig fuld set fra månen.

Lige efter nymåne er det spændende at se efter Månen lige efter solnedgang. Da kan man fra Jorden lige efter solnedgang se et smalt sejl og lidt lys i resten af Månens cirkel. Den svage kugle er svagt oplyst af jordskin.

Både Jordens og Månens lys er sollys, der er blevet tilbagekastet.

Find en månekalender på Tycho Brahe Planetariets hjemmeside: [her](#)

Hvornår er næste fuldmåne?_____

Hvornår er næste nymåne? _____ Skriv det ned, så I kan huske at gå ud på aftenen derefter og se det smalle månesejl med jordskin.

Hvor mange dage er der mellem to fuldmåner?_____

Hvor mange dage går der fra halvmåne til fuldmåne?_____

I en kikkert kan man se, at planeten **Venus også har faser.**

Jo mere den bevæger sig ind foran Solen., des smallere ser Venus ud i en kikkert. Man ser kun det, der er belyst af Solen. Da Galilei så det i sin kikkert, var han sikker på, at Venus drejede omkring Solen.

Tidevand:

Månen er ca. 81 gange lettere end Jorden

Månen og Jorden trækker i hinanden. Når månen står i syd, trækker Månen havvand op på stranden. Der bliver højvande. Det kaldes flod.

Når månen står op eller går ned trækker den vandet væk fra stranden. Der er ebbe.

Når Månen står over den modsatte side af Jorden, vil der også være højvande hos os.

Jorden drejer rundt om sig selv under Månen. I løbet af ca. 1/4 døgn skifter det fra ebbe til flod eller fra flod til ebbe.

Månen drejer langsomt mod øst (venstre), medens Jorden drejer under den. Derfor går der ca. 6 timer og 12 minutter mellem ebbe og flod. Det er lidt mere end 6 timer, fordi månen altid bevæger sig langsomt mod øst.

Man kan se, at månen rykker nærmere de stjerner, der står øst for den.

Det tager 24 timer og 50 minutter inden månen er nået rundt til det samme verdenshjørne.

Solen trækker også i vandet. Ved nymåne og ved fuldmåne virker Solen og Månen sammen. Så får tidevandet lidt større højdeforskel mellem ebbe og flod.

Ved halvmåne modvirker deres træk hinanden. Så får tidevandet lidt mindre højdeforskel mellem ebbe og flod.

3) Lav modeller af solsystemet. Vis billeder og fortæl

Solen er helt enormt stor i forhold til planeterne. Afstandene i Solsystemet er meget store. I kan få en fornemmelse af det ved at bygge en model af Solsystemet.

Find en model på Tycho Brahe Planetariets hjemmeside og print den ud: [her](#)

Tycho Brahe planetariets model er 2 mia. gange mindre end Solsystemet. Afstandene er store i den model.

**Vi vil vi lave en model, der er 5 gange mindre, altså 1: 10 mia.
Alle diametre og afstande skal divideres med 10.000.000.000.**

	Diameter i km	Diameter i modellen i mm	Middelfafstand fra Solen i mio. km	Afstand fra Solen i modellen i m
Solen	1.400.000	140	0	0
Merkur	4.880	0,5	57,9	5,8
Venus	12.100	1,2	108,2	10,8

Jorden	12.769	1,3	149,6	15
Mars	6.790	0,7	227,9	22,8
Jupiter	142.800	14,3	778,3	77,8
Saturn	120.000	12,0	1427	142,7

Uranus	51.000	5,1	2870	287
--------	--------	-----	------	-----

Neptun	49.800	5,0	4497	450
--------	--------	-----	------	-----

Pluto	2.800	0,3	5900	590
-------	-------	-----	------	-----

Find sandkorn, runde sten, frugter og bolde i de rigtige størrelser. Læg ”Solen” midt på en stor plads. Hele klassen skal nu sammen gå en tur ud gennem solsystemet. Mål afstanden og stop ved hver planet.

Forskellige hold har forberedt at fortælle om Solen og planeterne og deres måner. De medbringer en model af deres planet i rigtig størrelse samt fotos printet fra internettet. En gruppe holder foredrag ved hvert stop.

Holdene kan læse tekster og finde gode billeder på f.eks. disse hjemmesider:

Tycho Brahe Planetariets hjemmeside: [her](#)

De 9 planeter: [her](#)

[www.rummet.dk](#): [her](#)

Hubbleteleskopet: [her](#) eller Rundetårn: [her](#) eller Kitts astronomi: [her](#)

Andre Stjerner:

I modellen, hvor Jorden er 15 m fra Solen, ligger Solens nærmeste stjerneabo ca. 4.000 km væk! I modellen flytter jorden sig 30 m på et halvt år. Sigtelinien fra Jorden til en stjerne ændres derfor kun utroligt lidt på grund af Jordens årlige bevægelse. Alligevel kan denne lille bitte ændring i sigtelinien til nogle stjerner måles med astronomiske teleskoper. Man kan på den måde bevise, at Jorden bevæger sig. Det kunne Tycho Brahe ikke bevise, for i 1500 tallet var kikkerten ikke opfundet. Tycho Brahe målte ellers ti gange mere nøjagtigt end andre på sin tid. Han manglede en kikkert for at kunne måle endnu mere nøjagtigt.

Lysets hastighed.

Lyset bevæger sig med 300.000 km i sekundet. Det når frem fra Solen til Jorden på ca. 8 min.

I modellen 1:10mia. bevæger lyset sig 3 cm på et sekund. Det er 108 meter på en time.

Hvor lang tid ville det vare at gå i modellen fra Solen til Neptun med den fart?_____

I modellen 1:10 mia. ligger Solens nærmeste stjerneabo som sagt ca. 4.000 km væk. Stjernens lys skal rejse i over 4 år før det når frem til os.

4,1) Hvordan mener astronomerne at Solen og Jorden blevet til.

Se:

Tycho Brahe Planetariets hjemmeside: [her](#)

De ni planeter: [her](#)

4,2) Hvordan er livet opstået. Hvad er betingelserne for at liv kan eksistere?

Se:

Tycho Brahe Planetariets hjemmeside: [her](#)

[www.rummet.dk](#): [her](#)

4,3) Udforskningen af Mars

Se:

Nasa [her](#) (klik på challenges) og [her](#)

[www.rummet.dk](#): [her](#)

Tycho Brahe Planetariets hjemmeside: [her](#)

Bellahøj Skoles hjemmeside: [her](#)

vælg Stjernekammeret og Magnetisme på Jorden og på Mars. Der er vist, hvordan man kan lave forsøg med magnetisk jord på næsten samme måde som forskerne gør på Mars.

4,4) Hvorfor tændes en nyfødt stjerne?



I skal bruge en cykelpumpe

Sådan gør I:

Pump en cykel. Hvordan føles ventilen lige efter, at du har pumpet?

Prøv også at pumpe uden cykel, mens du holder fingeren foran hullet i pumpen, så luften pifter ud. Det kan føles meget varmt på fingeren.

Ventilen bliver varm, fordi der er blevet presset luft sammen. Fingeren føles varm, når man presser luft sammen på den.

Det samme sker når en stjerne dannes.

Gassen trækkes ind i stjernen og presses sammen. Til sidst er stjernen blevet så varm inde i midten, at der startes fusion af hydrogen - en slags "brintbombe". Dette giver stjernen energi til at lyse.

Mere om stjernens liv:

Langt senere er stjernens energi opbrugt. Så synker stjernens indre endnu mere sammen og bliver endnu varmere. Men stjernens ydre lag udvider sig meget. Derfor bliver de øverste lag af stjernen koldere.

Når gas udvider sig bliver det koldere. Stjernens farve forandrer sig, så den bliver mere rødlig. Det afslører, at der i de øverste lag ikke er helt så varmt som ved de unge stjerner.

Det ender med at den gamle stjerne blæser det meste af sin gas ud i rummet. Senere kan gassen blive samlet til nye stjerner.

De største stjerner eksploderer til sidst som en supernova. På "**Google Earth**" kan du finde resterne af en supernova i stjernebilledet Tyren. Den hedder Crab Nebula – Krabbetågen.

Under Orions bælte kan du klikke på Orientågen M42. Her ser man stjerner blive dannet.

Se **Hubbleteleskopets** fantastiske billeder [her](#)

Til højre vises et af Hubbles billeder af Orientågen M42.

Fire enorme stjerner er netop begyndt at lyse på grund af sammentrækningen af gas. De lyser så kraftigt at hele tågen gløder som et neonrør. Derfor kan man skelne over 3000 andre nydannede stjerner i Orientågen.

På næste side vises et billede af en enkelt af disse nye stjerner.



4,5) Hvorfor er planeterne ikke faldet ned på Solen?



I skal bruge en kontorstol

Sådan gør I:

Hold ben og arme strakte, mens du roterer på en kontorstol. Træk derefter ben og arme ind mod kroppen.

Hvordan gik det med rotationen?

Du kom i hurtigere rotation, da du trak arme og ben indad.

Da solsystemet blev til, faldt støv og gas indad på grund af tyngdekraften. Det medførte en hurtig rotation.

På grund af sammentrækningen kom det støv og gas, der siden blev til planeterne, til at dreje så hurtigt omkring solen, at det kom i kredsløb. Rotationen er hurtigst i det plan, der er vinkelret på solsystemets rotationsakse. Derfor dannedes planeterne i det plan. I kender planet som Dyrekredsen eller Ekliptika. Det er de 13 stjernebilleder, som Solen og planeterne passerer igennem i løbet af et år.

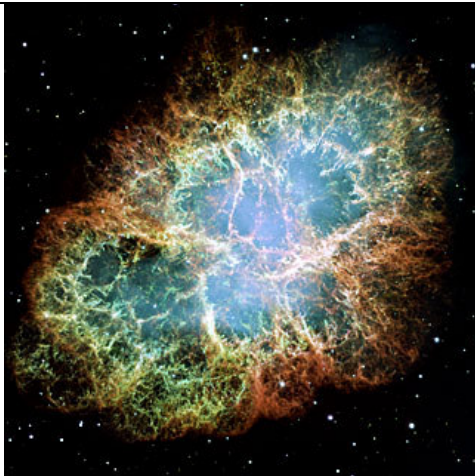
I kan finde Ekliptika på det drejelige stjerne kort.



Her har Hubble fanget et billede af en nyfødt stjerne. Den er kommet i så hurtig rotation, at der er opstået en skive af støv omkring den. Støvet vil først blive samlet til sten og derefter til planeter.



Herover ses et af Hubbles billeder af Ørnetågen. Det er et andet område, hvor der fødes mange stjerner af en gaståge.



Til venstre ses Hubbles billede af Krabbetågen. I året 1054 observerede kinesiske astronomer en supernova på dette sted på himlen. I dag ser man godt 950 år gamle rester af supernovaen. Udsødte gas fra eksplosionen rammer tidligere udsendt gas, sådan at det lyser op.

Her findes tunge grundstoffer som guld, sølv, bly, platin og uran – alle dannet i supernovaen.

Se billederne i bedre opløsning [her](#)

4,6) Hvorfor skubbes planeterne ikke væk fra Solens bane på himlen?



I skal bruge et cykelhjul.

Sådan gør I:

Hold forhjulet fra en cykel i akselskruerne med begge hænder. Lad en kammerat trække hjulet i rotation. Prøv derefter at vippe hjulet.

Du mærker en stor modstand mod at vælte. Det er derfor, at man kan holde balancen på en cykel i fart. Det er svært at holde balancen på en cykel, når man holder stille.

Planeterne holdes i Dyrekredsens plan (Solens bane på himlen) af kræfter i deres rotation. Derfor bliver de ved med at køre rundt gennem Dyrekredsen. Der er ikke mulighed for, at en planet kan bevæge sig væk fra Dyrekredsen og ind foran Karlsvognen. Solen og planeterne står aldrig i Karlsvognen.

5) Forsøg med raketter og satellitter.

5,1) Vandraketten.



I skal bruge:

En raket-affyringsrampe, en plasticflaske, en cykelpumpe og lidt vand:

Sådan gør I:

Køb en raket-affyringsrampe i f.eks. Den gamle Skole: [her](#) vare nr. J382 pris 149 kr

Foto: Den gamle Skole

Fyld en plastic-sodavandsflaske en fjerdedel med vand. Gå ud på en stor græsplane og pres plastflasken ned på affyringsrampen med åbningen nedad. Pump luft i flasken med en fodpumpe eller en cykelpumpe. Læn jer ikke ind over flasken. Pludselig sprøjter vandet ud med stor kraft, og flasken ryger højt op.

Raketten flyver op, fordi vanden kastes nedad.

En rumraket virker på samme måde. I rumraketten er det en forbrænding, der kaster gasser nedad med stor fart.

Få flere idéer til sjove raketforsøg på Dansk Rumforskningsinstituts hjemmeside: [her](#)

5,2) Forsøg med rulleskøjter.



I skal bruge:

To par rulleskøjter og en basketball.

Sådan gør I:

To af jer tager rulleskøjter på og stiller sig godt en meter fra hinanden med ansigterne mod hinanden.

De kaster en basketball til hinanden med så stor kraft, at modtageren netop kan gribe bolden.

Hvorfor kører de to baglæns efter hvert kast?

Det er fordi de kaster bolden fremad. Raketprincippet siger, at man selv skubbes i den modsatte retning af det man kaster

Jo hårdere man kaster, og jo mere masse man kaster fremad, des hurtigere ryger man selv bagud.

Sådan styrer man i rummet:

Raketter virker på samme måde. En vægtløs astronaut midt i et rumskib kan komme ud til en væg ved at kaste noget den modsatte vej.

Rumskibet kan forøge sin fart ved, at man lader en motor skyde gasser bagud.

Rumskibet kan sænke sin fart ved, at man lader en motor skyde gasser fremad.

Ekstra forsøg med rulleskøjter:

	De to på rulleskøjter står tæt sammen med hænderne mod hinanden. De skubber samtidigt til hinanden med hænderne. Lad først to lige tunge elever prøve forsøget. De kører begge baglæns lige hurtigt. Lad derefter en let og en tungere elev skubbe til hinanden som vist på billedet
	Hvad sker der? Den letteste får mest fart.
	Det er en fordel at være let, hvis man vil hurtigt af sted. Derfor har man opfundet flertrinsraketten. De tømte brændstoftanke kastes af, for at resten kan få mere fart på, når næste rakettrin tændes.

5,3) Forsøg med faldende mønter

I har sikkert undret jer over, hvordan en satellit eller et rumskib kan undgå at falde ned.

Mange tror, at tyngdekraften ikke virker i stor højde. Men der tager de fejl. Tyngdekraften virker heldigvis altid. Det er jo derfor, at astronauterne kan komme ned på Jorden igen.

I kan let lave et forsøg, der viser, hvorfor en satellit kan være i kredsløb om jorden.



I skal bruge:

En træplade, en lineal eller en træliste, en skrue og to mønter.

Sådan gør I:

Skrue listen fast i træpladens kant som vist ovenfor. Læg de to mønter tæt på hinanden. Skub dem ud over bordkanten samtidigt ved at dreje listen. De rammer jorden samtidigt.

Lav også forsøget med en let og en tung mønt. Rammer de også jorden samtidigt? Ja, alle ting falder lige hurtigt, hvis der ikke er luftmodstand. I starten af et fald betyder luftmodstanden ikke meget. Så mønterne rammer jorden samtidigt.

Læg nu mønterne længere fra hinanden som på billedet ovenfor. Skub dem igen ud over kanten ved at dreje listen. Den fjerneste mønt får det hurtigste skub, så den flyver længst.

Hvilken af de to mønter vil først ramme gulvet?

Prøv flere gange. Prøv også at lægge mønterne længere fra hinanden, så at der bliver endnu større forskel på deres faldbaner.

Kan det passe, at mønterne igen rammer gulvet samtidigt?

Ja det er rigtigt. Det ændrer ikke faldet, at en af mønter samtidigt flyver hurtigt langs med jorden.

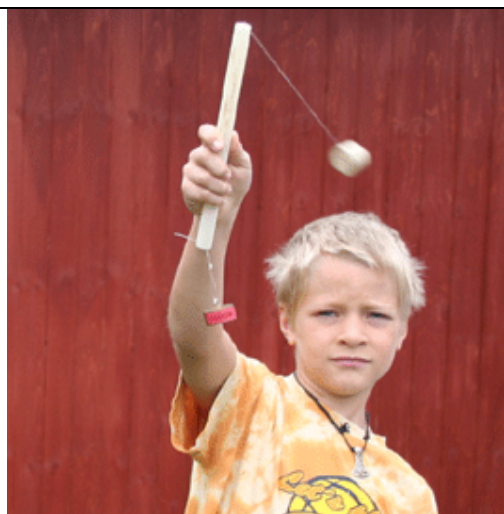
Rumstationen

Den Internationale Rumstation ISS bevæger sig med ca. 28.000 km/t i vandret retning. Samtidigt trækkes den i retningen ind mod Jordens midte på grund af tyngdekraften. **Derfor falder den ved siden af Jorden. Den er i kredsløb omkring Jorden.**

Den kredser i en bane omkring Jorden ca. 400 km over jordoverfladen. Der er næsten lige så stor tyngdekraft i 400 kilometers højde, som der er på jorden. En meget lille luftmodstand sænker dens fart så meget, at den til sidst ville styrte ned, hvis man ikke gjorde noget. Derfor tænder man en gang imellem dens motor for at bringe den tilbage til den ønskede højde.

I ca. 100 kilometers højde er luften for tæt til, at man kan flyve hurtigt nok til at komme i kredsløb. Når man vil lande med et rumskib eller en rumfærge, sænker man dens fart så meget, at den falder ned i luften i en skrå bane. Derved bremses luften så meget, at varmeskjoldet kommer til at gløde. Med en computer har man forinden beregnet, hvor landingen vil finde sted. En rumfærge lander på en bane. En rumkapsel lander med faldskærm.

5,4) Tyngdekraften



I skal bruge:

En prop, stærk fiskesnøre, elektriker-rør, lodder eller sten.

Sådan gør I:

Sav et stykke elektriker-rør på ca. 20 cm af.
Bind en prop fast i et stykke 1m langt stærkt fiskesnøre, og stik snøren igennem elektriker-røret.
Bind et lod eller en lille pose med sten fast i den anden ende.
Hold i elektriker-røret og slyng proppen rundt.
Loddet trækker i proppen, men proppen bliver ikke trukket ind, fordi den roterer.

Hvis man får proppen til at dreje hurtigere, løftes loddet lidt og proppen kommer ud i en større bane.

Prøv det.

Prøv derefter at lade proppen miste fart. Hvad sker? _____

Hænger man et tungere lod på, skal proppen snurre hurtigere for at undgå at blive trukket ind.

Prøv at hænge et tungere lod på og mærk forskellen.

Hvad sker med proppen, hvis loddet tages af og snøren slippes, mens proppen roterer? _____

Satellitter

Forsøget minder meget om en satellit, der kredser omkring jorden. Loddet trækker i proppen, lige som jordens tyngdekraft trækker i satellitten.

Loddet trækker i proppen så den ikke flyver væk. På samme måde trækker jordens tyngdekraft i satellitten. Hvis tyngdekraften svigtede, ville satellitten flyve væk fra Jorden og aldrig komme tilbage. Men tyngdekraften svigter aldrig. I forsøget kunne en kammerat tage loddet af snøren og slippe medens en anden svingede. I så hvad der skete med proppen. Det sker ikke med en satellit, for tyngdekraften virker altid..

Men man kan give satellitten mere fart på ved at tænde en raketmotor, der er rettet bagud. Den ekstra energi vil løfte satellitten op i en højere bane. På samme kommer proppen ud i en større kreds, når man slynger proppen hurtigere rundt. Men selvom satellitten er fjernere fra jorden, vil den stadig være i kredsløb.

Man kan give satellitten så meget fart, at den flyver væk fra Jorden i retningen mod Månen, mod en planet eller i en anden retning.

I 200 km/s højde vil satellitten undgå at styrte, hvis dens hastighed er ca. 28 000 km/t.

Når farten forøges vil satellitten komme længere fra jorden. **Hvis hastigheden kommer op på ca. 36.000 km/t vil satellitten flyve væk fra jorden.** Jordens tyngdekraft vil stadig trække i den, men ikke nok til at holde den i kredsløb om Jorden. Efterhånden som satellitten kommer længere væk, bliver Jordens træk i den mindre og mindre. Men Jordens tyngdekraft vil stadig påvirke dens bane lidt.

Proppen blev trukket ind, da den mistede fart. På samme måde kan man lande med et rumskib, hvis man tænder en raketmotor, der er rettet fremad, så den sænker rumskibets fart.

Kommer hastigheden under ca. 28.000 km/t, kommer den ned i luften og bremses yderligere. Varmeskjoldet kommer til at gløde. Til sidst kan man lade rumskibet dale med i en faldskærm indtil det lander.

Sæt et ekstra lod på snøren. Hvilken forandring er der sket? _____

Når tyngdekraften er større, kræves det at satellitten bliver hurtigere, hvis man vil undgå at den styrter. På samme måde trækker et tungere lod proppen ind, hvis den ikke snurrer hurtigere.

Planeterne er Solens satellitter.

Solen har meget større tyngdekraft end Jorden.

Derfor drejer planeterne meget hurtigt rundt om Solen. Jordens fart er ca. 107.000 km/t. Det er ca. 30 km hvert sekund. Hvis Jorden mistede fart, ville den styrte ind mod Solen. Men det sker ikke.

Solen vejer næsten tusind gange så meget, som planeterne vejer tilsammen.. Planeterne drejer rundt om Solen, fordi Solen trækker i dem. Planeterne trækker også lidt i Solen. Derfor bevæger Solen sig meget langsomt rundt i en lille kreds inde i midten. Desuden roterer Solen omkring sin egen akse på 25 døgn ved sin ækvator og på 30 døgn ved sine poler.

5,5) Hvordan bliver man vægtløs?

	
Vandet sprøjter ud på grund af vægten og trykket	Vandet er vægtløst og trykker ikke

I skal bruge:

Et bor, en plastflaske, vand

Sådan gør I:

Bor tre små huller med 1mm bredde i en plasticflaske eller en plastikdunk. Et hul nederst på siden, et midt på siden og et øverst.

Gå udendørs og fyld vand i. Tab flasken og grib den igen.

Under faldet stopper det med at sprøjte fra alle tre huller.

Før og efter falder sprøjter der vand ud af hullerne. Det sprøjter mest fra det nederste hul, fordi trykket er størst i dybden. Det ved alle, der har prøvet at dykke i en svømmehal.

Hvorfor er der intet sprøjt under faldet? Det er fordi der ikke er tryk på vandet.

Trykket i vand skyldes, at vandet vejer noget. Når man dykker længere ned, bærer man en større vandmasse. Derfor oplever man et større tryk.

Under faldet vejer vandet ingenting. Derfor trykker det ikke. Derfor sprøjter det ikke ud af hullerne.
Alle ting er vægtløse, når de falder frit.

Prøv at kaste vandflasken opad. Både på vej op og på vej ned i faldet er der ikke noget sprøjt.

Vandet er vægtløst i hele faldet – både på vej op og på vej ned.

På samme måde er du også vægtløs, når du springer. Du er vægtløs under hele springet fra dine fødder har forladt jorden til du lander igen. I start og landing vejer du meget mere, end du plejer. Det kan man mærke- og det kan man måle, hvis man springer fra en vægt eller lander på en vægt. Men under springet er man vægtløs.

Astronauter er heller ikke vægtløse under start og landing. Da presses de ned i sædet med stor kraft. I rummet presses de også, så længe raketmotoren er tændt. Men der er stort set vægtløse under kredsløbet rundt om jorden - på samme måde som I er vægtløse, når I springer.

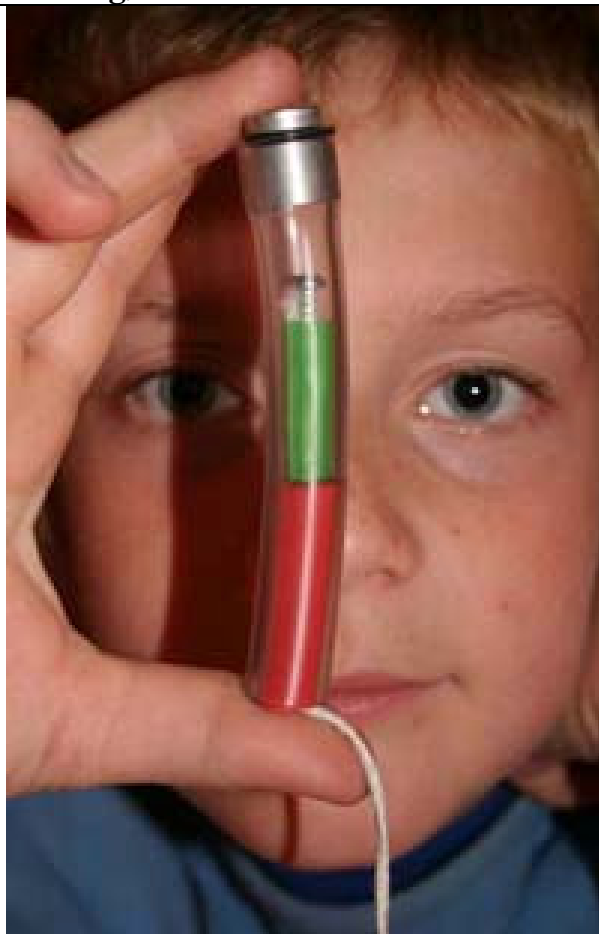
På jorden og i rummet gælder de samme naturlove.

5,6) Lav en vægtløshedsmåler

I skal bruge:

En plasticslange, en magnet der så bred som slangens indre diameter, en skrue, en mur-dyvel, en snor og en mindre slange, der passer i den store slangens indre bredde.

Sådan gør I:



I en klar plasticslange indsættes en magnet i den ene ende.

En jernskrue, der er fastskruet i en murdyvel, kan trækkes væk fra magneten med en snor.

Et rør i slangen stopper skruen, så den kun kan trækkes ned til en bestemt afstand fra magneten.

Afstanden fra magneten til skruen gøres så stor, at magneten netop ikke kan løfte skruen. Slangen skal holdes med magneten øverst og med skruen trukket ned.

Taber man slangen, hopper skruen straks op med et smæld.

Hvorfor?

Fordi magneten og skruen falder lige hurtigt. Under det frie fald bliver de begge vægtløse. Skruen trækkes op, fordi den ikke vejer noget under det frie fald.

--	--

Kast slangen opad. Skruen trækkes op til magneten igen, fordi vejen opad er en del af det frie fald. På grund af kastet går det frie fald i begyndelsen opad – på samme måde som når du kaster en bold eller under parabolflyvning. Under parabolflyvning falder flyet frit i et stykke tid – og i den tid er passagererne vægtløse.

Hold slangen i hånden og hop. Skruen springer op. Det viser at du også var vægtløs under hoppet. Din vægt var næsten nul. På samme måde oplever en astronaut vægtløshed under et kredsløb om Jorden.

Find flere forsøg om vægtløshed på Bellahøj Skoles hjemmeside: [her](#)
vælg Stjernekommeret og Kroppen i rummet.

5,7) Lav en luftpudebåd



I skal bruge: et låg til en æggebakke, en wc-rulle, tape og en saks

Sådan gør I:

Klip låget af æggebakken.
Sæt rullen ovenpå og tegn en cirkel rundt om.
Klip et hul langs strengen.
Sæt rullen i hullet, og tape de små huller til.

Når I puster i rullen, kommer æggebakken til at svæve i kort tid.

I kan også bruge: En kasseret CD, et bor, en plast-filmdåse, lim og en ballon

Sådan gør I:

Bor et 3mm hul i CD-skiven og et lidt større hul i bunden af filmdåsen.
Lim filmdåsen oven på CD-skiven i midten, så der er hul igennem. Vent til limen er tør.
Pust ballonen op og sæt den over filmdåsen.

CD-en vil svæve på bordet. Skubber man til den, stopper den ikke. Gnidningskraften mangler

En luftpudebåd gnider kun lidt mod jorden. Derfor fortsætter den med jævn fart, uden at nogen skubber på. Den stopper først, når den bremses af en kraft.

Satellitter fortsætter og fortsætter

Vi er vant til at gnidningskraften stopper alle køretøjer. Slukker man for motoren, vil de stoppe.

I rummet er der næsten ingen gnidningskraft. Derfor kan en satellit fortsætte i lang tid uden at få tilført energi. Den bliver i sin bane.

Dog bremses satellitter i lav bane lidt af en uhyre tynd luft i rummet tæt på Jorden. Derfor skal man en gang imellem tænde raketmotoren på lavtkredsende satellitter.

5,8) Hvornår skal man bruge rumdragt?



I skal bruge:

En plastsprøjte og en kop med varmt vand på f.eks. 50 grader C – ikke så varmt at nogen brænder sig.

Sådan gør I:

Sug lidt varmt vand ind i sprøjten. Sæt fingeren for og træk hurtigt i stemplet, så der bliver undertryk inde i sprøjten.

Vandet koger i kort tid ved 50 grader C. Du brænder dig ikke på dette kogende vand.

Vi er vant til at vand koger ved 100 grader C. Når man opvarmer vand, kommer der små dampbobler i vandet. Men lufttrykket presser boblerne sammen igen. Man hører det som en syden i en kedel vand, der endnu ikke koger.

I trak i stemplet. Trykket blev så lavt, at selv lunkent vand kom i kog. I vakuum er der slet ingen luft. I vakuum koger selv koldt vand.

Over Jordens atmosfære og på Månen er der vakuum. Ingen luft trykker på astronauten, hvis han er på rumvandring uden for rumskibet. Derfor ville astronautens blod straks begynde at koge, hvis han tog sin rumdragt af.

Derfor skal astronauter have en lufttæt rumdragt på med tryk i, når de er på rumvandring uden for rumskibet. Hvis to astronauter er på rumvandring, må de tale med hinanden gennem radio, for der er ingen luft mellem dem, som lyden kan udbrede sig igennem.

5,9) Lav forsøg med rumfart på ESA`s uddannelses-side: [her](#)

Besøg en astronaut på den internationale rumstation: [her](#)

6,1) Lav en regnbue



I skal bruge:

En vandforstøver, en vandslange eller et springvand, en glasprisme eller et optisk gitter.

Sådan gør I:

Stil dig med Solen i ryggen og sprøjt vand fremad. Det er muligt at lave en regnbue. Solens lys er hvidt, men det er sammensat af alle regnbuens farver.

Når lyset går gennem en vanddråbe afbøjes farverne forskelligt. Det blå lys afbøjes meget, og det røde lys afbøjes mindre.

Derfor ser du farverne adskilt i en regnbue.

Prøv at holde et glasprisme op i lyset. På et bestemt sted ser du også en regnbue.

Det er fordi farverne skifter retning, når lyset går gennem glasset. Det blå lys afbøjes mere end det røde.



Prismet adskiller det hvide lys i bl.a. violet, blå, grønt gult og rødt. Det røde lys afbøjes mindst.

Astronomerne undersøger farverne stjernernes lys.

Derved kan de måle, hvilke grundstoffer, der er øverst i hver stjerne. De kan også beregne, hvor hurtigt stjernen bevæger sig væk fra os eller hen mod os.

Desuden kan de beregne, hvor varm stjernen er, hvor gammel den er, og hvor stor den er. Lyset fra en stjerne fortæller utroligt meget om stjernen. Nogle gange kan man også måle, om en stjerne har planeter.

Lyset, som jorden kaster tilbage kan undersøges. Det kan fortælle, at der er meget ilt i jordens atmosfære. En eventuel fremmed civilisation vil derfor kunne måle, at der er planter på jorden. Endnu har vi ikke målt meget ilt i en anden planets atmosfære.

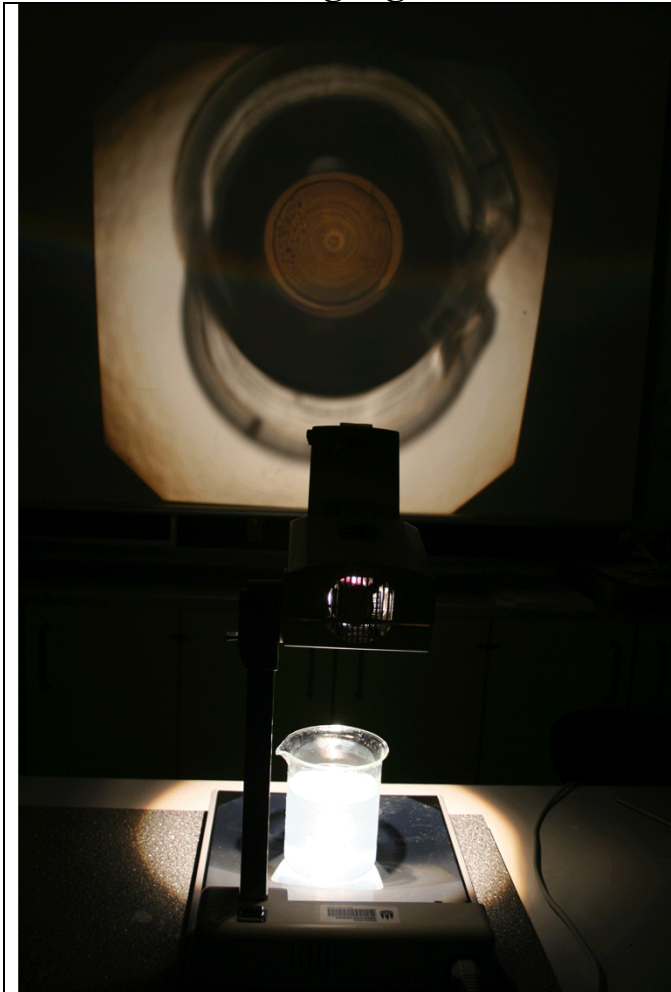
Vanddråberne i modsat retning af Solen adskiller solens hvide lys i de farver, det består af.

I den inderste regnbue er den røde farve yderst, fordi det røde lys afbøjes mindst.

I den svage ydre regnbue har dråberne spejlvendt rækkefølgen, så at den røde farve er inderst.

Foto: Randers HF

6,2) Hvorfor er himlen blå? Hvorfor er solnedgangen rød?



I skal bruge:

En overheadprojektor, et stort glas vand og lidt skummetmælk.

Sådan gør I:

Sæt et stort glas med vand på en overheadprojektor og tænd den. Hæld nogle få dråber skummelmælk i vandet.

I ser, at glasset bliver lidt blåligt, og at lyset på skærmen bliver rødligt.

Projektorens hvide lys adskilles af mælken.

Men hvidt lys består af alle regnbuens farver. Det blå lys afbøjes meget, og det røde lys afbøjes mindre.

Glasset bliver blå, fordi det blå lys afbøjes mest.

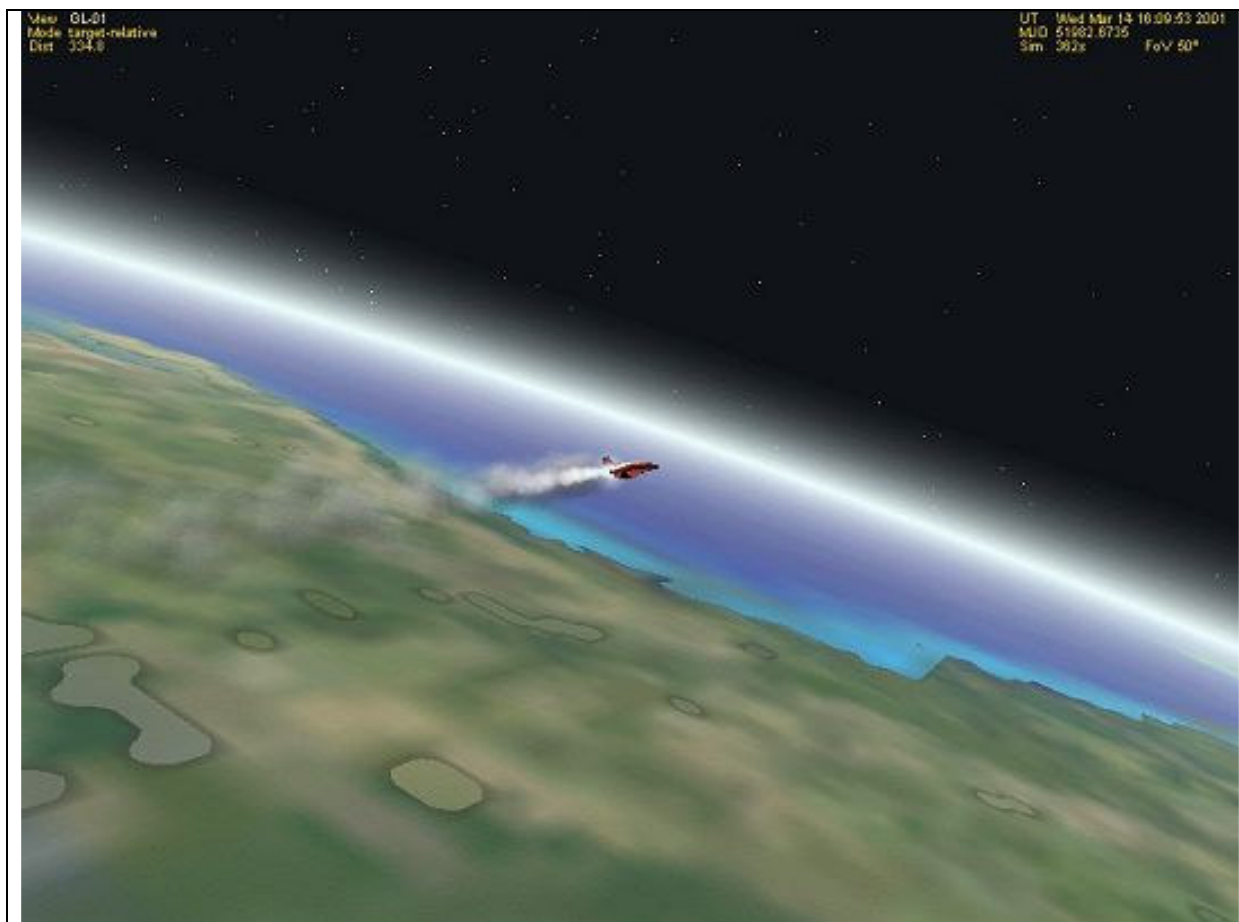
Det røde lys afbøjes mindre, så det når den lange vej gennem mælke-vandet og rammer skærmen i den rødlige ring inden for glassets kant..

Solens lys er hvidt. Det hvide lys består af alle regnbuens farver. Luften afbøjer det blå lys mest. Derfor bliver himlen blå.

Når Solen står lavt på himlen, passerer dens lys en meget længere vej gennem jordens atmosfære. Derfor afbøjes selv den røde farve så meget så meget, at solopgangen og solnedgangen bliver røde.

Månen bliver også rødlig, når den står lavt på himlen. Månens lys kommer fra Solen og kastes tilbage fra Månen.

En planet bliver også rødlig, når den står op eller går ned.



Rejser man over atmosfæren med et rumskib, vil man se himlen helt sort.

Det er fordi, der ikke er noget luft, der afbøjer lyset.

Man kan så se stjerner og planeter, selvom Solen er fremme. Billedet er fra NASA

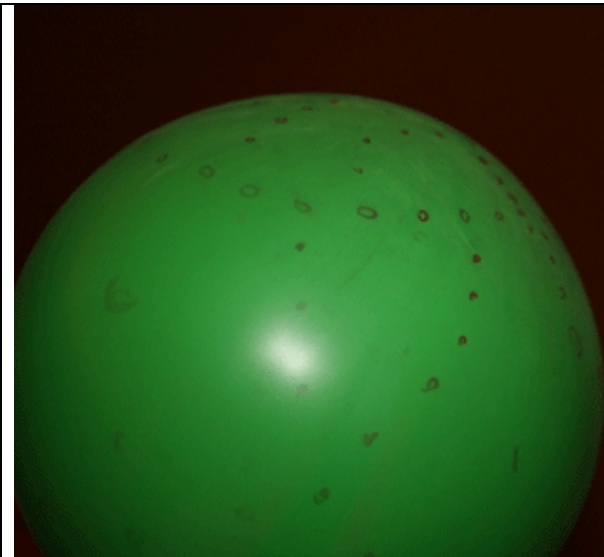
7,0) Hvad er Big Bang, spiralgalakser, supernovaer, sorte huller, neutronstjerner, hvide dværge?

Se:

Tycho Brahe Planetariets hjemmeside: [her](#)

www.rummet.dk: [her](#)

7,1) Hvorfor er lyset fra fjerne galakser rød-forskudt?

	
I skal bruge: En ballon og en sprit-tus Sådan gør I: Pust ballonen lidt op. Sæt prikker på ballonen med en tus. Det skal forestillegalakser. Pust ballonen mere op.	I ser at der nu bliver længere mellem prikkerne. På samme måde bliver der længere mellem galakserne, efterhånden som rummet udvider sig.

Mere om rummets udvidelse:

Rummets udvidelse startede med Big Bang for 13,7 mia. år siden. Allerede en milliard år senere var der opstået et enormt antal galakser. Siden da har rummet udvidet sig mange gange. Derfor er der blevet længere mellem galakserne.

Hvis du hører en ambulance, der kører væk, vil lyden høres dybere, end når den kører hen imod dig. På samme måde bliver lyset rødtligt fra en galakse, der hurtigt fjerner sig. Lyset bliver trukket ud af universets udvidelse. Rødt lys er det synlige lys, der har den største bølgelængde.

Astronomerne har opdaget at universet udvider sig hurtigere og hurtigere. De forklarer det med at, der må være noget **mørkt energi**, der skubber på. Det tyder på at den mørke energi har over 17 gange så meget energi som alle universets stjerner tilsammen!

Man kan også måle at der findes **mørkt stof**, der holder galakserne sammen. Det mørke stof har ca. 5 gange så stor masse som alle universets stjerner tilsammen!

TV flimmer

Du har ofte set flimmer på et TV. En del af det flimmer skyldes lys, der blev sendt af sted kort tid efter Big Bang. Rummets udvidelse har trukket lyset ud til mikrobølger. Disse mikrobølger er usynlige uden brug af elektronik, men man kan se mikrobølgerne som flimmer på sit TV!

7,2) Hvordan kan astronomerne måle afstanden til en stjerne?



I skal bruge: Nogle stokke (man kan nøjes med at bruge sine to tommelfingre)

Sådan gør I:

Stik nogle stokke i jorden. Sæt dig på hug og hold en stok lodret hånden med strakt arm. Hold en anden stok ud for din albue med den anden hånd.

Sigt mod stokkene i jorden. Se første med det venstre øje, mens det højre holdes lukket. Se derefter med det højre øje, mens det venstre holdes lukket.



Det venstre billede er taget ved venstre øje. Det højre billede er taget ved højre øje.

Der er forskel på billederne – på samme måde som man opdager en forskel, når man lukker det ene øje og åbner det andet.

Den nærmeste lyse stok ved albuen flytter sig meget, når man skifter fra det ene billede til det andet. Stokken med det orange mærke i hånden er længere væk. Den flytter sig mindre. Stokken med det blå mærke er endnu længere væk, og den flytter sig endnu mindre.

Jo længere væk noget er, des mindre flytter det sig, når man åbner det andet øje og lukker det første.

Man kan nøjes med at bruge to tommelfingre i forsøget, og man kan helt undvære alle pindene. Den ene arm skal være strakt med tommelfingeren synlig. Den anden tommelfinger holdes ved albuen. Den nærmeste tommelfinger vil flytte sig mest under forsøget.

Afstanden til Stjernerne.

Stjernerne er så langt væk, at de ikke flytter sig, selv om man lukker først det ene og så det andet øje. Men man kan jo iagttage gennem et teleskop med et halvt års mellemrum. Så har jorden i mellemtiden flyttet sig om på den anden side af Solen. Med så stor afstand mellem ”øjnene” kan der alligevel blive en uhyre lille forskel på vinklen til en stjerne

Med teleskoper kan astronomerne måle, at de nærmeste stjerner i årets løb ser ud til at bevæge sig i uhyre små cirkler. De lidt fjernere stjerner ser ud til at bevæge sig i endnu mindre cirkler. Årsagen er at Jorden drejer rundt om Solen.

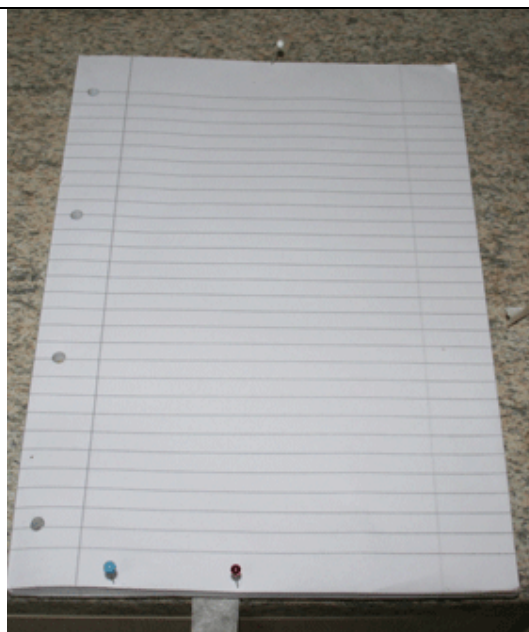
Mennesker, Ørne og kaniner

Mennesker kan bedømme afstand, fordi vi ser tingene med begge øjne. Afstanden mellem øjnene gør, at hjernen kan bedømme, hvor langt noget er væk. Derfor kan mennesker f.eks. holde en tråd nøjagtigt ud for et nåleøje og stikke tråden gennem nåleøjet.

Begge ørnens øjne er fremadrettede. Derfor er den så dygtig til at bedømme afstand, at den kan slå ned på en kanin i stor fart.

Kaninen derimod har sine øjne på siden af hovedet, så hvert øje ser på sin side. En kanin er ikke god til at bedømme afstand, fordi den kun ser en ting med ét øje. Kaninen har heller ikke brug for at bedømme afstand. Med øjnene på siden har den et større synsfelt, så den lettere kan opdage et rovdyr i bevægelse.

Sådan kan I beregne afstanden til en tegnet stjerne på tavlen:



I skal bruge:

to borde, en A₄ papir-blok, tre nåle, tape, et målebånd og en lommeregner

Sådan gør I:

På tavlen tegnes en stjerne med en lodret streg igennem. Bagerst i lokalet sættes to borde sammen, så de står i forlængelse af hinanden parallelt med tavlen.

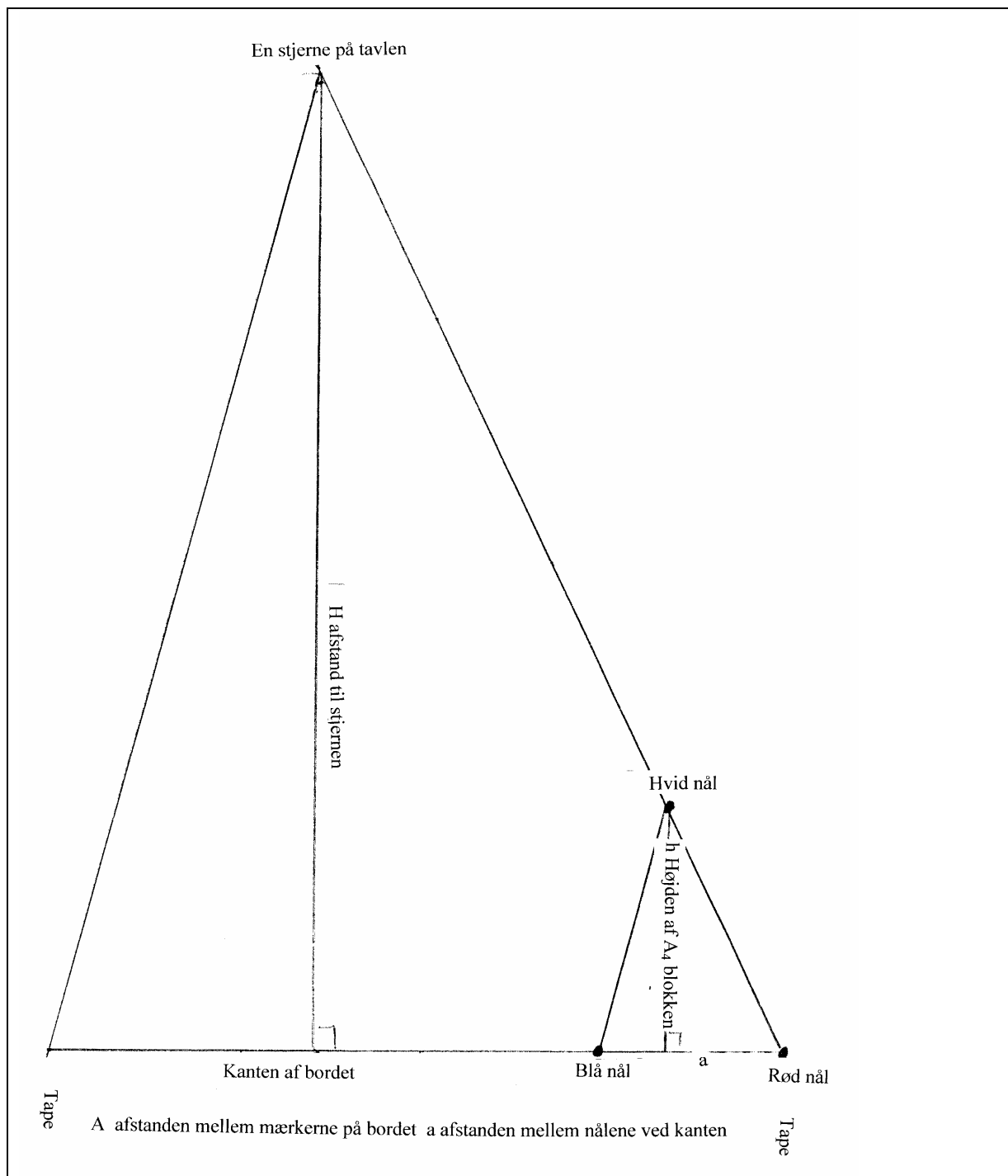
I kan beregne afstanden fra bordenes bagerste kant til stjernen på tavlen uden at behøver at gå hen til tavlen!

Sæt en nål lodret midt på den øverste kant på A₄ blokken. Nålen skal stikkes så langt ned i papiret, at den kan stå lodret.

Sæt A₄ blokken så dens nederste kant flugter med bordets bagerste kant i venstre side. Hold en nål lodret over A₄ blokkens nederste venstre kant, sådan at du sigter mod stjernen med de to nåle. Sæt den bagerste nål (den blå) fast lodret ned ved kanten af papirblokken. Marker positionen af denne nål med tape på bordet.

Ryk nu A₄blokken til højre, så dens nederste kant stadig flugter med bordets bag-kant. Sigt igen mod stjernen på tavlen gennem den forreste (hvide) nål. Sæt en tredje nål (den røde) i sigtelinien ved A₄ blokkens underkant. Marker positionen af den tredje nål med tape på bordet.

Mål afstanden A mellem de to stykker tape på bordet. Dividér dette tal med afstanden a mellem de to bagerste nåle. Gang resultatet med A₄ blokkens (højde 29,5 cm). Så har I afstanden til stjernen på tavlen. Mål selv efter.



De tre nåle står på under- og overkanten af A₄ blokken. Højden h af A₄ blokken er 29,5 cm.

Afstanden mellem den blå og den røde nål kan f. eks være 5 cm.

Afstanden mellem tapemærkerne kan f. eks være 2 m.

$$A/a = 200\text{cm}/5\text{ cm} = 40$$

Den store trekant er 40 gange bredere end den lille. Den store trekant da også er 40 gange højere end den lille, fordi to trekanter er ligedannede.

$$H/h = 40$$

$$H = 40 \cdot h$$

$$40 \cdot 29,5 \text{ cm} = 11,80 \text{ m}$$

Mål efter om stjernen på tavlen er mellem 11 m – 13 m borte.

Astronomerne bruger en lignende metode, men de kan ikke kontrollere med et metermål.

Astronomernes målinger:

Astronomernes målinger skal være meget mere nøjagtige. Tænk på modellen af solsystemet i 1: 10 mia. I modellen drejer Jorden i en afstand på 15 meter fra Solen. Der er kun 30 m mellem Jordens position om foråret og dens position om efteråret. Men i modellen er den nærmeste stjerne 4000 km borte! Det er helt fantastisk at astronomerne overhovedet kan måle en vinkelforskel til stjernen i årets løb.

Tycho Brahe havde bygget måleinstrumenter, der kunne bestemme en stjernes position med 1/60 grads nøjagtighed. Det var ti gange mere nøjagtigt end andre kunne måle på den tid. Med Tycho Brahes målinger for Mars' bane kunne Kepler beregne, at Mars bevægede sig i en eliptisk bane omkring Solen – og altså ikke i en rund bane omkring Jorden, som de fleste havde troet.

Tycho Brahe undersøgte, om der var en vinkelforskel til en stjerne i årets løb. Men han kunne ikke måle nogen forskel. Derfor antog han at jorden stod stille. Han kunne også have antaget at stjernen blot var uhyre meget længere væk end alle troede. Det ville nemlig også have kunnet forklare, at han ikke kunne måle nogen vinkelforskel til stjernen i årets løb. Men så enorme afstande virkede utrolige på den tid.

Først langt senere, da astronomerne fik teleskoper opsat i en såkaldt meridianerkreds, kunne de måle, at nogle stjerner flyttede sig lidt i forhold til baggrunden i årets løb. Astronomerne sagde, at de havde målt stjernens parallakse. Andre stjerner flyttede sig mindre – og de måtte altså være fjernere – deres parallakse er mindre.

Hvis en stjerne er mere end 300 lysår borte, kan man ikke måle dens parallakse.

Astronomerne bruger andre metoder, når de skal beregne afstanden til stjerner, der er fjernere end 300 lysår. De finder ud af hvilken type stjerne, det er. Deraf kan de beregne hvor meget stjernen lyser i en bestemt afstand. Hvis stjernen så er i den dobbelte afstand, vil den tilsyneladende kun lyse en fjerdedel så meget set fra Jorden. Er stjernen tre gange så langt borte, vil dens tilsyneladende lysstyrke kun være 1/9.

Ved at måle stjernens lysstyrke set fra Jorden, kan man derfor beregne, hvor langt borte den er. Udfyld selv de tomme pladser i skemaet.

Stjernens afstand	Stjernens tilsyneladende lysstyrke set fra jorden
1 enhed	1
2 enheder	1/4
3 -	1/9
4 -	1/16
5 -	
6 -	

7 -	
8 -	
9 -	
10 -	1/100
100 -	1/10.000
1000 -	1/ 1.000.000
10.000 -	
100.000 -	
1.000.000 -	1/1.000.000.000.000

Man kan læse mere om afstandsbestemmelse på www.rundetaarn.dk [her](#)

og i en pdf-fil fra Tycho Brahe Planetarium [her](#)

Afstanden til planeterne i Solsystemet

Afstanden til planeterne blev tidligere målt med parallakse. Nu bruger astronomerne radar. De måler, hvor lang tid der går inden et radar- ekko fra en planet kommer tilbage til Jorden. På den måde kan de beregne afstanden til planeten med få kilometers nøjagtighed.

På samme måde kan du bedømme afstanden til en mur med lukkede øjne. Når du råber, hører du et ekko fra muren. Hvis der går lang tid inden et ekko når frem, så må muren være langt væk.