

UNIVERSET

> Life in the Universe

Big Bang

Light Elements are formed

Galaxies form

Stars form

Heavy Elements

Interstellar Medium/Clouds

Planetary Systems

Solar System

Moon

Earth

Mars

Europa

Titan

Antarctica

Meteorite Impacts

Environment

ESA

ESO

EUROPEAN SCIENCE TECHNOLOGY CENTER

EUROPEAN UNION

Week 31 August 6-12, 2001

Astroschools for students are annually held in the Observatory in Avren, Bulgaria.

This year the astroschool took place on July 16-30. About 50 students carried out an observational and educational programme. They are all working on projects from the Life in the Universe programme.

Read More >

Home

What's New?

More about LIU

National LIU WebSites

Experts' Panel

The Competition

The Final Event

Contact Points

Search

Links

Cosmology

Origin of Life

Social Implications

<http://www.lifeinuniverse.org>

Det foreliggende materiale er copyrightet, men må frit benyttes til undervisningsformål. Det må ikke benyttes til kommerzielle formål. Materialet er underlagt licensbetingelser beskrevet på <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/deed.da>

Claus Münchow, mail:claus@munchow.net

Indholdsfortegnelse

1.	Hvad er det hele for noget?	1
1.1	Hvad ser vi?	2
1.2	Hvor er vi?	3
2.	Bevægelser på himlen	4
2.1	Ekliptika	4
2.1.1	Set udefra	4
2.1.2	Rotationstider	4
2.1.3	Set fra Jorden, dag og nat	4
2.1.4	Sommer og vinter	6
2.1.5	Planeterne	7
2.1.6	Månens faser	8
2.1.7	Formørkelser	8
3.	Astronomiprogrammer	10
3.1	SkyMap	10
3.2	PlanetWatch	12
4.	STIKORDSREGISTER	13

1. HVAD ER DET HELE FOR NOGET?

Jorden var flad for de fleste mennesker indtil 1800-tallet.

Jorden var rund og udgjorde verdens centrum for de lærde indtil ca. 1600. Så blev Solen centrum. Derefter blev også Solen detroniseret (væltet af tronen). Nu er der ikke noget centrum. Men er der en grænse for universet? Og hvad er der så på den anden side?

Stjernerne var ikke så forfærdeligt langt væk før i løbet af 1800-tallet.

Galakser var uforståelige, men flotte fyrværkerifænomener når de blev iagttaget i kikkerter i 1800-tallet.

For mindre end 100 år siden blev universet ufatteligt meget større i vores forestilling, og for kun godt ½ århundrede siden det blev klart at det udvidede sig og måske er resultat af en slags eksplosion, "The big Bang".

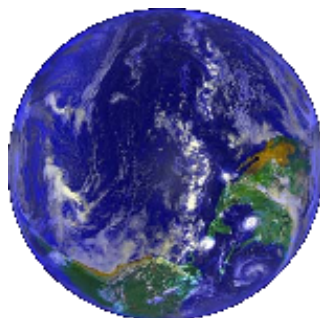
I har vel alle hørt om det ufatteligt store ekspanderende (som udvider sig) univers. Og sådan er det vel bare – Eller?

Jorden er flad:

Det kan enhver da se. Og kan man ikke se det, så er det jo oplagt, for alting falder jo lige vinkelret ned på jorden alle vegne. Og op og ned, det ved da enhver, det er da op og ned...

Det er svært at forestille sig at folk på New Zealand står med fodsålerne op (eller skulle man sige ned? - eller hen?) mod os, er det ikke?

Og det er svært at forestille sig Jorden set udefra uden at indlægge op og ned. Og så synes man at nogle må stå rigtigt og andre "hænge" på undersiden. Og hvad med vandet?



Og hvis Jorden er flad, hvad er der så hvor Jorden ender? Columbus's mandskab må have stølet på kaptajnen når han sagde at jorden var rund. Men de kan nok alligevel have rystet i bukserne jo mere de sejlede af frygt for at nå til randen hvor det hele flød ud og blev væk, eller?

Hvis Jorden er flad, hvordan ender den så? Og hvad er der så på den anden side? Hvad bliver den båret af?

Dette spørgsmål har millioner af mennesker beskæftiget sig med i milliarder af timer. De fandt aldrig et svar. Derimod opløstes spørgsmålet som dug for solen da Jorden blev rund.

Gåde: Langt ude i ødemarken ligger en hytte, hvor alle hjørner vender mod syd. Så går der en bjørn forbi. Hvilken farve har bjørnen?

Den kan I vel besvare?

Men hvad med universet? Hvor ender det? Og hvad er der på den anden side? Hvad med tiden? Det hele begyndte med The big Bang. Men hvad var der før?

Hvis du ikke er særlig nysgerrig, kan du stille dig tilfreds med den nære omverden således som du vænner dig til den:

Hvis du ikke ser dig for, kan du slå dig. Hvis du læner dig ud, kan du falde ned og slå dig ihjel. Hvis du ikke er til at stole på m.m., så får du problemer med dine medmennesker. Sådan ca. starter de elementære erfaringer som er afgørende for hverdagen.

Fordyber man sig imidlertid i ovennævnte spørgsmål, er det klart at vores verden – i større perspektiv – er meget forbløffende, forunderlig, ufatteligt, hårrejsende!

Moderne fysik har nogle svar på spørgsmålene. Svarene er ikke lette at forstå. Og de rykker bare grænsen for det ufattelige længere ud uden at give endelige svar. En del af svarene gør spørgsmålene meningsløse på samme måde som spørgsmålene i forbindelse med den flade jord. Der er ikke nogen kant på Jorden fordi den todimensionale jordoverflade kan krumme i et tredimensionalt rum og forme en kugle.

Den moderne fysik beskriver verden i fire dimensioner, og verdensrummet krummer heri således at det i en vis forstand er rundt og uden ende.

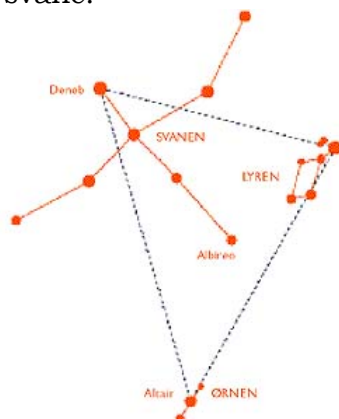
En hensigt med dette hæfte er at orientere jer i det derude og forhåbentlig skabe nysgerrighed overfor hvordan søren der kan skabes logik i det.

1.1 Hvad ser vi?

Menneskene har til alle tider kigget nysgerrigt op i himlen - ud i det unærlige. Det ser umiddelbart ud som om man kigger fra en enorm jord ud på nogle små prikker med solen og månen som lidt større og specielle fænomener. Solen er totalt dominerende om dagen, men også månen kan ofte ses omdagen.

Især har nattehimmelen været spændende og undertiden uhyggelig.

Hvis man kigger meget på nattehimmels prikker - og *det* gjorde man i gamle dage - vil man opdage at selvom de alle drejer rundt på himlen i nattens løb, så står langt de fleste i faste positioner i forhold til hinanden. I disse prikkers mønstre har man set stjernebilleder. Her ser man f.eks. tydeligt en svane!



Men blandt prikkerne er der også nogle der til stadighed bevæger sig. Det er planeterne; det betyder de vandrende. I oldtiden kendte man 5, Merkur, Venus, Mars, Jupiter og Saturn. Og hvad var så det for noget?

I gamle dage så man ofte også Mælkevejen som har fået navn efter sit udseende, en lang, svagt lysende stribe som spildt mælk hen over himlen. Er vi heldige at være langt fra moderne tiders natlige lysforurening på en klar nat hvor månen ikke er oppe, kan vi blive helt overvældet af den.

Alt dette bevæger sig rundt med den største ro og med tilsyneladende uendelige gentagelser.

Men med års mellemrum dukker der kometer op. De kan bevæge sig over himlen i nogle uger, så er de væk igen. Og de kan lyse meget og over et stort område af himlen. Vi var mange der nød kometen Hale-Bopp i 1995, Hyakutake i 1996, og Shoemaker-Levy som i juli 1994 af Jupiter blev revet i

mere end 20 stykker som i rad og række slog ned på planeten med bølger på overfladen som kunne ses i kikkerter fra Jorden.

(Google navnene!)

I gamle dage var kometer med deres pludselige "ild" virkeligt dårlige varsler. Nedenfor ses et udsnit af de berømte Bayeux-tapeter, se

<http://www.hastings1066.com/bayhi3a.shtml>

Tapeterne er en 70 m lang snart 1000 år gammel tegneserie om Slaget ved Hastings 1066. Udsnittet viser mennesker som med tydelig skræk peger på den nyopdukkede "stjerne", Halleys komet.



Haley's Comet, first seen on the 24th April 1066. Considered by The Saxons to be a bad omen, this visitation has been calculated to have been much brighter than the appearance in winter 1985. The understanding of cometary movement and other celestial anomalies such as this were god sent to encourage or warn. Omens were taken very seriously in those days.

Og visse nætter er himlen pludseligt overdænget med stjernesky, meteor-er. Se kalender

<http://www.tycho.dk/article/view/810/1/124>

Og hvad er så det for noget?

Forståelsen af solsystemet og planeterne blev opnået i slutningen af 1500-tallet og begyndelsen af 1600-tallet. Kometer og stjernesky i de følgende hundrede år.

Forståelsen af Mælkevejen og de mange tåger man med kikkertens fremkomst i 1600-tallet havde fået øje på, er i det store og hele mindre end 100 år gammel.

Under denne forståelsesproces er vores enorme jord blevet mindre og mindre og er nu et helt forsvindende fnug i et kæmpe univers.

1.2 Hvor er vi?

Det er en meget lang, teknisk og videnskabelig historie at berette om hvorledes de enorme afstande kan måles, altså hvordan vi kan vide alt det læreren siger, vi ved.

I må som udgangspunkt stole på at der er mening i det. Så kan vi gøre en meget lang historie kort og stole på de oplysninger vi kan finde på Wikipedia eller alle de andre steder på nettet hvor man kan finde gode oplysninger og fantastiske billeder.

Man kan også lade sig inspirere af billedet på forsiden. Det er fra

<http://www.lifeinuniverse.org>

Den lange bugtede linje er en tidslinje for dannelsen af universets strukturer som efterhånden fører frem til vores sol, vores planet, vores liv.

1.2.1 Løssluppet arbejde:

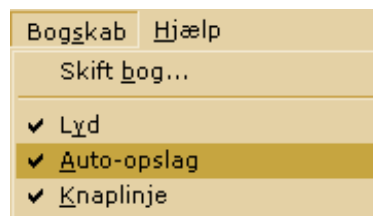
Besvar ved hjælp af Wikipedia og lifeinuniverse.org og de links der er på disse, samt ved at spørge læreren og snakke sammen, følgende spørgsmål:

1. Hvad er The big Bang?
2. Hvordan mener vi vores nuværende univers ser ud?
3. Hvordan er Solen og Jorden opstået?
4. Hvad er planeter? Hvor befinder de sig?
5. Hvad er kometer? Hvor befinder de sig?
6. Hvad er Stjernesked? Hvor befinder de sig?

Og så skal I skrive ned! Hver gang I finder svar på et spørgsmål eller indser et eller andet I er glade for. Man lærer så meget mere af det, og måske kan vi bruge emnet til en stil som fungerer både som dansk- og fysikaflevering.

lifeinuniverse.org og langt det meste materiale på internet er på engelsk. Når I arbejder på computeren, kan det være en fordel at have Gyldendals røde ordbog engelsk-dansk åben.

Åbn ordbogen **GylEnDa**. Hak i **Auto-opslag** under **Bogskab**



Når du markerer et ord og trykker på Ctrl+c, så vil ordbogen automatisk have slået op på ordet.

I dette afsnit har I sat jer lidt ind i hvordan vores univers ser ud hvis man forestiller sig at "se det udefra".

Imidlertid er det jo slet ikke sådan vi ser det. Den jord vi står på, hvirvler rundt i en kompliceret bevægelse, så når vi kigger ud i rummet, er det helt anderledes svært at få styr på.

Det er lettere at forstå hvad vi ser hvis vi først har en forestilling om hvordan det ser ud "set udefra". Det gøres i næste afsnit.

Men det er tankevækkende at det grundlag havde de mennesker ikke som udviklede forståelsen af solsystemet omkring år 1600. De så kun det som I vil finde det meget svært at holde styr på selvom I så at sige "kender løsningen".

2. BEVÆGELSER PÅ HIMLEN

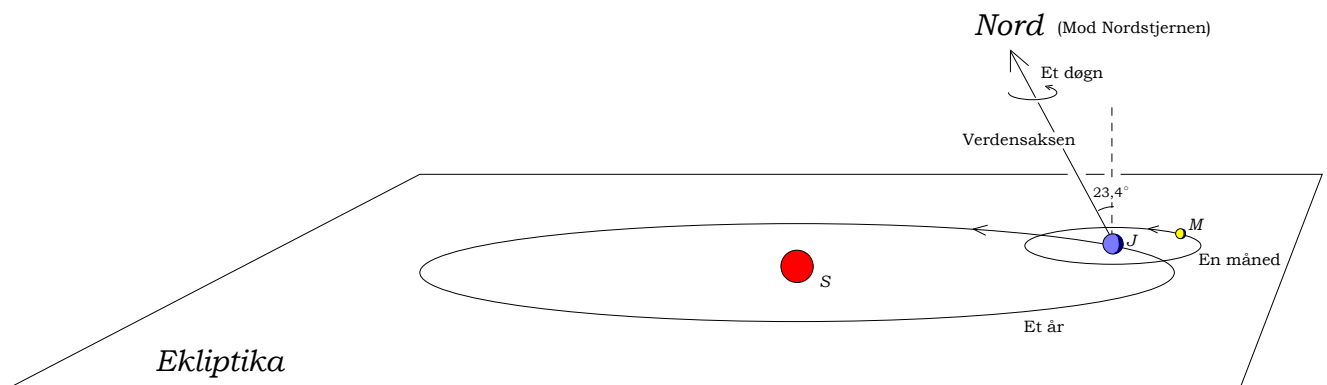


Fig. 1., set udefra.

2.1 Ekliptika

Ekliptika er den plan hvori Jordens årlige bevægelse omkring Solen foregår.

Banen er (næsten) en cirkel med Solen (næsten) i centrum. (Korrekt: Banen er en ellipse med Solen i det ene brændpunkt.)

Månen og de øvrige planeter bevæger sig i planer der er næsten sammenfaldende med ekliptika.

Set udefra er ekliptika en plan som vi i **vores forestilling** kan betragte fra oven eller fra nedden, jf. fig.1 (som vandoverfladen i en svømmehal.)

Når vi **rent faktisk** kigger ud i verdensrummet, så **står** vi jo på Jorden, altså i ekliptika. Det vil sige at ved faktisk nattekiggeri har vi så at sige øjet i vandkorpen, og ekliptika er en linje mellem stjernerne. Solen ligger altid på ekliptika. Månen og planeterne vil altid kunne findes i nærheden af eller på ekliptika.

2.1.1 Set udefra

Fig. 1. er en fremstilling set udefra af Jordens bane om Solen og Månens samtidige bevægelse om Jorden. **Set udefra og med nord op** er alle rotationsretninger **mod uret**, Jorden om sig selv, Jorden og alle planeterne om Solen og Månen om Jorden.

Jordens rotationsakse forlænget ud i verdensrummet kaldes *verdensaksen*.

Fremover vil vi altid forudsætte at vi har nord op.

2.1.2 Rotationstider

Jorden om sig selv i forhold til Solen: Et døgn.

Månen om Jorden i forhold til Solen: En måned.

Jorden om Solen i forhold til stjernerne: Et år.

De indre planeter om Solen i forhold til stjernerne: Mindre end et år.

De ydre planeter om Solen i forhold til stjernerne: mere end et år.

2.1.3 Set fra Jorden, dag og nat

1. (under rotationstider) er så langt den hurtigste rotation af dem alle. Derfor er den første bevægelse man opdager når man lægger nakken tilbage og kigger op i himlen, at alle himmellegemer drejer rundt i cirkler med Nordstjernen som centrum.



Fig. 2. Den daglige himmelrotation

Set **fra Jorden** vil alle rotationer altså foregå **med uret**. Denne rotation kaldes *den daglige himmelrotation*.

Blandt de himmellegemer vi ser dreje med himlen rundt, er Solen. Og den lægger man mærke til! *Det* er den daglige himmelrotation. Husk den!

(Den daglige himmelrotation må man have på ryggraden. Uret er farligt, for hvis man tager det med ud når man lægger nakken tilbage, vender det jo på hovedet, og så er det hele omvendt!)

Dag og nat skyldes altså Jordens rotation om sig selv.

Jorden drejer 360° om egen akse i forhold til Solen på 24 timer (h).

Jordens rotationshastighed (den daglige himmelrotationshastighed) kan altså skrives

$$\frac{360^\circ}{24\text{h}} = \frac{15^\circ}{\text{h}}$$

Set fra Jorden flytter Solen sig altså $15^\circ/\text{h}$. 15° er derfor bredden på tidszonerne (timezoner) jorden over.

Af hensyn til senere anvendelse skriver vi videre på rotationshastigheden.

$$\dots = \frac{15^\circ}{60\text{ min}} = \frac{1^\circ}{4\text{ min}} = \frac{12^\circ}{48\text{ min}}$$

2. er årsag til at Månen sakker agterud i den daglige rotation set fra Jorden.

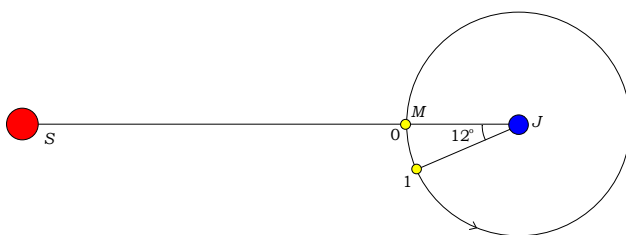


Fig.3. Månens bevægelse om Jorden.

Vi forstår bedst hvad vi ser fra jorden, ved at se tingene udefra.

Vi ser på Månen ved nymåne (0). Et døgn senere (1) ses Månen til venstre for Solen, set fra Jorden. Imens har Solen efterfulgt af Månen været en hel gang rundt højre om set fra Jorden. Månen er altså sakket agterud.

Den sakker 360° agterud på ca. 30 døgn, eller $12^\circ/\text{døgn}$.

Af omskrivningen ovenfor ser vi at den er kommet 48 minutter bagud.

Vi må altså tro at Månen i morgen står op og går ned 48 minutter senere end i dag. Men vores betragtninger indeholder en betydelig forenkling som betyder at der er tale om forsinkelser på mellem 20 og 80 minutter. Bl.a. spiller måneplanens hældning i forhold til ekliptika en væsentlig rolle. Månens kulmination i syd passer langt bedre med de 48 minutter.

Følgende tabel er for januar 1999.

For Månen:

Dato	Op	Kulm.	ned	Dato	Op	Kulm.	ned
1	15:42	-	07:23	16	07:16	11:16	15:16
2	16:43	00:03	08:24	17	08:04	12:08	16:16
3	17:52	01:02	09:14	18	08:44	13:00	17:23
4	19:06	01:58	09:53	19	09:17	13:52	18:36
5	20:20	02:52	10:23	20	09:45	14:43	19:53
6	21:32	03:41	10:48	21	10:09	15:34	21:11
7	22:43	04:28	11:09	22	10:31	16:24	22:31
8	23:52	05:12	11:28	23	10:53	17:14	23:51
9	-	05:55	11:46	24	11:15	18:06	-
10	00:59	06:37	12:05	25	11:40	18:59	01:12
11	02:06	07:20	12:25	26	12:10	19:54	02:33
12	03:12	08:04	12:47	27	12:46	20:50	03:51
13	04:22	08:49	13:14	28	13:31	21:49	05:05
14	06:22	09:36	13:46	29	14:26	22:47	06:10
15	07:16	10:25	14:27	30	15:30	23:44	07:04

3. er årsag til, at Solen sakker agterud i forhold til stjernerne set fra Jorden.

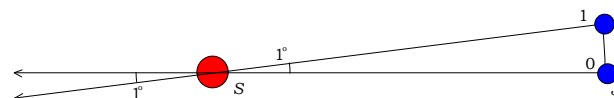


Fig.4. Jordens bevægelse om Solen.

På dagen markeret med (0) vil retningen mod Solen fortsætte mod et bestemt punkt på stjernehimlen. (Selvom vi ikke kan se nogen stjerner om dagen).

Et døgn senere (1) er retningen til Solen til venstre for dette punkt.

Imens har Solen og stjernehimlen været en hel gang rundt højre om set fra Jorden. Solen sakker altså agterud i forhold til stjernerne.

I løbet af 365 døgn er Solen sakket 360° agterud eller ca. $1^\circ/\text{døgn}$.

Af omskrivningen i venstre spalte ser vi at den er kommet 4 minutter bagud i forhold til stjernehimlen.

Da vores døgnrytme imidlertid er fuldstændigt styret af Solen og ikke stjernerne, er det naturligt at sige at stjernehimlen avancerer 4 minutter for hvert døgn.

(Disse betragtninger indeholder ikke nogen forenkling som med Månen.)

2.1.4 Sommer og vinter

Jordens omdrejningsakse hælder $23,4^\circ$ i forhold til ekliptika. Men den peger hele tiden i retning mod Nordstjernen. Når så Jorden bevæger sig rundt om Solen, opstår årstiderne.

På figur 4 ses Jorden ved forårsjævndøgn, sommarsolhverv, efterårsjævndøgn og vintersolhverv.

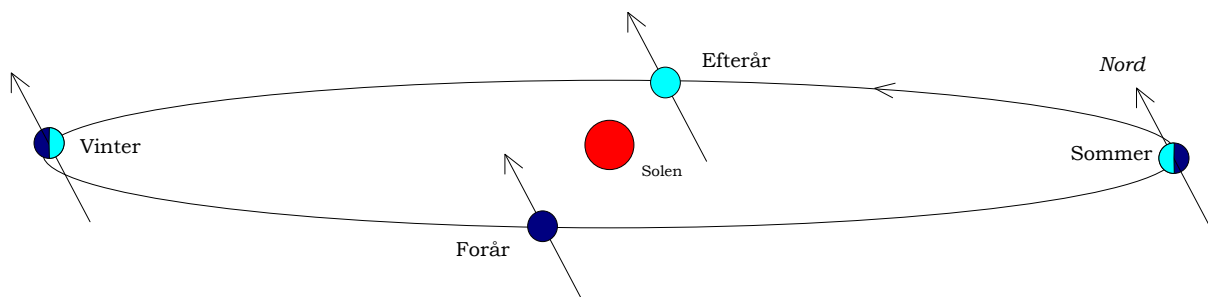


Fig.5. De fire årstider, dvs. den nordlige halvkugles.

Når **vi** har sommer har **de** vinter i Australien. Da vender den nordlige halvkugle nemlig ind mod Solen og den sydlige bort fra. På nordpolen er det dag hele døgnet; faktisk er Solen

oppe i $\frac{1}{2}$ år! Sydpolen har en lige så lang nat.

På fig. 6 følger vi Sønderborg Statskole i et helt vinterdøgn til venstre og et helt sommerdøgn til højre.

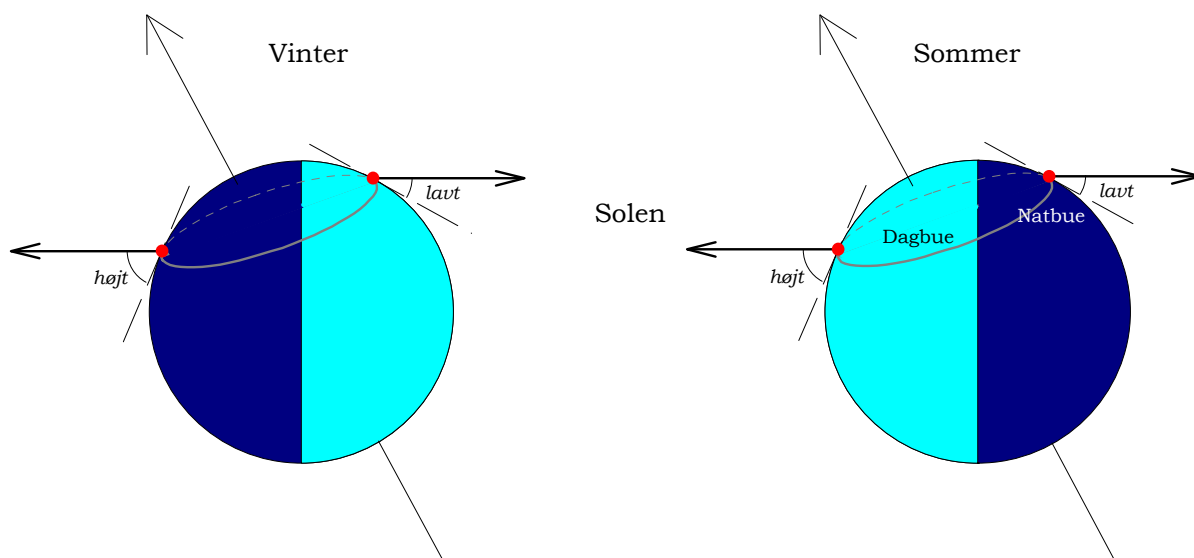


Fig.6. Sommer og vinter, dag og nat for SG. (Uddrag af Fig.5.)

På Fig.6 er også tegnet pile i ekliptikas retning og stiplede linjer som angiver horisonten (vandret) i Sønderborg.

Om sommeren står ekliptika højt om dagen og lavt om natten. Om vinteren er det omvendt. På ekliptika finder vi sol, måne og planeter.

Sommersolen står altså højt og sommermånen lavt på himlen. Vintersolen og vintermånen har det omvendt.

Om sommeren er dagbuen lang og natbuen kort. Om vinteren er det omvendt.

2.1.5 Planeterne

Planeterne inden for Jordens bane, Merkur og Venus, kaldes de indre planeter. De udenfor Jordens bane kaldes de ydre.

Følgende figur viser at bortset fra Pluto så bevæger de sig alle i baner der næsten ligger i ekliptika.

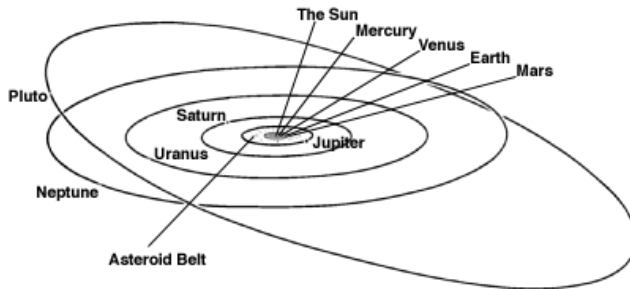


Fig.7. Planeterne.

De indre planeter holder sig nær Solen, undertiden sakkende agterud undertiden overhalende Solen.

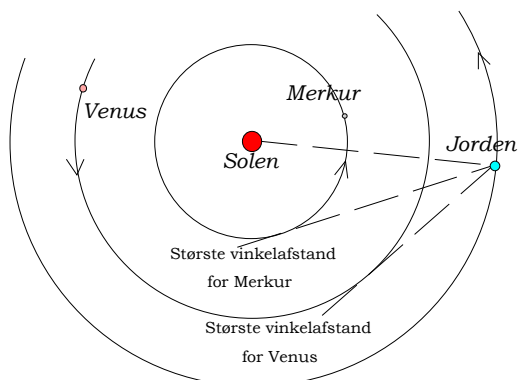


Fig.8. De indre planeter.

Figuren viser de største vinkelafstande fra Solen for Merkur og Venus.

Den lille Merkur vil altid være så tæt på Solen at himlens lys gør den meget vanskelig at få øje på.

Venus derimod er ofte oppe på en mørkere himmelbaggrund (længere væk fra Solen), og den er både større og ofte tættere på os. Den står ofte betagende klar på aftenhimlen eller morgenhimlen. Men naturligvis(!) aldrig på nattehimlen. Af den grund har den kælenavnene morgenstjernen og aftenstjernen - men er dog ingen stjerner.

De ydre planeter sækker agterud i forhold til stjernerne, men ikke så meget som Solen (deres omløbstider er større end et år).

Både de indre og de ydre planeter udfører såkaldte sløjfer når vi ser dem fra Jorden. Det er i perioder hvor de ikke sækker agterud i forhold til stjernerne, men tværtimod bevæger sig "den forkerte vej". De siges så at foretage en retrograd bevægelse. Det betyder egentligt tilbagegående, og det skal altså ses i forhold til at "den normale vej" er at sække agterud.

På fig. 9 er Jorden og Jupiter placeret ved hjælp af PlanetWatch (Se 3.2) i 1995. Tallene refererer til månederne. Følg sigtelinjerne månedsvis. I de første 4 måneder drejer sigtelinjen mod venstre, Jupiter sækker agterud. Men fra maj til august drejer sigtelinjen mod højre, bevægelsen er retrograd.

Noget tilsvarende kan du konstruere for den indre planet Venus.

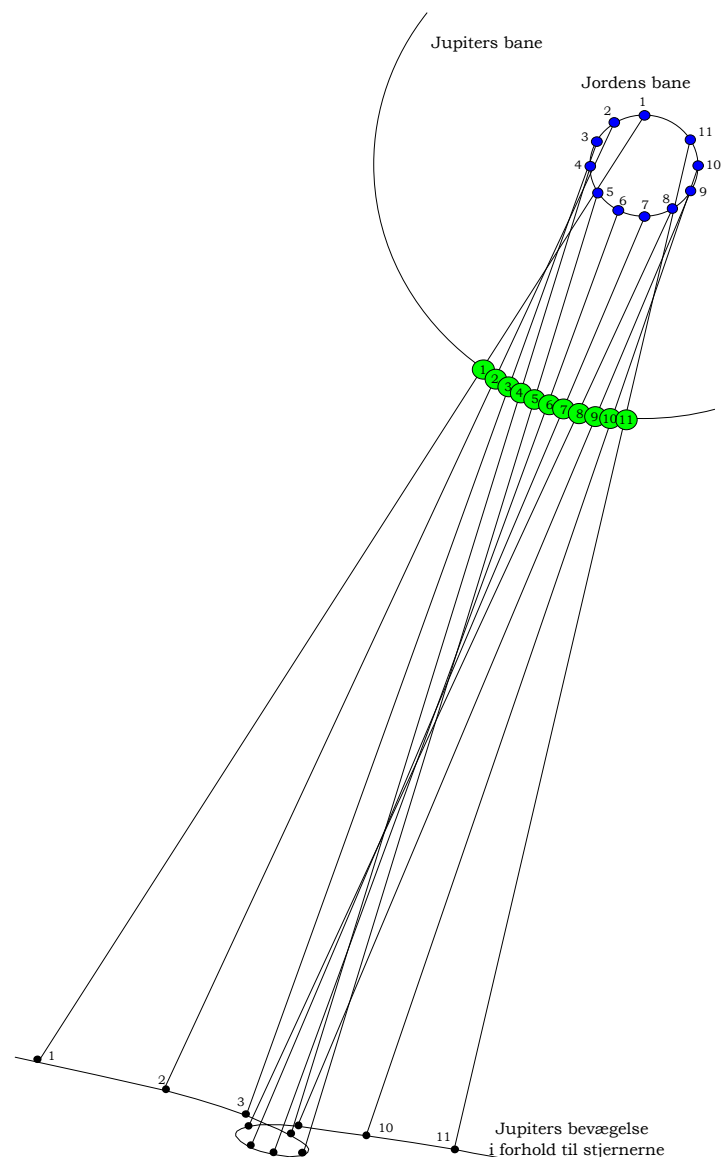


Fig.9. Jupiters sløjfe Fra maj til august 1995

2.1.6 Månens faser

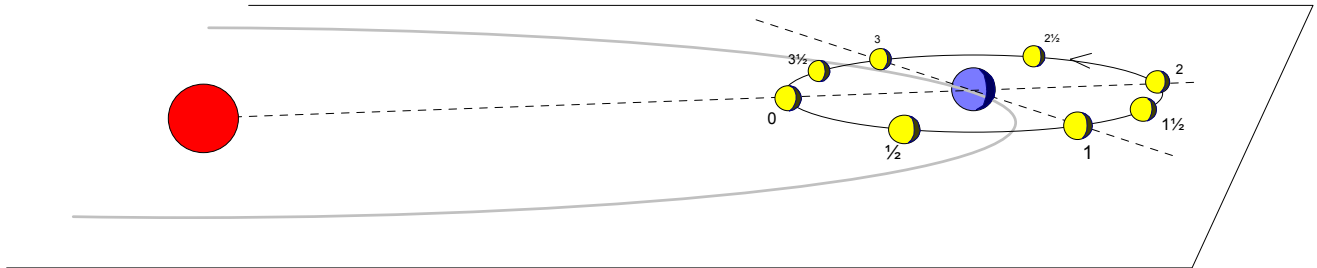


Fig.10. Månens bevægelse (Uddrag af Fig.1.)

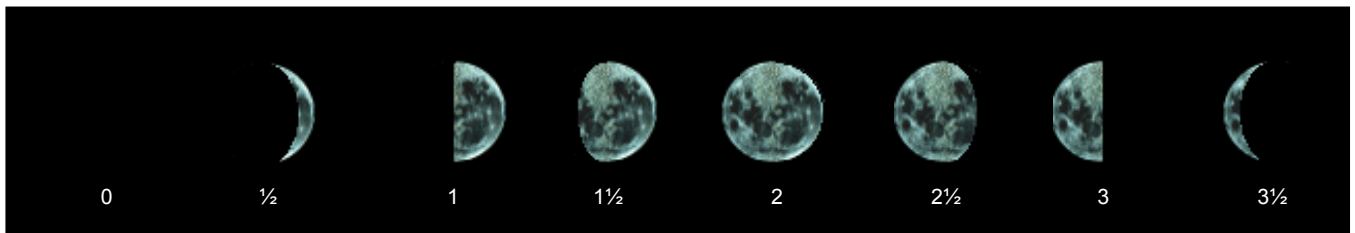


Fig.11. Månens faser.

Fig. 10 indeholder et forstørret uddrag af fig. 1. Månen er tegnet i de fire faser, nymåne (0), 1. kvarter (1), Fuldmåne (2), sidste eller 3. kvarter (3), samt positionerne imellem disse. Jordens bevægelse i løbet af denne måned er ikke tegnet.

Belysningen på Jorden og Månen er tegnet realistisk som set fra ståstedet udefra. Set fra Jorden bliver belysningen af Månen som vist på fig. 11.

Huskeregler:

*T*iltagende



*a*ftagende



Man kan også tænke sig om: Når Månen efter nymåne er sakket lidt agterud, så må lyset fra Solen naturligvis ramme på Månens højre side.



Måneformørkelse er ligeledes begrundet af et tilfælde, nemlig at Jorden har en sådan størrelse at dens skygge i Månens afstand kun er lidt større end Månen. Hvis Månen ved fuldmåne bevæger sig ind i denne skygge, vil den kun blive belyst af en meget lille smule lys som afbøjes i Jordens atmosfære. Og det vil især være det røde lys. Den står så som en flot kobberød, dæmpet lampe.

2.1.7 Formørkelser

Sol- og måneformørkelser indtræffer flere gange om året.

Solformørkelse opleves hvis Månen passerer ind mellem Solen og Jorden og kaster en skygge hvor man står.

Ved et vidunderligt tilfælde syner Solen og Månen lige store set fra Jorden. Det betyder nemlig at man kan opleve at Månen præcist dækker hele solskiven således at man beskyttet for Solens kraftige lys kan se dens overfladefænomener og dens korona.



Fuldmånen har normalt et så blændende lys at man ikke kan se stjerner i nærheden. Ved måneformørkelse kan stjernerne ses helt ind til Månens overflade.

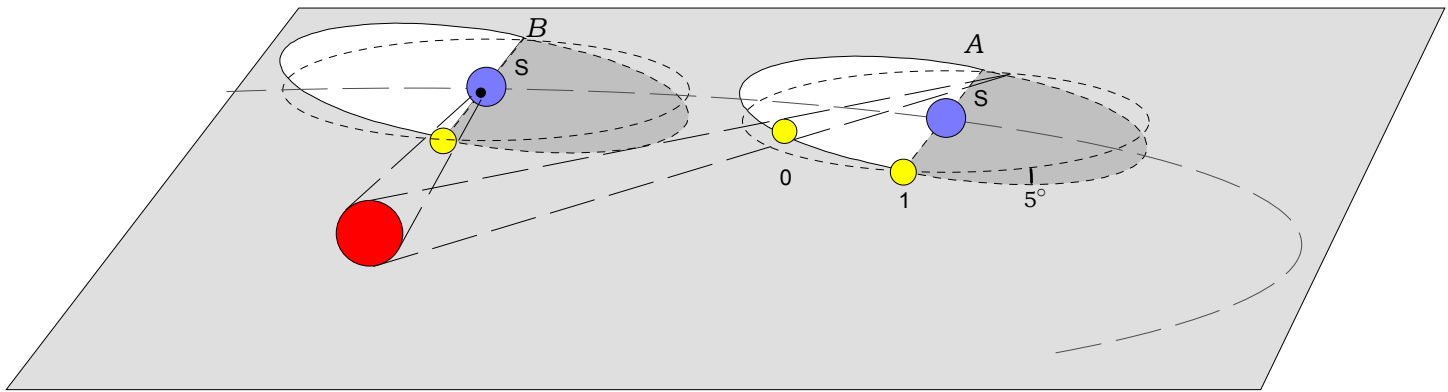


Fig.12. Formørkelser

Hvis Månens plan var fuldstændigt sammenfaldende med ekliptika, ville der være solformørkelse ved hver nymåne og måneformørkelse ved hver fuldmåne.

Men månens plan danner en vinkel på 5° med ekliptika. Skæringslinjen S mellem ekliptika og Månens plan drejer kun langsomt, retrogradt. Det varer godt 18 år for en hel omdrejning.

Det betyder at skyggerne de fleste gange rammer over eller under:

Når nymåne indtræffer ved A_0 (tegning til højre, position 0), er Månen over ekliptika og Månens skygge fejer hen over Jorden. Når Månen ved A_1 er i ekliptika er det ikke mere nymåne.

Senere ved B_0 indtræffer nymånen samtidig med at Månen passerer ekliptika. Og Månen kaster en skygge på Jorden. Skyggen fejer hurtigere hen over Jorden end Jordens egenrotation kan følge med til. Solformørkelsen vil derfor kunne ses i et smalt bånd begyndende i vest.

En halv måned før eller efter har Månen mulighed for at bevæge sig ind i Jordens skygge. Ved A derimod vil fuldmånen passere under Jordens skygge.

Sol- og måneformørkelser indtræffer derfor med ca. en halv måneds mellemrum omkring positionen B.

Knap et halvt år senere opstår de samme forhold når skæringslinjen S igen peger ind mod Solen fra den modsatte side.

Der må altså gå godt og vel et halvt år hvor der ikke kan forekomme formørkelser.

Så er det interessant at se hvad astronomerne siger:

Følgende data er fundet på

<http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html>

hvor meget mere om formørkelser kan findes.

2001 Jan 09:	Total Lunar Eclipse
2001 Jul 05:	Partial Lunar Eclipse
2001 Dec 14:	Annular Solar Eclipse
2001 Dec 30:	Penumbral Lunar Eclipse
2002 May 26:	Penumbral Lunar Eclipse
2002 Jun 10:	Annular Solar Eclipse
2002 Jun 24:	Penumbral Lunar Eclipse
2002 Nov 20:	Penumbral Lunar Eclipse
2002 Dec 04:	Total Solar Eclipse
2003 May 16:	Total Lunar Eclipse
2003 May 31:	Annular Solar Eclipse
2003 Nov 09:	Total Lunar Eclipse
2003 Nov 23:	Total Solar Eclipse

Der er fremstillinger af skyggerne bag Jorden og Månen på

<http://www.statsskolen.dk/fify/Elever/Fy/EKLIPSER.htm>.

Samme sted kan man finde en dramatisk beretning om hvordan en berømt flok danskere jagtede en solformørkelse i august 1999:

<http://www.statsskolen.dk/fify/Elever/Fy/SofiRef.htm>

Herfra kan relevant citeres: "Jeg tænkte: så er det alligevel i orden at tegne grænsen mellem halvskygge og helskygge som en skarp streg. Det har jeg i hele mit undervisningsliv haft det skidt med. Nu har jeg det bedre!"

Der er også fine billeder af fænomenet og kort over formørkelsens forløb hen over Europa.

3. ASTRONOMIPROGRAMMER

3.1 SkyMap

Når man kigger på et kort, kigger man i almindelighed nedad, også på et stjernekort. Når man så påfølgende kigger op i himlen, vendes alting på hovedet. Foruden denne vanskelighed er der også det problem, at et kort altid vil være en *plan* fremstilling af *himmelkuglen*. Rette linjer på himlen bliver derfor ofte til krumme linjer på kortet. Rigtig ferm til at orientere sig på himlen bliver man kun gennem megen øvelse, og samtidig skal man søreme tænke sig meget om. Men hjælpemidler er der en del af. Et af dem er SkyMap, hent en demoversion

<http://www.claus.munchow.net/smp8eval.exe>

På fig. 13 ses et skærmdump. Det drejer sig om den geografiske position 54° 54' 43" N, 9° 47' 16" Ø, hvor man faktisk finder Sønderborgs Mariekirke. Tidspunktet fremgår af billedet. Det ses også at E (øst) er markeret.

Vi ser altså mod øst. Den kraftige lyse cirkel som tangerer bunden af billedet er horisonten. 90° over den har vi zenit (lodret over vores hoveder).

Den tynde cirkel der tangerer toppen af billedet og er markeret med 0° til venstre og 180° til højre er en stor-cirkel lige op i nord, hen gennem zenit og ned i syd. Vi ser altså den østre halvdel af himmelhvælvet over os.

0°-buen må gå gennem Nordstjernen, Polaris. Vi finder Karlsvognen og finder Nordstjernen og bemærker at den befinder sig på højdegraden 54° 54' 43" N. Hvis vi stod på nordpolen, ville vi have Nordstjernen lige i zenit, højdegraden 90°. Nordstjernen forskydes væk herfra i samme grad som vi går sydpå.

Vi ser mod øst og ser vi altså de himmellegemer der er på vej op på himlen. Foruden en mængde stjerner er det Månen (der berører Saturn), Saturn og Jupiter. Jeg vil tro man kan se Saturn helt tæt på Månen i kikkert hvis vejret er meget klart.

Lidt længere nede på himlen følger Jupiter efter. Vi får straks mistanke om at den grå bue må være ekliptika; og det er det!

3.2 Opgaver med SkyMap.

Åbn SkyMap.

Vi vil gerne se himlen fra Sønderborg. Sønderborg kan gøres til "default" på følgende måde (herefter er "Home" = Sønderborg):

Klik på den lille globus og indtast Sønderborgs koordinater, 60 min ahead of UT, evt. daylight saving time (sommer-tid).



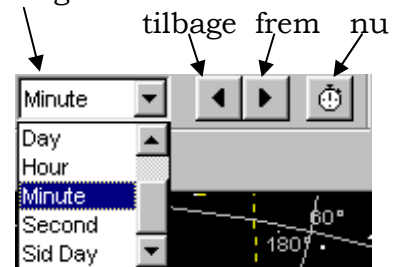
Vælg den sydlige himmel og: " then go to the File menu at the top of the SkyMap window, and choose the Save Defaults... menu item. SkyMap will display a message, asking you to confirm that the current program settings should be stored as the defaults." (fra Helpfilen)

Vælg OK.

Frembring billedet på fig.13 (dvs. vælg tidspunkt og horisont).

Et klik med højre musetast på et objekt (stjerne, planet, m.m.) fortæller hvad det er. "About" giver mere information. Find således månen.

Når du har fig. 13, kan du lade tiden gå i følgende trin:



Gå et døgn frem og se Månens bevægelse. Den sækker 48 minutter bagud og resten af himlen drejer 4 minutter forud.

Gå hurtigt frem i minutter og se at himlen drejer den rigtige vej(!) rundt om Nordstjernen.

D. 11.8.99 var Månen, som det måske huskes, på ekliptika - og fysiklærerne var i alperne! Prøv, om programmet kan vise dette. Kan I også se hvornår solformørkelsen indtraf?

Måneformørkelsen ½ år efter d. 21.1.2000 kunne ses fra Danmark. Den var på sit højeste kl. 5:44, ingen sommertid! Find den!

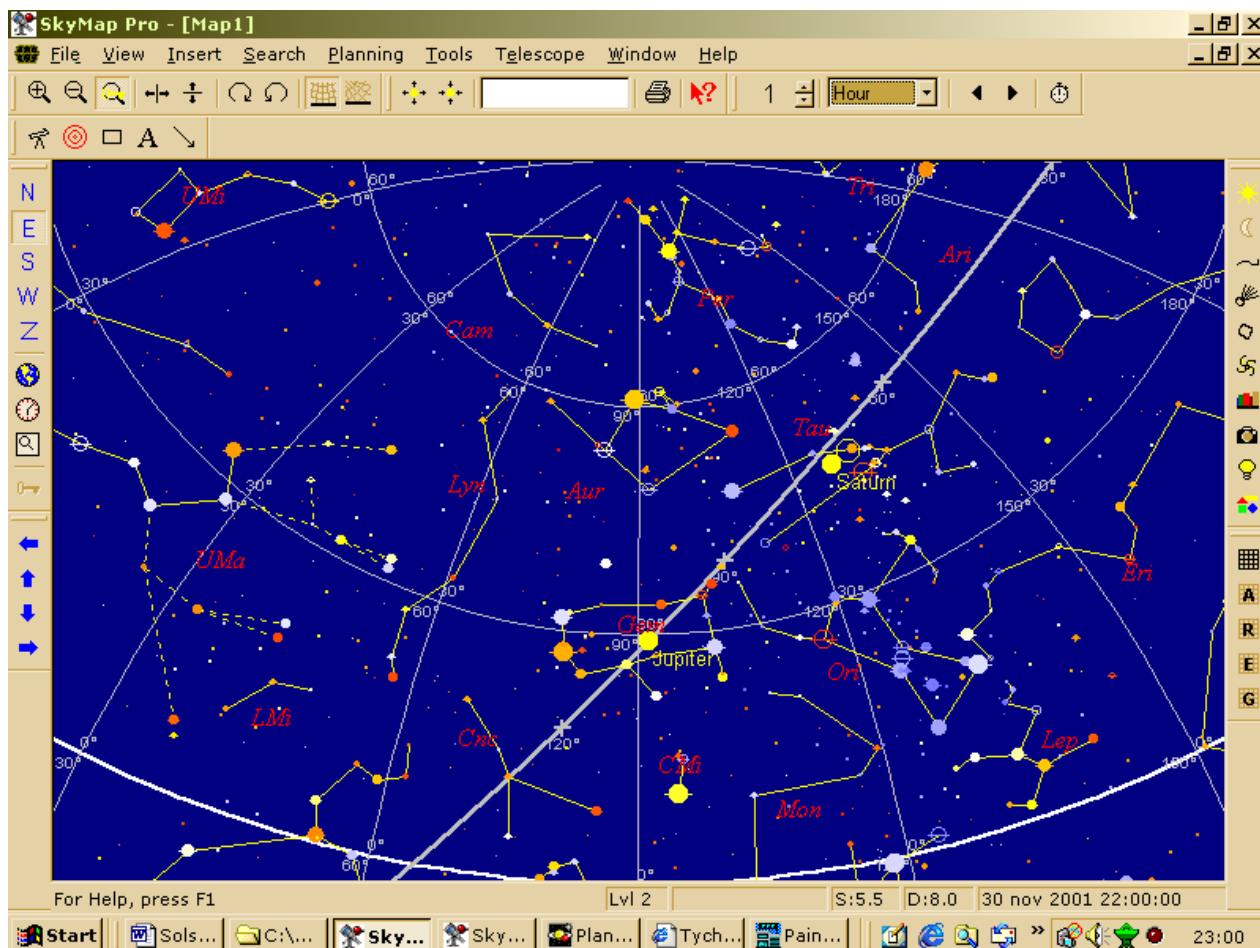


Fig.13. SkyMap

3.3 PlanetWatch

kan downloades:

<http://www.raben.com/planet/PLNWCH23.EXE>

Det er et program, som ikke er knyttet til en bestemt geografisk position. Det viser Solens, Månens og planeternes bevægelse langs ekliptika i forhold til fiksstjernerne. Der vises et himmeludsnit på 40° såvel nord som syd for himlens ækvator, som er en plan vinkelret på nord-syd-retningen. Det ses, at ekliptika er nord for ækvator i vores sommerhalvår, ellers syd for.

Opgaver med PlanetWatch

6. Vælg himlen



Find Solen. Undersøg f.eks. ved hjælp af animering, hvor mange dage, der skal gå før Solen er sakket 2 timer agterud i forhold til stjernerne.

7. Find Månen. Undersøg hvor mange døgn, det tager for Månen at komme de 14 timer bagud, som man kan se på et skærmbillede.

8. Vælg dato 1.8.1994. Find Jupiter. Lav en fremadgående animation (week) og se, hvordan Jupiter sækker agterud i forhold til stjernerne, men ikke så meget som Solen gør.

Se, hvorledes Jupiter udfører en sløjfe fra april til august 1995 og igen midt i 1996. Se på fig. 9.

9. Vælg indre og ydre planeter. Jeg har på fig. 9 prøvet at placere Jorden og Jupiter i overensstemmelse med PlanetWatch i 1995. Tallene refererer til månederne.

Prøv at forstå Jupiters sløjfe i forbindelse med fig. 9. To parallelle stråler sigter mod samme fjerne stjerne. Den normale bevægelse går i stå i april-maj. Indtil august vil Jupiter bevæge sig mod højre på stjernehimlen, retrogradt, hvorefter den igen bevæger den sig den almindelige vej, til venstre (sakkende agterud). I november er den tilbage hvor den var i april.

Der blev lige plads til:

TIDEVAND

Tidevandstabellen angiver ca. tider for højvande ved Kammerslusen, Ribe. Strømmen begynder typisk at løbe ca. 3-4 timer efter

August September Oktober 2001

1.	01:27	13:58	1.	02:58	15:12	1.	03:13	15:20
2.	02:28	14:51	2.	03:39	15:48	2.	03:48	15:52
3.	03:17	15:33	3.	04:15	16:20	3.	04:18	16:22
4.	03:59	16:09	4.	04:47	16:50	4.	04:48	16:54
5.	04:36	16:42	5.	05:17	17:21	5.	05:19	17:25
6.	05:10	17:14	6.	05:48	17:51	6.	05:50	17:58
7.	05:43	17:45	7.	06:18	18:23	7.	06:22	18:32
8.	06:15	18:17	8.	06:49	18:54	8.	06:56	19:09
9.	06:46	18:48	9.	07:22	19:29	9.	07:33	19:51
10.	07:19	19:21	10.	07:59	20:08	10.	08:15	20:47
11.	07:54	19:57	11.	08:43	21:01	11.	09:18	22:09
12.	08:35	20:39	12.	09:46	22:22	12.	10:47	23:43
13.	09:24	21:36	13.	11:09	23:54	13.		12:17
14.	10:29	22:52	14.		12:36	14.	01:05	13:30
15.	11:43		15.	01:20	13:51	15.	02:09	14:29
16.	00:15	13:00	16.	02:26	14:48	16.	03:03	15:18
17.	01:35	14:09	17.	03:20	15:39	17.	03:50	16:03
18.	02:39	15:06	18.	04:09	16:24	18.	04:33	16:46
19.	03:34	15:55	19.	04:54	17:07	19.	05:14	17:27
20.	04:24	16:42	20.	05:37	17:50	20.	05:53	18:07
21.	05:11	17:27	21.	06:18	18:31	21.	06:30	18:48
22.	05:57	18:12	22.	06:59	19:13	22.	07:08	19:30
23.	06:42	18:55	23.	07:39	19:59	23.	07:46	20:15
24.	07:27	19:39	24.	08:20	20:44	24.	08:30	21:10
25.	08:11	20:25	25.	09:07	21:42	25.	09:24	22:18
26.	08:57	21:16	26.	10:06	22:57	26.	10:35	23:51
27.	09:48	22:15	27.	11:25		27.		12:08
28.	10:49	23:32	28.	00:35	12:59	28.	07:07	12:19
29.		12:12	29.	01:43	13:59	29.	00:58	13:07
30.	01:03	13:32	30.	02:33	14:43	30.	01:39	13:45
31.	02:09	14:28				31.	02:14	14:19

4. STIKORDSREGISTER

1. kvarter;8
 aftenstjernen;7
 animering;12
 astronomi;3
 atmosfære;8
 Australien;6
 Bayeux-tapeter;2
 centrum;1;4
 Columbus;1
 dagbuen;6
 daglige himmelrotation;4;5
 Danmark;10
 Die Sofi;9
 efterårsjævndøgn;6
 ekliptika;4;5;6;7;9;10;12
 ellipse;4
 faser;2;8
 formørkelser;2;8;9
 fuldmåne;8;9
 Gyldendals røde ordbog;3
 Hale-Bopp;2
 Halleys komet;2
 himmelkuglen;10
 himmellegemer;4;5;10
 horisonten;6;10
 huskeregler;8
 Hyakutake;2
 hældning;5
 indre planeter;4;7
 Jupiter;2;7;10;12
 Kammerslusen;12
 Karlsvognen;10
 kikkert;2;10
 kobberrød;8
 komet;2
 korona;8
 krumme;1
 liv;3
 Mars;2
 Merkur;2;7
 meteor;2
 moderne fysik;1
 morgenstjernen;7
 Mælkevejen;2
 måneformørkelse;8;9
 nord;4;10;12
 nordlige halvkugle;6
 nordpolen;6;10
 Nordstjernen;4;6;10
 nymåne;5;8;9
 omløbstider;7
 op og ned;1
 planet;2;3;4;7;10
 PlanetWatch;2;7;12
 Pluto;7
 Polaris;10
 retrograd;7;9;12
 Ribe;12
 rotationshastighed;5
 rotationsretning;4
 sakke agterud;5;7;12
 sigtelinier;7
 skygge;8;9
 skæringslinie;9
 skærmdump;10
 sløjfe;7;12
 Solen;3;6
 solformørkelse;8;9
 solsystemet;2;3
 sommer;2;6
 sommerdøgn;6
 sommerhalvår;12
 sommermånen;6
 Sommersolen;6
 sommertilsværg;6
 sommertid;10
 stjernehimlen;5;12
 stjerner;4;5;7;8;10;12
 stjernesked;2;3
 sydpolen;6
 Sønderborg;1;6;10
 Sønderborg Statsskole;1;6
 Sønderborgs Mariekirke;10
 The big Bang;1;3
 tidevand;12
 tidslinie;3
 tidszonerne;5
 tåger;2
 universet;1;2;3
 ur;5
 Venus;2;7
 verdensaksen;4
 verdensrummet;1;4
 vinkelafstand;7
 vinter;2;6
 vinterdøgn;6
 vintermånen;6
 vintersolen;6
 vintersolhverv;6
 zenit;10