

## Innhold

<b>1</b>	<b>LEKSJON 7A: SOL OG MÅNEFORMØRKELSE.....</b>	<b>1</b>
1.1	SOLFORMØRKELSEN I MANAVGAT I TYRKIA 29. MARS 2006.....	1
1.2	DELVIS SOLFORMØRKELSE I KRISTIANSAND 31. MAI 2003.....	4
1.3	SOLFORMØRKELSE VED NYMÅNE MÅNEFORMØRKELSE VED FULLMÅNE.....	4
1.4	TO MÅNEFORMØRKELSER I KRISTIANSAND I 2011.....	6
1.5	MÅNE FORMØRKELSEN - EN GEOMETRISK FIGUR.....	7
1.6	SOL FORMØRKELSE - EN GEOMETRISK FIGUR.....	8
1.7	MÅNEFORMØRKELSE – EN FIN OPPLEVELSE.....	8
1.8	AKTIVITETER: .....	9
1.9	OPPGAVER.....	11

# 1 Leksjon 7b: Sol og måneformørkelse

## 1.1 Solformørkelsen i Manavgat i Tyrkia 29. mars 2006

Solformørkelse og måneformørkelse forekommer når de tre himmellegemer (Sol, Måne og Jord) ligger på linje, astronomene kaller denne linjen for knutelinjen. Knutelinjen er skjæringslinjen mellom Jordens og Månens baneplan, disse to planene danner en vinkel på 5 grader. Solformørkelse og måneformørkelse forekommer ca. 2 ganger i året ved henholdsvis nymåne og fullmåne. Månen og Solen har tilsynelatende samme diameter på himmelen fordi avstanden til Solen er ca. 400 ganger større avstanden fra Jorden og ut til Månen og at forholdet mellom Solens diameter og Månens diameter er også ca. 400.

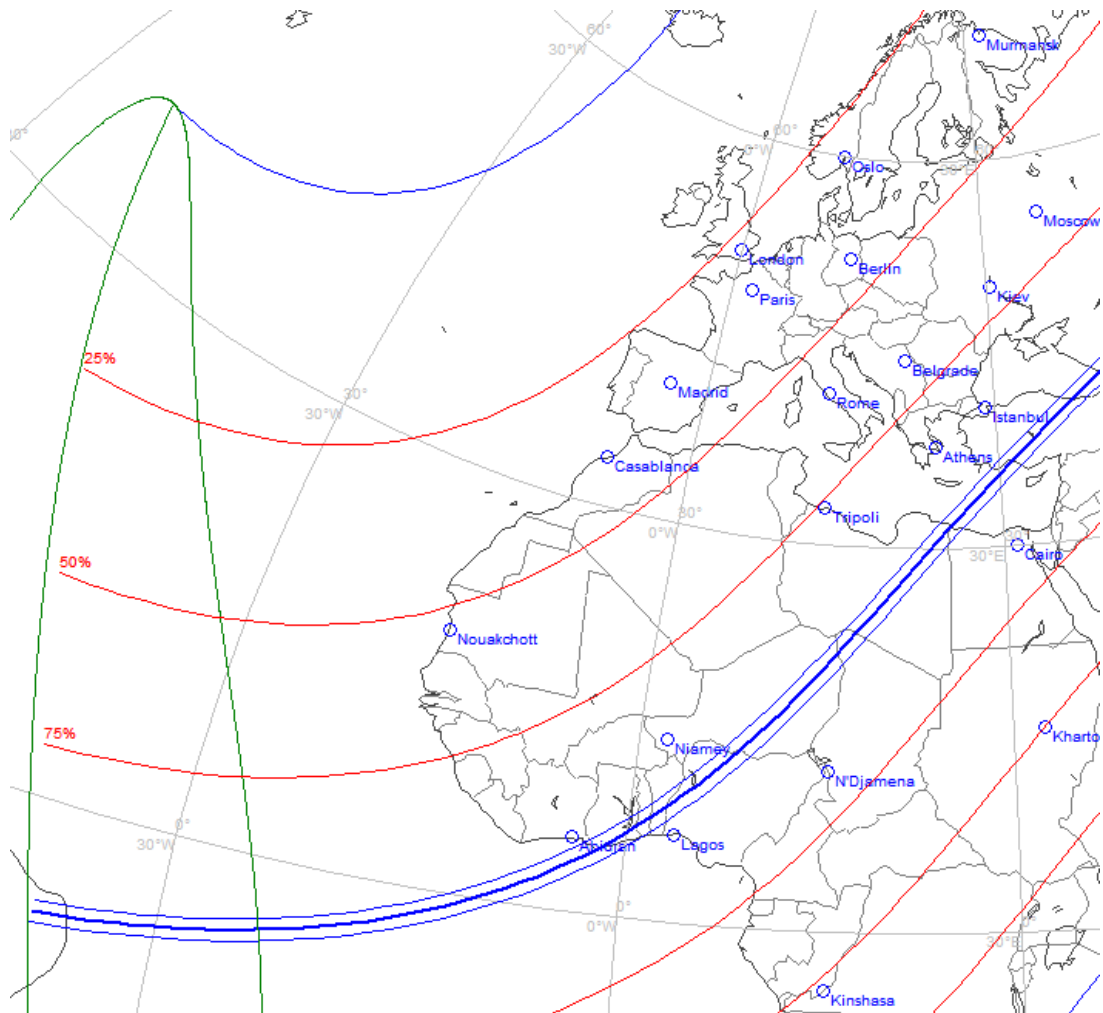


[Solformørkelsen i Manavgat](#) i Tyrkia 29. mars 2006 (Aktivitet 1)

Dette sammensatte bildet viser en total solformørkelse 29. mars 2006 over Tyrkia. Totaliteten var maksimal kl. 13:56:55, like etter ble “diamanten” synlig. “Diamanten” viser seg når Månens og Solens rand tangerer hverandre, altså det øyeblikk den totale fasen er slutt (kl. 13:58:49). Serien viser på en fin måte hvordan Månen passerer Solen. Hele formørkelsen varer i ca. 2,5 timer, den totale fasen varer kun 3 minutter og 48 sekunder. Varigheten av den totale fasen er avhengig av hvor stor Månens vinkeldiameter er i forhold til Solens vinkeldiameter.

Både Solen og Månen har en relativ bevegelse mot øst i forhold til stjernene. Det vil si at Månen innhenter Solen men en vinkelhastighet på 12 grader pr døgn. Denne relative bevegelsen for Månen i forhold til Sola fører til en total solformørkelse dersom Sol, Jord og Måne ligger på linje. Hvorfor 12 grader pr døgn?: Månens [sideriske periode](#) (Aktivitet 4) (omløpstiden i forhold til stjernene) er 27,32 døgn. Månens omløpstid i forhold til Jorden (synodisk periode: fra nymåne til nymåne) er 29,53 døgn. Sett fra Jorden vil Månen bevege seg ca. 12 grader mot øst i forhold til Sola pr døgn (360 grader/29,53 døgn lik ca. 12 grader/døgn).

## Umbraflekkens bane over Afrika og Tyrkia

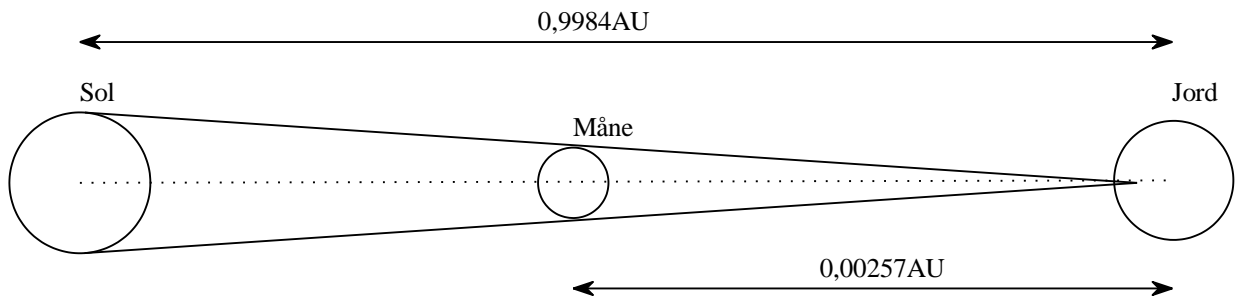


Formørkelsesbanen (blått) og penumbra området (rødt) på Jorden 29. mars 2006 (SkyMap Pro 10)

Manavgat ligger i Tyrkia nær Middelhavet i syd, nordvest av Kypros (36g47mN, 31g26mE, tidssonen: -3 om sommeren). Den mørke umbraflekken vil følge en bane på Jordens overflate fordi Månen beveger seg rundt Jorden samtidig som Jorden går i en bane rundt Solen. En observatør som befinner seg på denne banen vil oppleve en total solformørkelse. Bildet viser at umbraen passerer nordvest for Kypros, bildet viser også at Norge hadde en delvis solformørkelse denne dagen på ca. 25 % denne dagen. Solformørkelsen varte i 3 minutter og 48 sekunder (eller 228s) og hastigheten på den mørke flekken (umbraen) er ca. 3000km/h. Disse to opplysningene gir en diameter på umbraen lik ca. 200km.

$$s = v \cdot t = 3000 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot 228 \cdot \text{s} = \frac{3000}{3.6} \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 228 \cdot \text{s} = 200 \cdot \text{km}$$

## Sol, Måne og Jord på linje



SmartSketch (TP): Sol, Måne og Jord på linje

Under en total solformørkelse må Månens tilsynelatende overflate være minst like stor som Solens tilsynelatende overflate på himmelen. Det skjer når forholdet mellom Solens og Månens diameter er det samme som forholdet mellom avstanden Jord til Sol og avstanden Jord til Måne.

Beregning av avstandsforholdene under solformørkelsen i Tyrkia 29.3 2009:

$$D_{\text{Jord}} := 12756 \text{ km} \quad \text{AU} := 1.496010^{11} \cdot \text{m}$$

$$\text{Forholdet mellom Solens diameter og Månens diameter: } \frac{109.1 D_{\text{Jord}}}{0.2719 D_{\text{Jord}}} = 401$$

$$\text{Forholdet mellom Solens og Månens avstand til Jorden: } \frac{0.9984377 \text{ AU}}{0.00257 \text{ AU}} = 388$$

$$\text{Forholdet mellom Solens og Månens vinkelavstand (enhet buesekunder): } \frac{2019.44}{1922.26} = 1.051$$

Månen har en tilsynelatende diameter som er ca 5% større enn Solens tilsynelatende diameter på himmelen

## 1.2 Delvis solformørkelse i Kristiansand 31. mai 2003

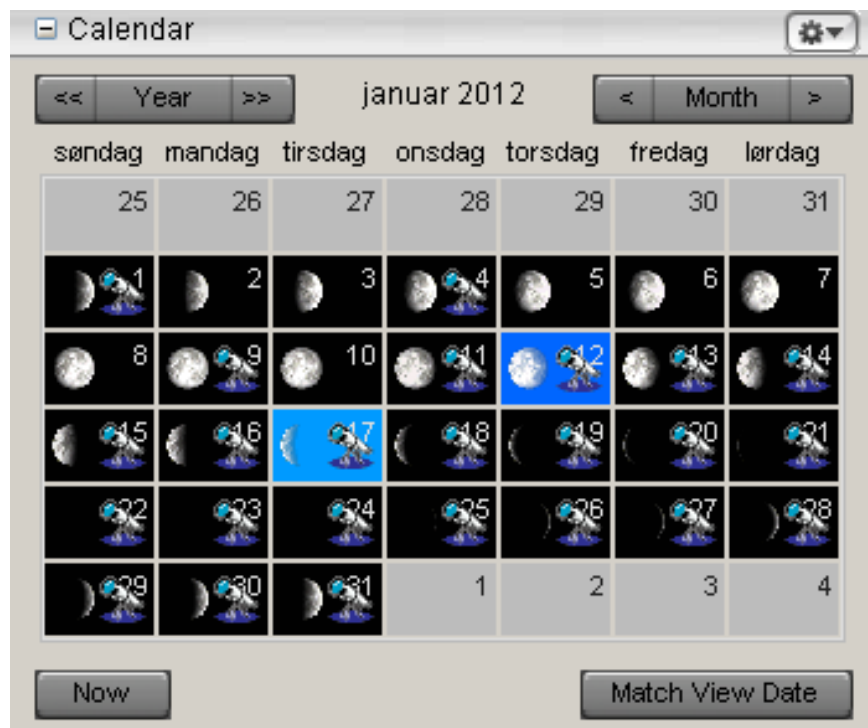


Delvis solformørkelse i Kristiansand 31. mai 2003 kl. 0439 (91 %) (UiA)

De som befinner seg på penumbraen vil oppleve en partiell (delvis) formørkelse, slik som vi gjorde i Kristiansand 31. mai 2003. Umbraen nådde ikke overflaten på Island 31. mai 2003, formørkelsen var av den grunn ringformet (Aktivitet 12). Solens vinkeldiameter var denne dagen 5 % større enn Månens vinkeldiameter

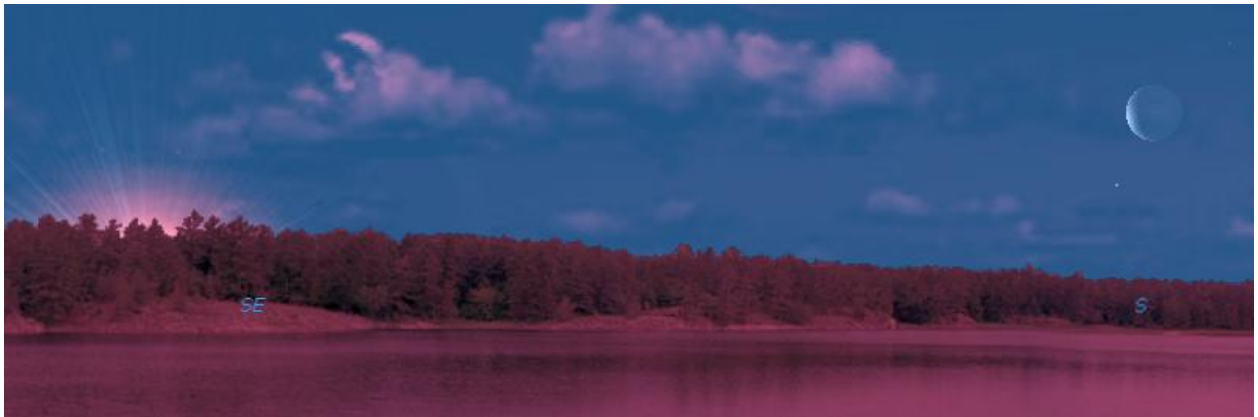
## 1.3 Solformørkelse ved nymåne måneformørkelse ved fullmåne

### Månefasene (aktivitet 2)



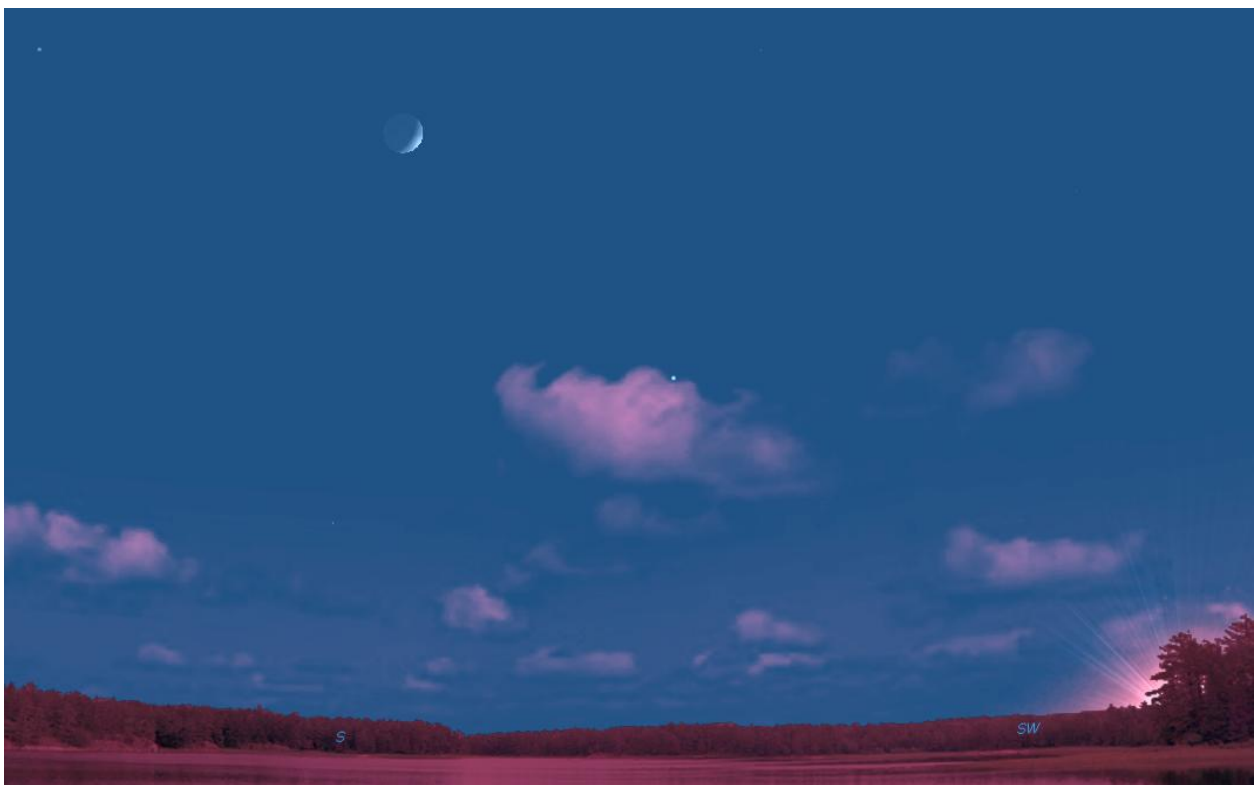
Starry Night kalenderen for januar 2012 (aktivitet 10)

Figuren viser månefasene i januar, i løpet av en måned (29,53 dager) vil månefasen variere fra 0% til 100%. Månen har passert første kvarter 1. januar (1.januar er fasen 52 %). Det tar omtrent 7 dager fra fasen er 50 % (første kvarter) til fasen er 100 % (fullmåne). I denne syv dagers perioden har Månen økende refleksjonsflate. Månen er en voksende “pukkelrygg” (“gibbous” på engelsk betyr pukkelrygg). 9. januar har vi fullmåne. Månen er en avtagende “pukkelrygg” i perioden fra fullmåne til tredje kvarter. Månen er i tredje kvarter når den reflekterer 50% av sollyset fra den delen av måneflaten som ligger mot øst. Etter 16. januar vil Månen på himmelen se ut som sigd, sigden avtar i størrelse og forsvinner når Månen passerer Sola 23. januar. I denne fasen er Månen er en avtagende “crescent” (nemåne). Etter 23. januar kommer ny månen fram på østsiden av Solen.



Nemåne 19. januar 2012 kl. 09:01(soloppgang)

Måne på bildet over er i ferd med å ta igjen Sola, i denne posisjonen er Månen i ne fasen (avtagende). Månen vil normalt passere under eller over Solen, treffer den Solen får vi solformørkelse.

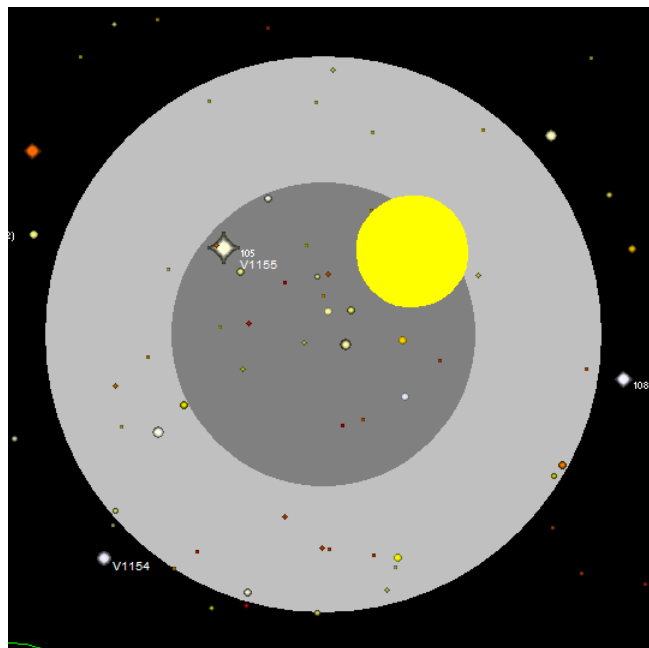


Nymåne 28. januar 2012 kl.16:40 (solnedgang). Månen ligger midt mellom Jupiter (øst for Månen) og Venus

## 1.4 To Måneformørkelser i Kristiansand i 2011

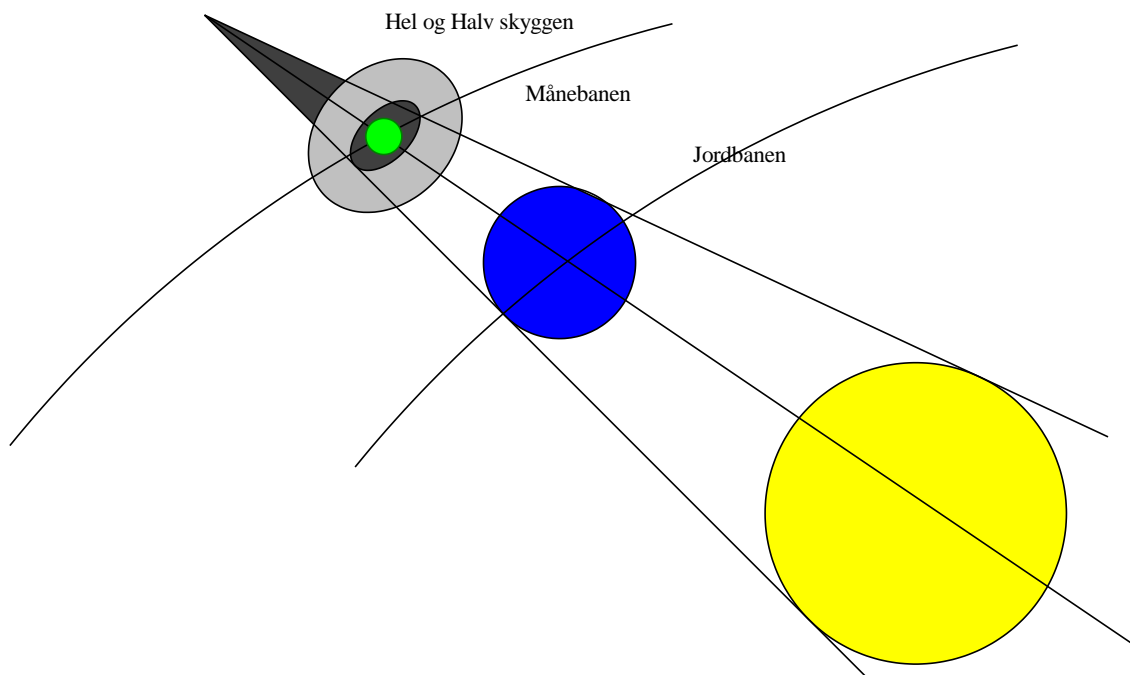


Måneformørkelsen i Kristiansand 10. desember 2011 kl. 16:20:56, omtrent 32 minutter etter totaliteten. Web-bilde er speilvendt både i vertikal og horisontalretning. Teleskopet har ikke fri sikt mot horisont, av den grunn fikk vi ikke tatt bilde av den totale måneformørkelsen. Månen er i øyeblikket 4 grader over horisonten. Bildet viser både umbraen (helskyggen) og penumbraen (halvskyggen)



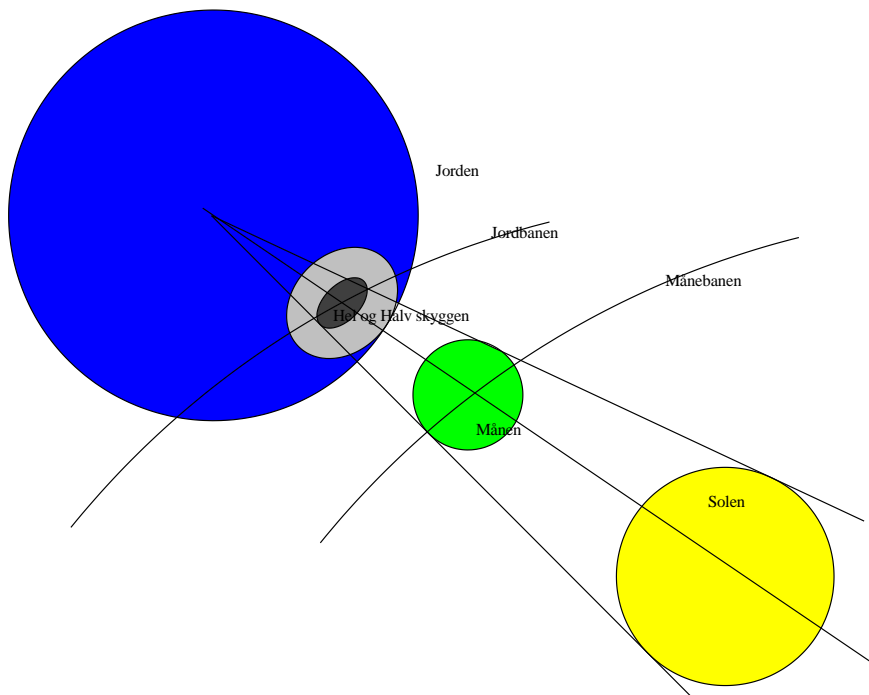
Bildet (SkyMap) viser jordskyggen på himmelen 10. desember 2011 kl. 16:20:56. Full Månen (gul farge) er på vei ut av umbraen (grå sirkel) og inn i penumbraen (hvit sirkel). Solen ligger 5 grader under horisonten, Månen ligger 4 grader over horisonten og vinkelavstanden mellom Sol og Måne er 180 grader. Månens baneplan danner 5 grader med Jordens baneplan, hadde denne vinkelen vært null ville vi ha fått en måneformørkelse en gang i måneden. Umbra formørkelsen varte i 3 timer og 33 minutter, hele formørkelsesperioden varte i 6 timer. I løpet av en partiell måneformørkelse vil Månen passere halvskyggen (penumbralen), den vil ikke bevege seg inn i helskyggen. Den andre formørkelsen var 15. juni, også den var total.

## 1.5 Måne formørkelsen - en geometrisk figur



Figuren viser at Månen passerer sentrum av helskyggen, det skjer bare når Sol, Måne og Jord ligger på knutelinjen. Knutelinjen er skjæringslinjen mellom måneplanet og jordplanet. Det vil alltid være to solformørkelser og to måneformørkelser i løpet av ett år, disse begivenhetene kommer med ett halv års mellomrom. Ved måneformørkelse passerer Månen jordskyggen. Ved solformørkelse passerer Jorden gjennom måneskyggen.

## 1.6 Sol formørkelse - en geometrisk figur



Under den totale solformørkelse treffer spissen av umbraen Jordens overflate. Den [mørke umbraflekken vil følge en bane på Jordens overflate](#) (Aktivitet 5) fordi Månen beveger seg rundt Jorden samtidig som Jorden går i en bane rundt Solen. En observatør som befinner seg på denne banen vil oppleve en total solformørkelse. De som befinner seg i penumbraen vil oppleve en partiell (delvis) formørkelse.

## 1.7 Måneformørkelse – en fin opplevelse



Universe /Fred Espenak



Bildene viser en total måneformørkelse (20. januar 2000). Legg merke til at Månen blir rød under totalfasen (Hvorfor?)

En måneformørkelse kan være en fin opplevelse. Månen vil under den totale formørkelsen ligge i skyggen av Jorda, det vil bare være den røde delen av sollyset som når fram til Månen, den blå delen spredes inn i atmosfæren. Dersom det er mye forurensning i atmosfæren vil Månen få en fin rødlig farge, nærmest blodrød. Normalt er det mer forurensning i atmosfæren om kvelden, av den grunn vil sannsynligheten for en fin måneformørkelse være størst når formørkelsen skjer om kvelden. Skjer formørkelsen om morgnen (Månen står i vest) vil rødfargen være noe mer falmet fordi kilden som forurenser (mennesket) har sovet i seks timer før formørkelsen inntreffer.

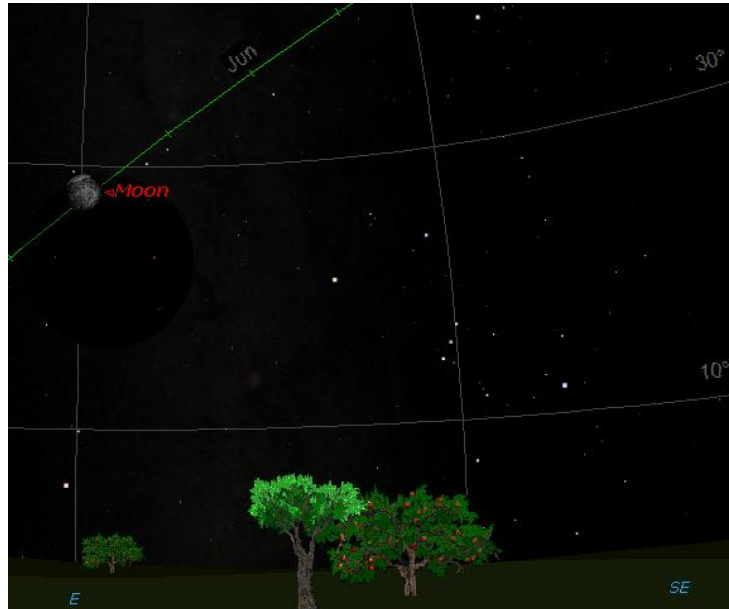
## Solformørkelser og måneformørkelser i framtiden

Stjerneprogrammet SkyMapPro gir en oversikt over framtidens solformørkelser/ måneformørkelser (Tools/Eclipses/Solar (Moon) Eclipses). Har man ikke SkyMap, kan vi bruke nettadressen (Aktivitet 9): <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>

### 1.8 Aktiviteter:

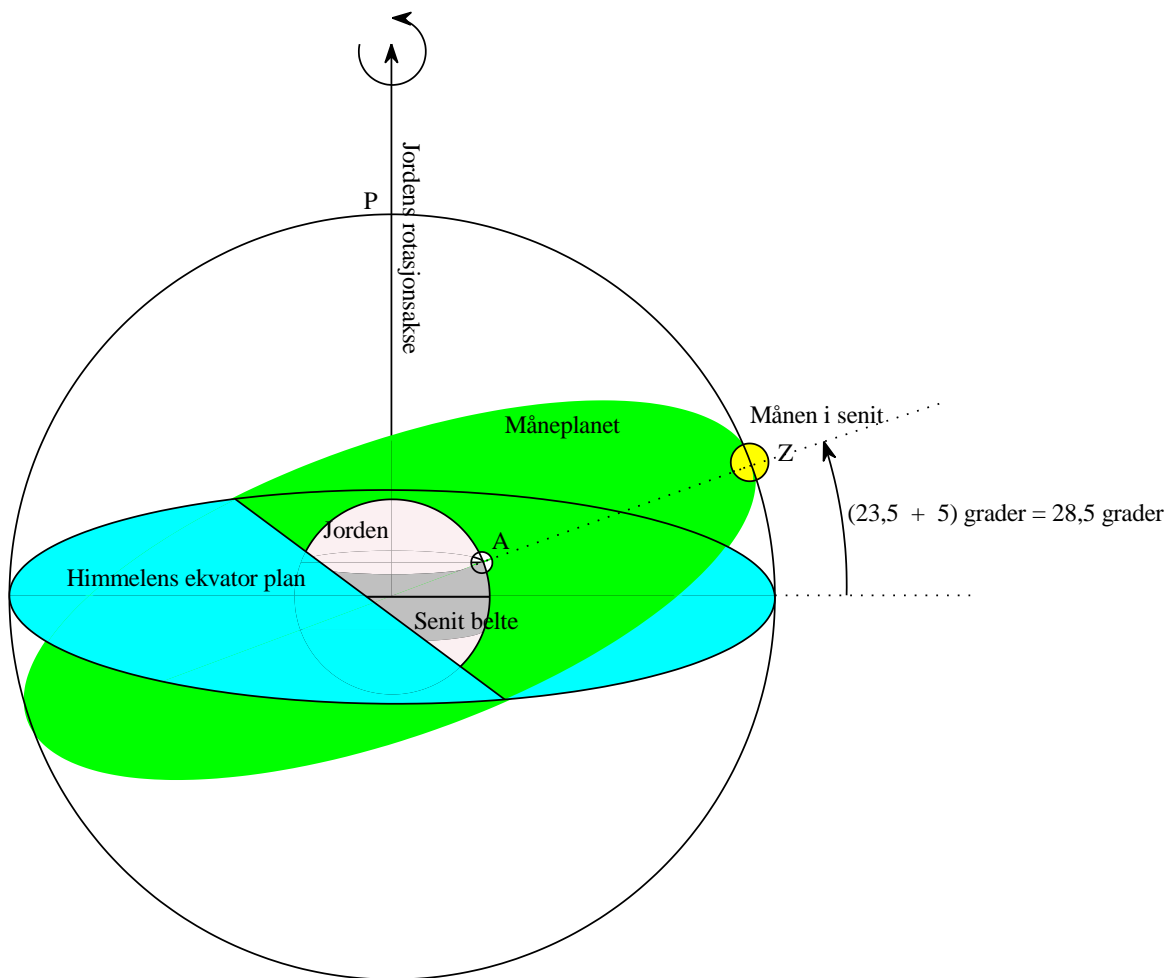
1. Vis solformørkelsen (DVD) i Tyrkia 29. mars 2006
2. Utfør [animasjonen 3.1](#) ([http://bcs.whfreeman.com/universe9e/default.asp#t\\_571828](http://bcs.whfreeman.com/universe9e/default.asp#t_571828)) Denne animasjonen viser 8 månefaser, vi ser bilde av Månen i de ulike fasene. Animasjonen viser ingen relativ bevegelse av Jorden i forhold til Solen. Vi ser ned på mot nordpolen langs Jordens rotasjonsakse. Halvparten av Månens overflate vil alltid bli belyst av Solen. Månen har bunden rotasjon, det vil si at Månen vender alltid samme halvpart av overflaten mot Jorden. Ved fullmåne ser vi halvdelen av månens overflate belyst. På grensen mellom ne- og nymåne vil ikke den synlige delen av Månen være belyst. Når Månen roter rundt Solen vil kun deler av halve Månen bli belyst..
3. Månen har synkron rotasjon ([Animasjon 3.2](#)). Denne animasjonen viser Månens bane sett fra et punkt høyt over Jordens nordpol. Månen viser seg fram fire ganger i løpet av en rotasjon. Dersom Månene ikke roterer rundt sin nord-syd akse, vil vi i løpet av en måned ser hele Månens overflate fra et punkt på Jorden. I virkeligheten roter Månen om sin akse, den gjør en rotasjon i løpet av en måned.
4. Denne animasjonen viser ([Animasjonen 3.3](#)) forskjellen på den sideriske og den synodiske måneden.
5. Denne animasjonen viser ([Animasjonen 3.4](#)). 11 august 1999 sett fra Månen. Vi ser en mørk sirkel som kommer faren fra vest til øst over Jordens overflate. I sentrum av sirkelen finner vi umbraen (umbraen er så liten i utstrekning, den vises ikke i animasjonen). En observatør på Jorden som befinner seg på penumbraen vil oppleve en delvis solformørkelse (side 3: Solformørkelsen i Kristiansand 31. mai 2003). Solformørkelsen vil være total for de som befinner seg på umbraen

6. [En nyttig internettadresse](#): om solformørkelser
7. "Simulering av solformørkelsen i Tyrkia 29. mars 2006.snf". Denne filen finner du på nettet
8. Måneformørkelsen sett fra Kristiansand nyttårsaftnen 31. desember 2009 klokken 0900



Benytt Starry Night og lag en animasjon som viser denne måneformørkelsen. Månen står øst, høyden over horisonten er ca 20 grader. Solen må da ligge ca 20 grader under vestlig horisont (Hvorfor?)

9. Undersøk om vi kan oppleve formørkelser i Kristiansand i 2012. Benytt enten stjerneprogrammet SkyMapPro (Tools/Eclipses/Solar (Moon) Eclipses) eller nettstedet: <http://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>
10. Ta utgangspunkt i filen "Månefasen 17. januar 2012 og vinkelen mellom Måne og Sol.snf" og følg Måne rundt Solen i løpet av en synodisk måned. Filen ligger på fronter (Ta fram månekalenderen ("SkyCal"), dobbeltklikk på datoikonet i kalenderen og observer forandringen i månefasen, fjern horisonten ("Options/LocalView/LocalHorizon), høyreklikk på musa og "Centrer").
11. Ta bilde av Månen i fasene: ny, første kvarter, gibbous, full, siste kvarter og ne
12. Ta utgangspunkt i filen "Simulering av ringformørkelsen over Island 31. mai 2003.snf" og få fram ringformørkelsen over Island.
13. Ta utgangspunkt i figuren under og forklar hvorfor Månen kan sees i senit fra området mellom breddegradene + 28,5 og - 28,5 grader. Studer figuren og reflekter over teksten under figuren.



Litt forklarende tekst:

Storsirkelen viser meridianen sett fra punktet A på Jorden, meridianen er sirkelen som går gjennom stedets senitpunkt (Z) og nordpolen på himmelkula (P). Punktet A er et sted på Jorden som har breddegrad 28,5 grader og vilkårlig lengdegrad. Det er Jordens ekvatorplan som definerer himmelens ekvatorplan. Måneplanet danner 5 grader med ekliptikken (Jordens baneplan). Ekliptikken danner 23,5 grader med himmelens ekvatorplan. Legg merke til at Jorden gjør omtrent 27 omdreininger i løpet av månens omløpstid i banen. Marker på figuren hvor Månen og punktet A befinner seg etter 13,5 døgn. Månen står i senit når stedets breddegrad er lik Månens breddegrad på himmelen (deklinasjonen).

## 1.9 Oppgaver

1. Gå til "Starry Night" og finn fram til Månen, reduser synsfeltet og avgjør hvilken fase Månen befinner seg i når du leser dette.
2. Hvor lang er et døgn på Månen?
3. Forklar hvorfor vi av og til kan oppleve ringformet solformørkelse.
4. Månen beveger seg mellom stjernene. Finn hvor lang tid det tar Månen å bevege seg en vinkel på 0,5 grader (Månens vinkeldiameter) mot øst mellom stjernene.
5. Finn de steder på Jorden du kan observere Månen i senit, tegn figur
6. Undersøk om forholdet mellom Solens og Månens diameter er det samme som forholdet mellom avstanden fra Jord til Sol og avstanden fra Jord til Måne. Under solformørkelsen 31. mai 2003 (Benytt Starry Night).

## **Fasit**

Oppgave 2: 29,53 dager

Oppgave 4: 0,91 timer

Oppgave 5: Mellom 28,5 grader nordlig bredde og 28,5 grader sydlig bredde

## **Referanser**

Universe 9. edition Freedman, Geller, Kaufmann