

F Y S I K K E N B A G

Det naturvidenskabelige verdensbillede

På de næste sider kan I finde en oversigt over fysikken bag det naturvidenskabelige verdensbillede. Det er specielt det astronomiske verdensbillede, der bliver behandlet i denne oversigt. I kan læse om, hvordan man kan forklare fænomener som nat og dag, årstidernes skiften og formørkelser. Endvidere er der en beskrivelse af Universet og af, hvordan man kan bestemme afstande til stjerner og galakser. Det er tanken, at de enkelte afsnit herunder kan læses efter behov i sammenhæng med de øvrige tekster i bogens del 3.

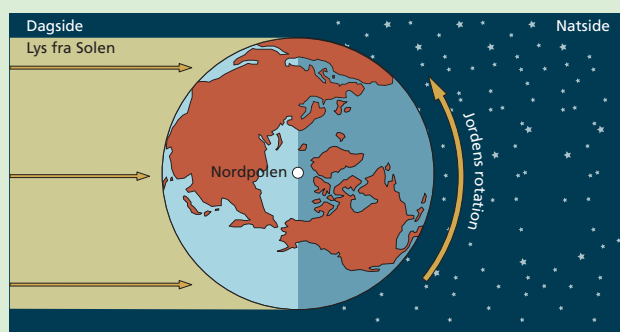
Dag og nat

Når vi ser Solen stå op og gå ned, skyldes det, at Jorden drejer sig 360° eller én gang om sig selv i forhold til stjernehimlen på 23 timer og 56 minutter. Denne tid kalder vi et stjernedøgn eller et siderisk døgn. Da Jorden samtidig bevæger sig rundt om Solen, skal Jorden rotere lidt mere end 360° , før Solen igen står op. Det, vi oplever som et jorddøgn, er derfor lidt længere – nemlig 24 timer.

Det plan, som Jorden bevæger sig i rundt om Solen, kaldes ekliptika. Da Jordens omdrejningsakse hælder $23,5^\circ$ i forhold til ekliptika, vil dag og nat ikke være lige lange på forskellige steder og på forskellige tidspunkter af året. På områder over $66,5^\circ$ nordlig bredde og syd for $66,5^\circ$ sydlig bredde, vil I således en del af året kunne opleve fænomenet midnatssol, hvor dagens længde er på 24 timer.

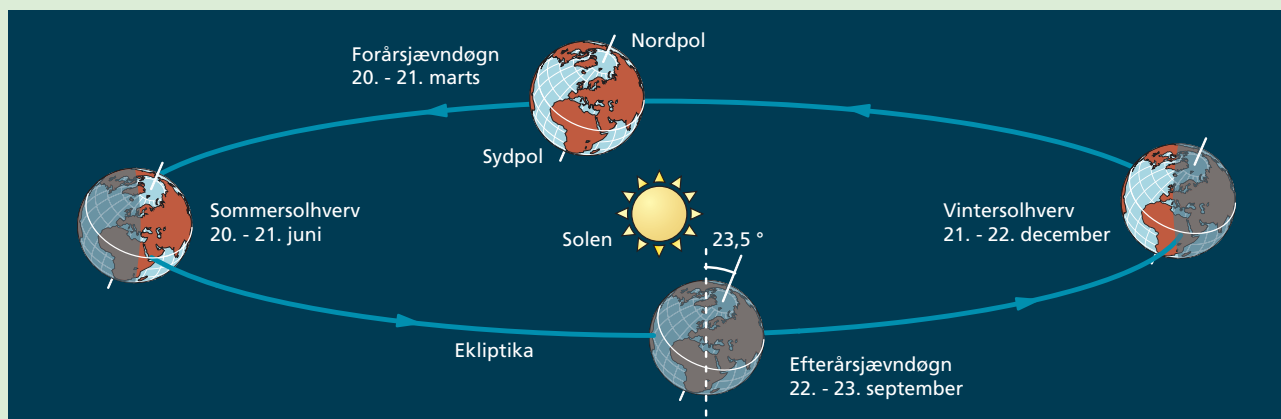
Årstiderne

Jordens bane om Solen er ikke helt cirkulær men ellipseformet. Solen befinder sig ikke i centrum, men i ellipsens ene brændpunkt. Derfor er afstanden mellem Solen og



Figur 3.73 Det er dag på den halvdel af Jorden, der er belyst af Solen. På den mørke halvdel er der nat. Jorden roterer om sig selv fra vest mod øst, hvilket er forklaringen på, at vi om morgenen ser Solen stå op i øst.

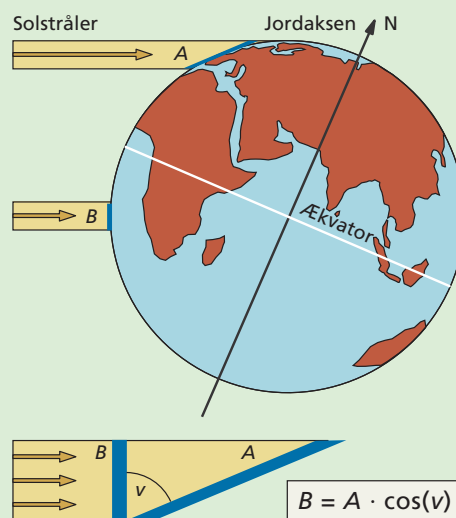
Figur 3.74 Jordens omdrejningsakse hælder $23,5^\circ$ i forhold til den vinkelrette til ekliptika. Aksens peger mod himlens nordpol, der ligger tæt ved Nordstjernen. I løbet af et omløb om Solen, der tager et år, vil et bestemt sted på Jorden fra dag til dag modtage varierende mængder af lys fra Solen. Det er denne variation, der er årsag til årstiderne.



Jorden ikke altid lige stor. Når Jorden er længst væk fra Solen, er afstanden 152 millioner km.

Vi siger, at Jorden er i aphelium. Når Jorden er tættest på Solen, er den i perihelium, og afstanden er nu 147 millioner km.

Når vi oplever årstider på Jorden, skyldes det ikke, at Jordens bane er ellipseformet, men at Jordens rotationsakse hælder. Den vigtigste årsag til årstiderne er, at Solen ikke står lige højt på himlen hele året. Som man kan se på figur 3.75, vil Solens energi fordeles over et større areal, når Solen står lavt på himlen.

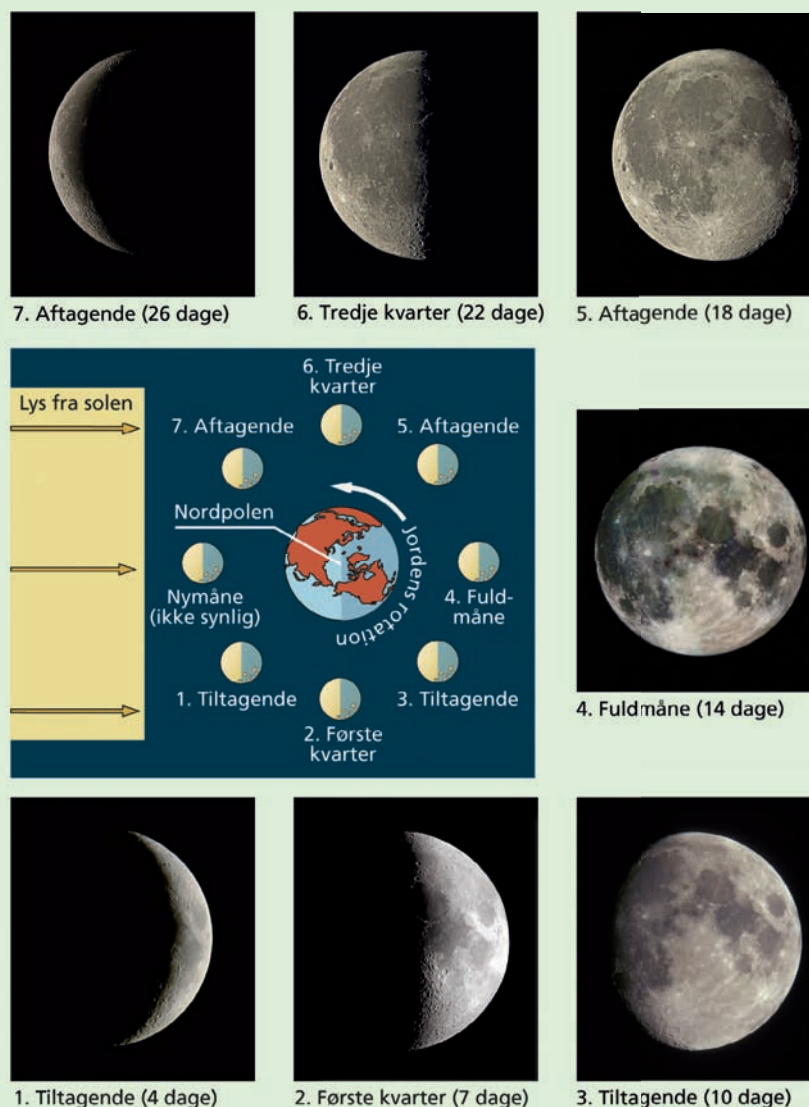


Figur 3.75 Intensiteten af solstrålingen målt i W pr. m² er større på arealet B end på arealet A. Det skyldes at Solens lys fordeles over et mindre areal ved B.

Månens faser

Månen ser forskellig ud fra den ene dag til den næste. Det skyldes, at vi fra Jorden ser Månen blive belyst på forskellig måde af Solen, når Månen bevæger sig i sin bane om Jorden. For at forstå, hvorfor vi kun kan se en del af Månen hen gennem måneden, kan det være en hjælp at se på figur 3.76. Figuren viser, at når Månen befinder sig mellem Solen og Jorden, vil der være nymåne, og man kan ikke se noget af måneskiven. På billederne 1 - 3 er Månen tiltagende. I situation 4 er der fuldmåne. På billederne 5 - 7 er Månen aftagende. I situationerne 2 og 6 er der halvmåne.

Månen er 27,3 døgn om at passere netop én gang rundt om Jorden. Tiden mellem to på hinanden følgende fuldmåner er 29,5 døgn. Da en måned er godt 30 døgn, vil fuldmånen på dato optræde 1 - 2 dage tidligere hver måned.

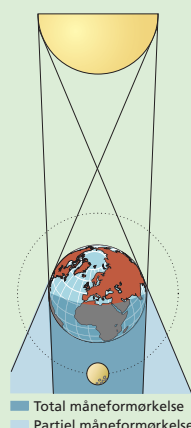


Figur 3.76 Solens stråler kommer fra venstre og oplyser både Jorden og Månen. Afhængig af, hvor Månen befinder sig i sin bane om Jorden, vil vi kunne se en større eller mindre del af dens skive.

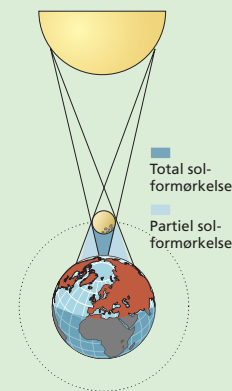
Sol- og måneformørkelser

Når Månen glider ind i Jordens skygge, bliver den formørket, og vi har en måneformørkelse. Tilsvarende kan der ved nymåne være et område på Jorden, der bliver ramt af Månens skygge. Set fra Jorden vil Solen forsvinde, og vi vil have en total solformørkelse.

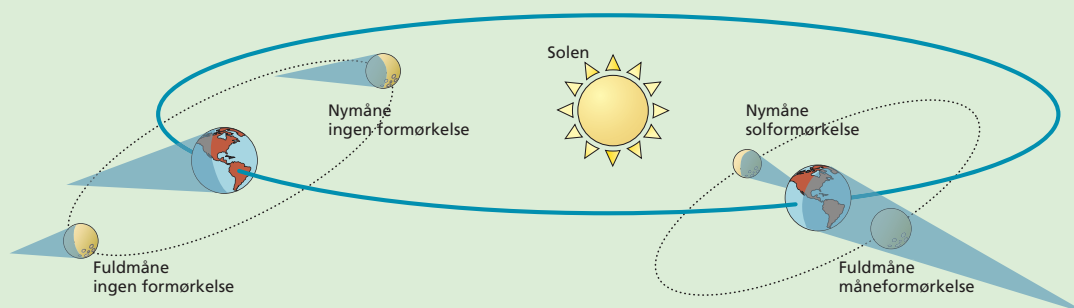
Umiddelbart skulle vi tro, at der vil blive en måneformørkelse, hver gang der er fuldmåne, og en solformørkelse hver gang det er nymåne. Det sker dog ikke. Månens bane hælder nemlig 5° i forhold til ekliptika. Som regel vil Månens skygge derfor ramme under eller over Jorden ved nymåne, så der ikke indtræder en solformørkelse. Tilsvarende vil Månen ved fuldmåne normalt bevæge sig i en bane over eller under Jordens helskygge, så der ikke indtræder en måneformørkelse.



Figur 3.77 Måneformørkelse finder sted, når Månen glider ind i Jordens skygge.



Figur 3.78 Når Månens skygge rammer Jorden, vil der opstå en solformørkelse.



Figur 3.79 Jordens baneplan om Solen, ekliptika, og Månens bane omkring Jorden. Månens bane hælder cirka 5° i forhold til ekliptika.



Figur 3.80 Solen og de 8 planeter: Merkur, Venus, Jorden, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun samt dværgplaneten Pluto. Mellem Mars og Jupiter er der en mængde materiale i form af større eller mindre klippeblokke, kaldet asteroider. Bemærk, at planeternes afstande til Solen ikke er korrekt gengivet på tegningen. Se tabel 3.81.

Solsystemet

Solsystemet består af stjernen Solen og otte planeter samt dværgplaneter som Pluto, asteroider og kometer. De inderste fire planeter er faste, jordlignende planeter, mens de fire yderste er gasplaneter.

Ofte måles afstande i Solsystemet i enheden den astronomiske enhed, AE, der er gennemsnitsafstanden fra Jorden til Solen

$$1 \text{ AE} = 149.597.871 \text{ km}$$

Himmellegerne	Gennemsnitsafstand til Solen i AE	Omløbstid i år
Solen	0,00	0,00
Merkur	0,39	0,241
Venus	0,72	0,615
Jorden	1,00	1,00
Mars	1,52	1,88
Jupiter	5,20	11,8
Saturn	9,54	29,4
Uranus	19,2	84,0
Neptun	30,1	165
Pluto	39,4	249

Tabel 3.81 Afstande og omløbstider i Solsystemet.

Keplers love

Astronomen Johannes Kepler viste i perioden 1609 - 1619, at planeternes bevægelser kan beskrives ved følgende tre love:

Keplers 1. lov

Planeterne bevæger sig i ellipseformede baner med Solen i det ene brændpunkt.

Keplers 2. lov

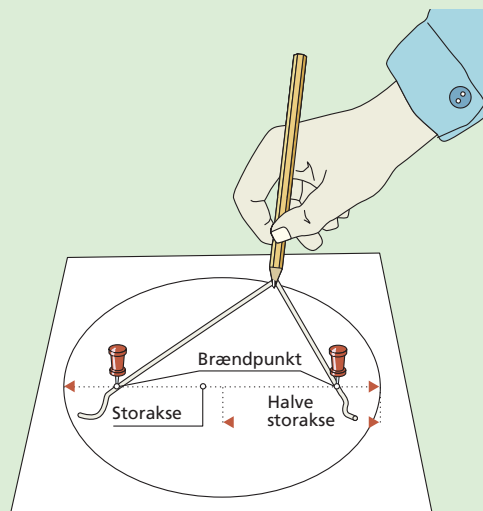
Hvis I tegner en linje fra Solen til en planet og lader planeten bevæge sig fremad i for eksempel 1 måned, så vil det areal, linjen overstryger være lige stort, uanset hvor i banen, planeten bevæger sig. Det betyder, at planeten ikke bevæger sig med lige stor fart hele tiden. Tæt på Solen vil den bevæge sig med større fart end langt fra Solen. Det betyder eksempelvis, at vinterhalvåret og sommerhalvåret ikke er lige langt. Jorden vil være tættest på Solen, i perihelium, omkring den 4. januar og have den største afstand til Solen, i aphelium, omkring den 4. juli.

Keplers 3. lov

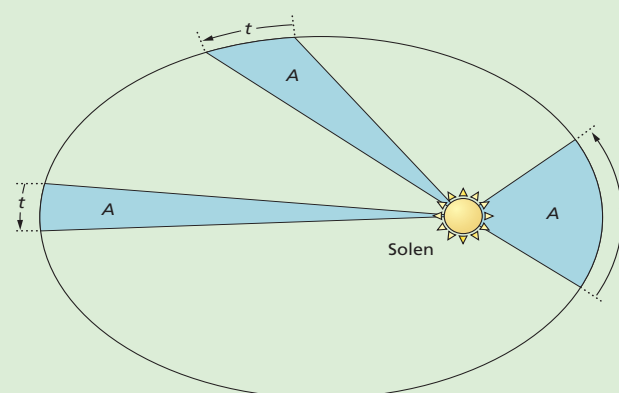
Hvis middelfaststanden mellem en planet og Solen kaldes a , og planetens omløbstid om Solen kaldes T , gælder følgende sammenhæng for alle planeter og andre himmellegemer, der bevæger sig rundt om Solen i ellipsebaner:

$$\frac{a^3}{T^2} = \text{konstant}$$

For legemers kredsløb rundt om Solen er størrelsen af konstanten $1 \frac{\text{AE}^3}{\text{år}^2}$.



Figur 3.82 En ellipse kan let tegnes med et par nåle, en tråd og en blyant.



Figur 3.83 En linje fra en planet til Solen overstryger lige store arealer i lige store tider.

EKSEMPEL

Halley's komet kredser om Solen i en meget aflang, elliptisk bane. Cirka én gang for hvert 76 år kan den ses på himlen. Halley's komet har derfor en omløbstid om Solen på omkring 76 år. Keplers 3. lov siger da, at kometen i middel skal bevæge sig om Solen i afstanden a givet ved:

$$\frac{a^3}{T^2} = 1 \frac{\text{AE}^3}{\text{år}^2} \Rightarrow \frac{a^3}{(76 \text{ år})^2} = 1 \frac{\text{AE}^3}{\text{år}^2} \Leftrightarrow$$

$$a = \sqrt[3]{(76 \text{ år})^2 \cdot \frac{\text{AE}^3}{\text{år}^2}} = 17,94 \text{ AE} \approx 18 \text{ AE}$$

Kometen bevæger sig altså i middel i afstanden 18 AE fra Solen. Men for en komet i en meget aflang bane dækker denne værdi over store forskelle i afstand. Således er Halley's komet i afstanden 0,6 AE fra Solen, når den er i perihelium, mens den er i afstanden 35,3 AE fra Solen, når den er i aphelium. Omløbstiden på 76 år er en middelværdi, da gravitationskræfterne fra planeterne kan ændre omløbstiden fra omløb til omløb.

Keplers love gælder også for planeter og satellitter, som kredser om andre legemer end Solen. Konstanten i Keplers 3. lov har da blot en anden værdi. Konstanten afhænger nemlig af massen af det legeme, som planeten eller satellitten kredser om.