

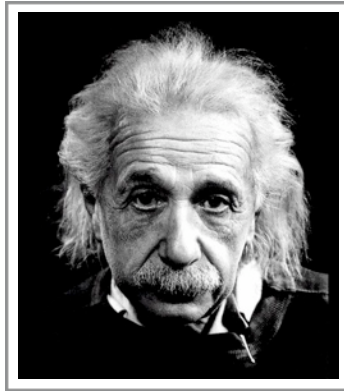
Aktivitetshäfte i astronomi

Vårt fantastiske univers



Kort, illustrert innføring i astronomi
Faglige, språklige og praktiske oppgaver
Internettlenker til filmer, animasjoner og videre lesning

Jan-Erik Ovaldsen og Kjell Erik Aas



“Det mest uforståelige med universet er at det er forståelig.”
Albert Einstein

Vårt fantastiske univers

Aktivitetshäfte i astronomi

Dette heftet er laget i forbindelse med Det internasjonale astronomiåret 2009 og er ment for elever i grunnskolen og første klasse på videregående skole. Tekstene og oppgavene er delvis basert på *Verdensrommet* av Kjell Erik Aas, utgitt av Åsheim Ungdomsskole i 2006 (ISBN: 82-92645-09-8). *Verdensrommet* er et undervisningsopplegg for tospråklige elever på ungdomstrinnet og er oversatt til arabisk, somalisk og kurdisk – se www.minett.no.

Tekstmaterialet fra overnevnte hefte er redigert, oppdatert og supplert av Jan-Erik Ovaldsen. Oppgavene er utarbeidet av Kjell Erik Aas og Jan-Erik Ovaldsen.

Layout og omslag: Jan-Erik Ovaldsen

Bilde- og illustrasjonsansvarlig: Jan-Erik Ovaldsen

Heftet er satt med 12/18 punkts Times og designet med Pages på Mac

Omslagsfoto: Kattøyetåken, tatt i synlig lys og røntgen (NASA/CXC/SAO/STScI)

Hvis heftet skal skrives ut fra PDF-fil, bør det gjøres på fargeprintere med *tosidig* trykk. Margene er laget slik at ark med trykk på begge sider kan stiftes eller bindes sammen som en bok.

Det er tillatt å printe og kopiere PDF-en til undervisningsformål eller eget bruk, men ikke for salg. Rettighetshaverne til bildene og illustrasjonene står oppført bakerst.

ISBN 978-82-990556-4-2 (PDF)

© Det internasjonale astronomiåret 2009

www.astronomi2009.no

Institutt for teoretisk astrofysikk

Universitetet i Oslo

og

Åsheim ungdomsskole

Innhold

Forord 5

Introduksjon 5

Solsystemet 6

Jorda 6

 Årstider 7

 Dag og natt 7

Månen 7

Formørkelser 8

Merkur 9

Venus 9

Mars 10

Jupiter 10

Saturn 11

Uranus 12

Neptun 12

Pluto og andre dvergplaneter 12

Astronomisk enhet 13

Asteroider 13

Meteoroider, meteorer og meteoritter 14

Sola 15

Polarlys 16

Stjerner 16

 Stjernes fødsel og død 16

 Nøytronstjerner og sorte hull 17

Planeter i andre solsystem 18

Lysår 18

Stjernehop 18

Galakser 19

Big Bang 20

 Mørk materie og mørk energi 20

Astronomiens historie 21

Utforsking av verdensrommet i dag 24

 Jordbaserte observatorier 24

 Romobservatorier 25

 Romfart 25

Egen utforskning av verdensrommet 26

 Amatørteleskop 26

 Stjernehimmelen og stjernebilder 27

Lenker 31

Oppgaver 37

 Oppgaver til tekstene 37

 Praktiske oppgaver med bruk av teleskop 50

 Stellarium – ditt eget planetarium 54

 Månen, Mars og stjernehimmelen på nettet 56

Bilder og illustrasjoner 57

Register 58

*Bakgrunnsbilde: Stjerne-
bildet Orion fra Johann
Bayers stjerneatlas (1603)*

Forord

I 1609 rettet Galileo Galilei, som første menneske, et teleskop opp mot himmelen. Det Galilei så gjennom sitt enkle teleskop fikk han til å innse at Jorda bare var én av mange planeter og ikke sentrum i universet. 400 år etter de revolusjonerende oppdagelsene skal astronomien og universet feires: 2009 er erklært Det internasjonale astronomiåret av FN og UNESCO. Les mer på www.astronomi2009.no.



Heftet inneholder en kort gjennomgang av de viktigste emnene innen astronomi, i tillegg til nyttige internettlenker og en mengde oppgaver. Vanskelighetsgraden på tekstene og oppgavene passer for elever i grunnskolen (fra rundt 5. klasse) og Vg1, men stoffet burde også være aktuelt som bakgrunnsmateriale for lærere som underviser på barnetrinnet. For de lavere trinnene anbefales *Rommet* og *Rommet X*, tilgjengelige på nettsidene til Norsk Romsenter (www.romsenter.no). I observasjonsoppgavene bakerst i heftet kan man gjøre de samme spennende observasjonene som Galilei gjorde med sitt enkle teleskop for 400 år siden.

Forfatterne vil gjerne benytte anledningen til å takke Åsheim Ungdomsskole for tillatelsen til å benytte tekster og oppgaver fra heftet *Verdensrommet*. Takk går dessuten til Mikkel Steine, Andreas O. Jaunsen og Anders Isnes (på Naturfagsenteret), i tillegg til alle personer og organisasjoner som har bidratt med bilder og illustrasjoner (se side 57).

Skrivemåtene “Sola” og “Jorda” er brukt gjennom hele heftet. Alternativt kan man anvende hankjønnsformene, med eller uten stor forbokstav.

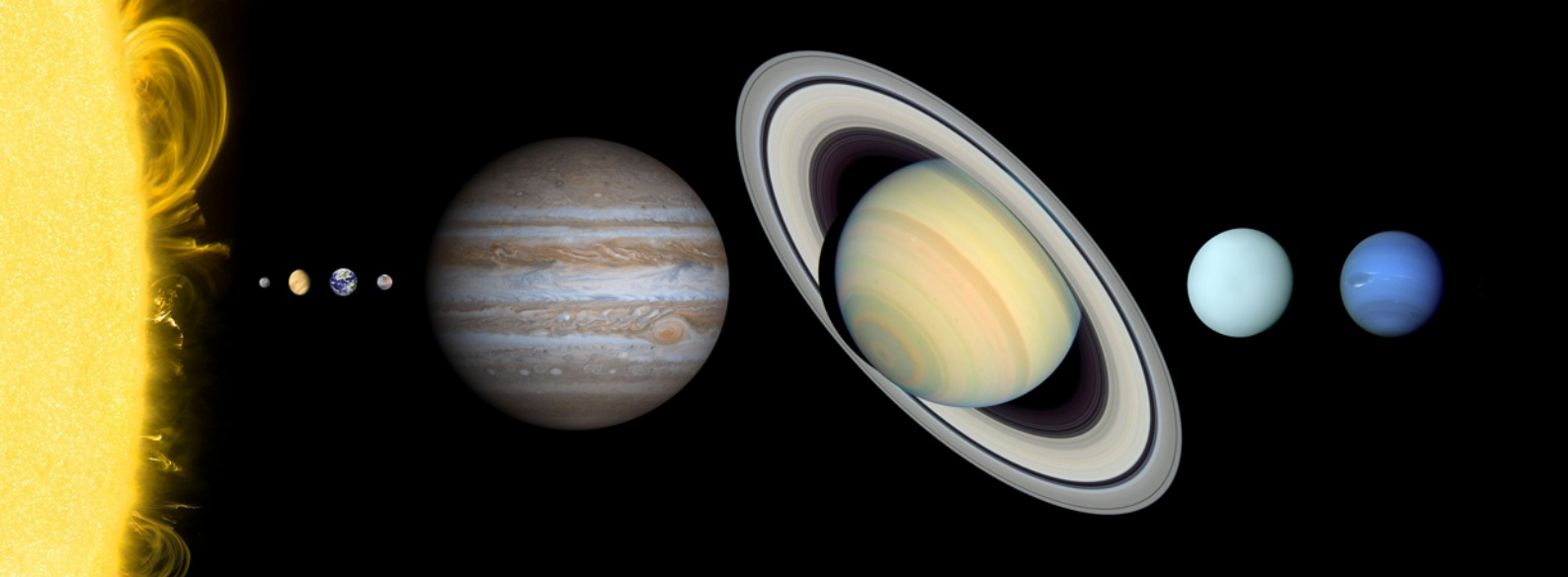
Introduksjon

Menneskene har alltid vært opptatt av universet. Bevegelsene til Sola, Månen, planetene og stjernene ble studert av mange gamle sivilisasjoner. At himmelen var viktig, forstår vi når vi ser at dager har fått navn etter Sola, Månen og planetene på mange språk. For eksempel betyr søndag soldagen og mandag månedagen på norsk og engelsk. Når vi står ute ei mørk natt og kikker opp på stjernehimmelen, kan det komme mange spørsmål: Hva er egentlig alle de forskjellige lysprikkene vi ser? Hvordan har alt blitt til? Er det liv andre steder? Hvor stort er universet? Siden tidenes morgen har folk over hele kloden forsøkt å besvare slike spørsmål.



Læren om universet og alt som finnes der kalles astronomi. Astronomi har hatt en overraskende stor innvirkning på hvordan vi mennesker ser på verden og vår plass i universet. Bortsett fra noen planetbesøk med romsonder, så har vi funnet ut alt vi vet om universet bare ved å studere lyset fra de fjerne himmellegemene. Gigantiske teleskoper på øde fjelltopper fanger opp den svake strålingen fra fjerne stjerner og galakser. Astronomene som studerer denne strålingen, kan deretter finne ut for eksempel hva objektets temperatur og alder er, og hvilke grunnstoffer det består av.

Hvert år gjøres det mange spennende oppdagelser, med det er fortsatt mye vi ikke vet. Vi blir nok aldri helt ferdig med å finne ut av vårt store, spennende og fantastiske univers. Men la oss se på noe av det vi så langt har funnet ut om verdensrommet – det er ikke lite!

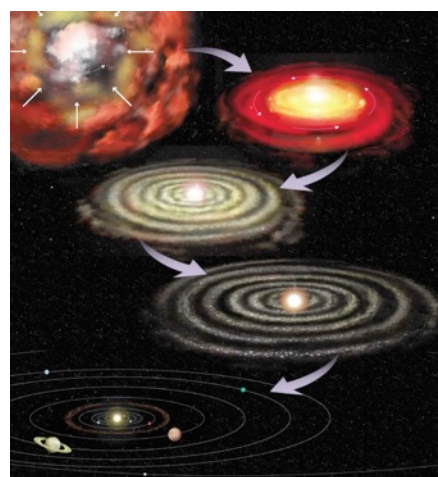


Solsystemet

Solsystemet består av vår egen stjerne, Sola, og åtte planeter. I tillegg kommer millioner av andre himmellegemer, deriblant asteroider, kometer, måner, dvergplaneter. På illustrasjonen over sees (fra venstre) Sola, Merkur, Venus, Jorda, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun. Sola og planetene har riktig størrelse i forhold til hverandre, men ikke riktig avstand. Pluto ble tidligere regnet som solsystemets ytterste planet, men defineres nå som dvergplanet.

Solsystemet ble til for rundt 4,6 milliarder år siden da en enorm sky av gass og støv trakk seg sakte sammen. Sola ble skapt ut av den tetteste og varmeste delen i sentrum. Resten av materien fordelte seg utover i et plan på grunn av rotasjonen. Store steiner tiltrakk seg mindre partikler, og etter mange millioner år med sammenklumpning var planetene skapt.

Sola står i sentrum og planetene går rundt Sola. De fire innerste planetene (Merkur, Venus, Jorda og Mars) kalles steinplaneter og er små og tette sammenlignet med resten. De fire ytterste planetene (Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun) går under betegnelsen gassgjemper, selv om de egentlig inneholder stoffer i både gass-, væske- og isform. De er store og har ingen fast overflate.



Jorda

Jorda er rund som en ball. Gravitasjonskraften holder oss nede på bakken, uansett om vi bor i Norge eller på den andre siden av kloden. Jorda er den tredje nærmeste planeten til Sola. Den går i bane rundt Sola, akkurat som de andre planetene. Banen er en ellipse, det vil si en avlang eller klemte sirkel. Det betyr at avstanden til Sola varierer litt i løpet av året. Atmosfæren består hovedsakelig av nitrogen (78 %) og oksygen (21 %). Den sprer sollyset og gjør himmelen blå om dagen. Over 70 % av overflaten er dekket av vann.

Jorda bruker litt mindre enn $365 \frac{1}{4}$ døgn på å gå rundt Sola. For at dette skal passe med kalenderen vår, som normalt har 365 dager, har vi skuddår. Et skuddår har 366 dager og settes inn hvert fjerde år. Dette gir fortsatt en liten feil, så en tilleggsregel sier at det ikke er skuddår på hele hundreår som ikke er delelig med 400. År 1900 var for eksempel ikke skuddår, mens år 2000 var det.



Diameter	12 756 km
Avstand fra Sola	ca. 147–152 millioner km
Rotasjonstid	23 t 56 min
Omløpstid rundt Sola	365,24 døgn
Overflatetemperatur	–88 til 58 °C

Årstider

Jorda står 23,5° på skrå i forhold til banen rundt Sola. Solhøyden vil derfor variere i løpet av året. Jo høyere Sola står på himmelen, desto lengre og varmere er dagen. Forskjellen er størst i nord og i sør, og minst rundt ekvator. På Nordpolen og Sørpolen står Sola på himmelen hele døgnet i sommerhalvåret. I vinterhalvåret er Sola helt borte. Ved ekvator står Sola alltid høyt på himmelen. Forskjellen på hvor høyt Sola står på himmelen i løpet av året, er større jo lenger nord og jo lenger sør vi kommer. Derfor blir forskjellen på årstidene større lenger vekk fra ekvator.

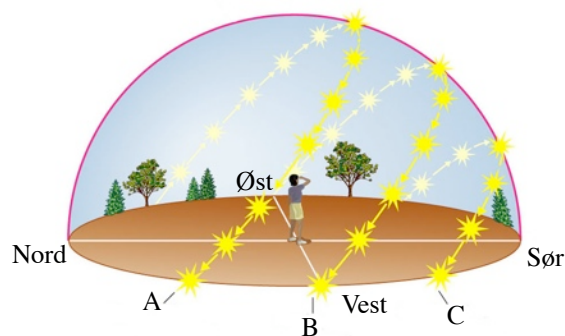
Dag og natt

Vi sier gjerne at Sola “står opp” og “går ned”. Men det er ikke Sola som går, det er Jorda som snurrer rundt. Den bruker 24 timer på å rotere én gang. Sola skinner på ei snurrende jord, derfor blir det dag og natt. Jordas rotasjon er også grunnen til at stjernene og planetene beveger seg over himmelen om natta.

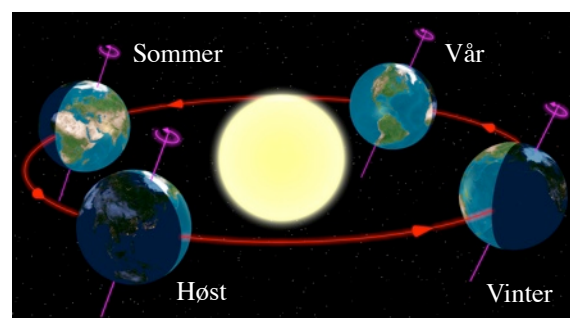
Månen

Alle planetene, unntatt Merkur og Venus, har måner. Jorda sin måne bruker 27,3 døgn på en runde. Månen har ingen atmosfære og er derfor kald. Den sender ikke ut eget lys. Lyset fra Månen er reflektert sollys. Når Månen står motsatt av Sola på himmelen, er hele forsiden opplyst og vi har fullmåne. Etter hvert som den beveger seg rundt Jorda, ser vi mindre og mindre deler av den belyste halvsiden – vi ser *faser*. Månefasene skyldes ikke at Jorda kaster skygge på Månen.

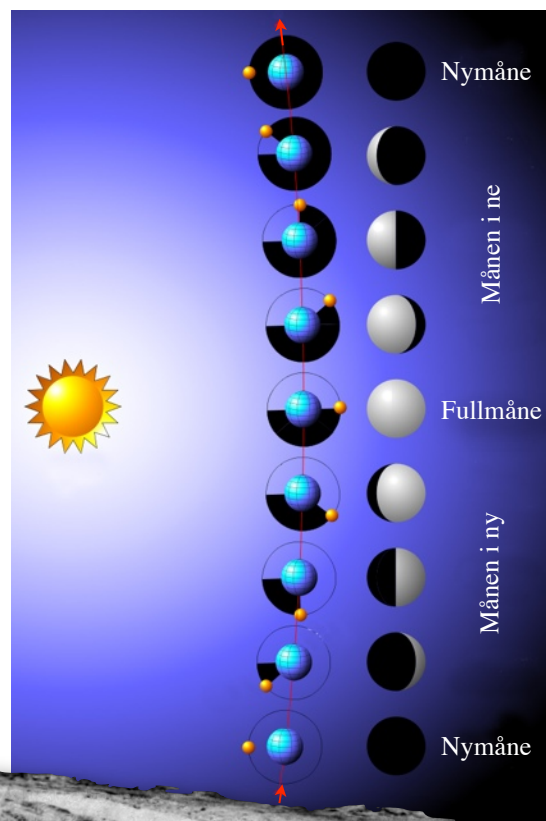
Månen bruker like lang tid på å snurre rundt sin egen akse som den bruker på en runde rundt Jorda. Derfor ser vi alltid samme halvdel av Månen. Ingen hadde sett baksiden før den russiske Luna 3-sonden fotograferte den i 1959. Alle kratrene på overflaten stammer fra kollisjoner med asteroider og kometer lang tid tilbake. Tidevannet på Jorda skyldes gravitasjonskraften fra Månen (og i mindre grad fra Sola).



Om sommeren (A) står Sola høyere på himmelen enn på våren/høsten (B) og vinteren (C)



Årstidene på den nordlige halvkule. På den sørlige halvkule er det motsatt.



Diameter	3475 km (0,27 x Jordas)
Avstand fra Jorda	363 300–405 500 km
Rotasjonstid	27,3 døgn
Omløpstid rundt Jorda	27,3 døgn
Overflatetemperatur	–233 til 123 °C



Jorda 

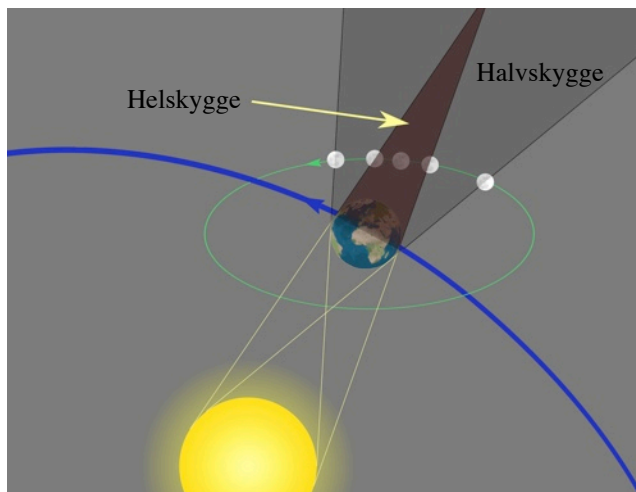
Størrelsene og avstanden mellom Jorda og Månen i korrekt forhold til hverandre

• Månen

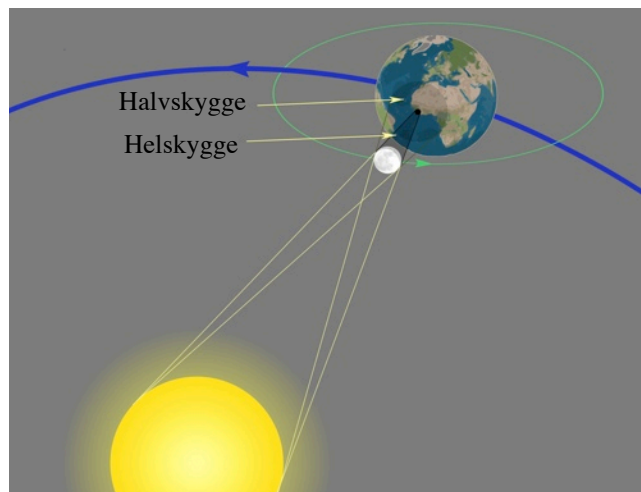
Formørkelser

Formørkelser inntreffer når Sola, Jorda og Månen ligger på linje. Hvis Månen kommer inn i skyggen fra Jorda, får vi en måneformørkelse. Dette skjer bare når det er fullmåne. Da forsvinner gradvis månelysen før det litt etter litt kommer tilbake igjen.

Solformørkelse betyr at Månen kommer mellom Jorda og Sola, slik at sollyset blir helt eller delvis borte. Når det skjer, vil vi se at den mørke måneskiven glir foran Sola. Enkelte ganger skygger Månen for hele solskiven. Da kan vi oppleve en total solformørkelse.



Hvis Månen kommer inn i Jordas helskygge, får vi en total måneformørkelse. Hvis den bare går gjennom halvskyggen, blir formørkelsen delvis.



Helskyggen fra Månen dekker kun et lite område på Jorda. Her blir det en total solformørkelse. Der halvskyggen treffer, er formørkelsen delvis.



Ved totale solformørkelser kan vi se den tynne ytre atmosfæren til Sola, kalt koronaen.



Når Månen "bommer" litt på Jordas helskygge, får vi en delvis måneformørkelse

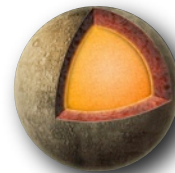
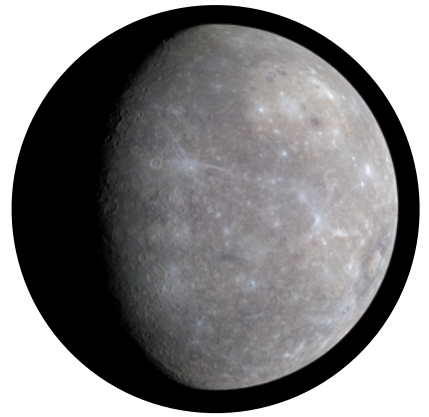
Merkur

Merkur er den innerste og minste av alle planetene. Den har så å si ingen atmosfære og heller ingen måner. Temperatursvingningene mellom dag og natt er hele 600 grader. Merkur roterer veldig sakte: Et soldøgn (tiden fra en soloppgang til den neste) varer hele 176 jorddøgn. Tiden planeten bruker rundt Sola (et Merkur-år) er ca. 88 jorddøgn. Et døgn på Merkur varer altså dobbelt så lenge som et Merkur-år.

Den indre kjernen består av jern, og skorpen er av stein. Overflaten er full av krater og minner mye om Månen. Banen rundt Sola er ganske avlang sammenlignet med de andre planetbanene.

Diameter	4880 km (0,38 x Jordas)
Avstand fra Sola *	46–70 millioner km (0,39 x Jordas)
Rotasjonstid	ca. 59 jorddøgn
Omløpstid rundt Sola	ca. 88 jorddøgn
Overflatetemperatur	–173 til 427 °C

* Siden planetbanene er ellipser, oppgis avstanden fra Sola som et intervall i tabellene. I parentes står den gjennomsnittlige avstanden målt i forhold til Jordas avstand.



Lille Merkur har en stor jernkjerne

Venus

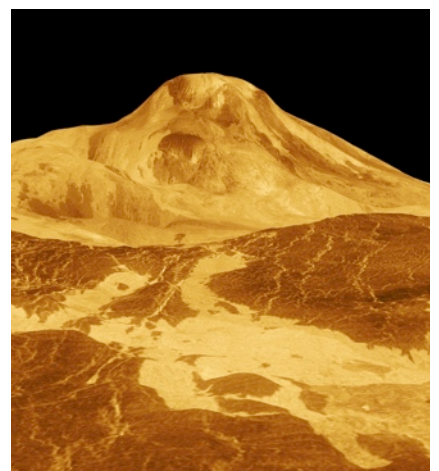
Venus kan vi se på himmelen enten om kvelden etter at Sola har gått ned, eller om morgenen før Sola står opp. Den skinner med et sterkt, gul-hvitt lys og er himmelens tredje klareste objekt, etter Sola og Månen.

Venus har en svært tett atmosfære av karbondioksid og skyer av giftig svovelsyre. Den tette atmosfæren gjør at trykket på planeten er 90 ganger større enn på jordoverflaten. Atmosfæren og skyene lager en sterk drivhuseffekt som gir en brennende gjennomsnittstemperatur på over 450 grader. Venus har ingen måner rundt seg.



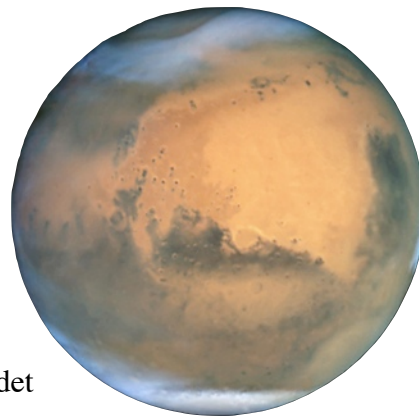
Radaren på romsonden Magellan klarte å trenge gjennom de tykke skylagene og avdekke overflaten. Til høyre sees den 8 km høye vulkanen Maat Mons.

Diameter	12 104 km (0,95 x Jordas)
Avstand fra Sola	107–109 millioner km (0,72 x Jordas)
Rotasjonstid	ca. 243 jorddøgn
Omløpstid rundt Sola	ca. 225 jorddøgn
Overflatetemperatur	ca. 460 °C



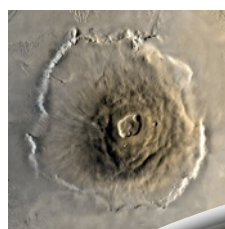
Mars

Mars har kallenavnet Den røde planet fordi den skinner med en rødlig farge på natthimmelen. Jorda på Mars inneholder jern, noe som ruster og gir planeten den rustrøde overflaten. Mars har en tynn atmosfære som for det meste består av karbondioksid, men også litt nitrogen, argon og oksygen. Temperaturforskjellen mellom dag og natt er over 100 grader. Ved polene har Mars iskapper av frosset vann og karbondioksid ("tørreis"). Det har antakelig vært flytende vann på planeten en gang i tiden. Romsonden Phoenix landet på Mars i mai 2008 og fant vann i isform etter noen uker.



Mars har det høyeste fjellet av alle planetene, vulkanfjellet Olympus Mons, som er hele 25 km høyt. Kjempekløfta Valles Marineris er over 5000 km lang og opptil 7 km dyp. Mars har to små måner, Phobos og Deimos.

Diameter	6794 km (0,53 x Jordas)
Avstand fra Sola	207–249 millioner km (1,52 x Jordas)
Rotasjonstid	24 t 37 min
Omløpstid rundt Sola	ca. 687 jorddøgn
Overflatetemperatur	–140 til 27 °C



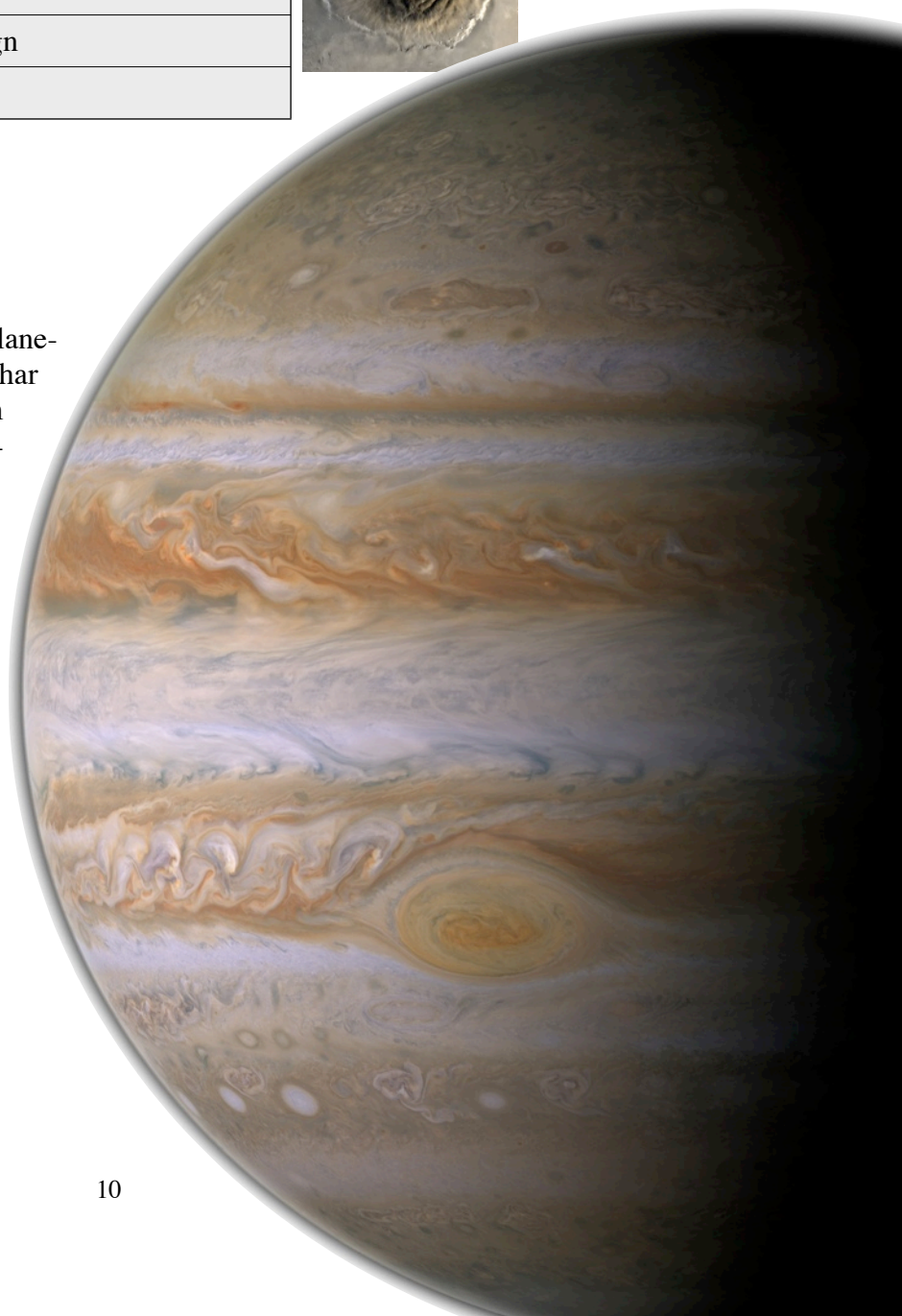
*Vulkanen
Olympus Mons*

Jupiter

Jupiter har mer masse enn alle de andre planetene til sammen. Den er en gassplanet og har en atmosfære av hydrogen og helium som gradvis går over til flytende hydrogen. Jupiter har derfor ingen fast overflate, noe de andre gassplanetene heller ikke har. Planeten har muligens en fast kjerne med tyngre grunnstoffer. Magnetfeltet er ca. 20 000 ganger sterkere enn på Jorda. På grunn av den sterke gravitasjonen tiltrekker den seg kometer og asteroider som ellers kunne ha truffet Jorda.



Jupiter og de fire største månene sett gjennom et lite teleskop

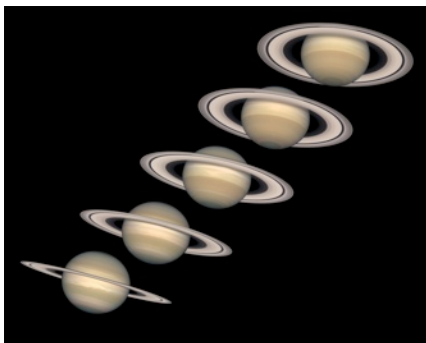




Jupiter har en stor rød flekk som beveger seg rundt på planeten. Flekken er en roterende storm som har eksistert i over 300 år. Jupiter har over 60 måner, og det oppdages stadig nye. De fire største månene, Io, Europa, Callisto og Ganymedes, ble oppdaget av Galileo Galilei i 1610. Den største, Ganymedes, er faktisk større enn planeten Merkur. De fire store månene kan sees som små lysprikker ved hjelp av en vanlig kikkert.

Diameter	142 984 km (11,2 x Jordas)
Avstand fra Sola	741–817 millioner km (5,20 x Jordas)
Rotasjonstid	9 t 55 min 30 sek
Omløpstid rundt Sola	ca. 11,9 jordår
Overflatetemperatur	–148 °C

Montasje: Den store røde flekken på Jupiter, pluss månene Io, Europa, Callisto og Ganymedes (ovenfra og ned)



Sett fra Jorda forandrer helningen på ringene seg fra år til år

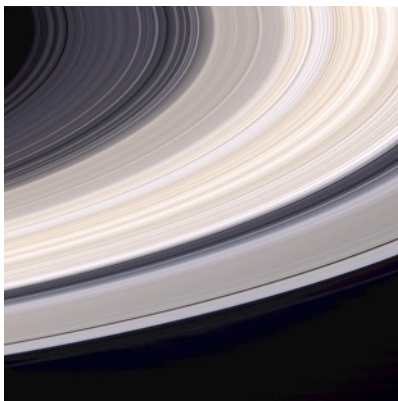
Saturn

Saturn er en gassplanet og har en atmosfære av hydrogen og helium. Som Jupiter har planeten et ytre lag av flytende hydrogen og antakelig en kjerne av is og stein. Saturn har den minste tettheten av alle planetene; faktisk vil planeten flyte dersom den ble lagt oppå et kjempestort hav. Den raske rotasjonen kombinert med den lave tettheten gjør at planeten blir flatttrykt.

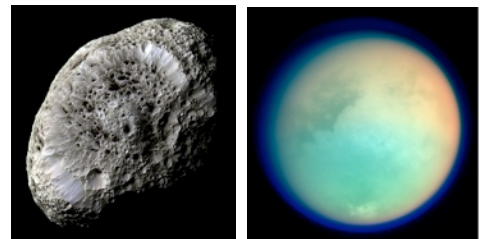
Rundt Saturn er det system av ringer som består av milliarder av is- og steinklumper. Noen klumper er store som biler, mens andre ikke er større enn et sandkorn. Diameteren til ringsystemet er ca. 250 000 km, mens tykkelsen bare er 1 km. Så langt vet vi om 61 måner i bane rundt Saturn. Med de nye romsondene vil det

sikkert bli oppdaget flere i tiden framover. Sonden Huygens landet på den største månen, Titan, i januar 2005. Titan er den eneste kjente månen i solsystemet med en tykk atmosfære.

Nærbilde av Saturns ringer



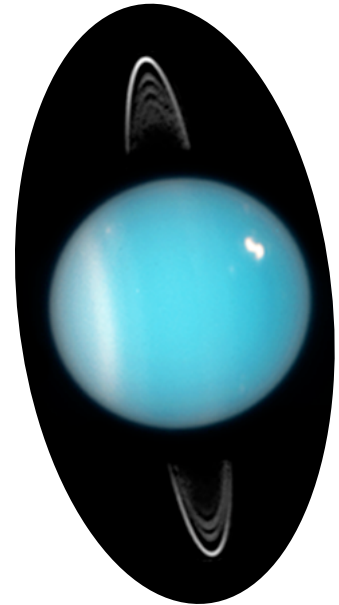
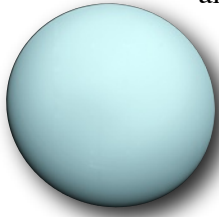
Månene Hyperion og Titan



Diameter	120 536 km (9,45 x Jordas)
Avstand fra Sola	1353–1514 millioner km (9,54 x Jordas)
Rotasjonstid	10 t 39 min 24 sek
Omløpstid rundt Sola	ca. 29,4 jordår
Overflatetemperatur	–148 °C

Uranus

Uranus er en gassplanet og ser ut som en grønnaktig skive gjennom et stort teleskop. Den ble oppdaget i 1781. Atmosfæren består av hydrogen og helium, og går gradvis over i en indre kappe av vann, metan og ammoniakk i isform. I sentrum finnes antakelig en steinkjerne. Uranus har en spesiell rotasjon – se bildet til høyre. Den ruller som en ball i sin bane rundt Sola, kanskje fordi den kolliderte med en annen planet en gang i fortiden. Uranus har et sett med lyssvake ringer som ble oppdaget i 1977. Planeten har minst 27 måner.



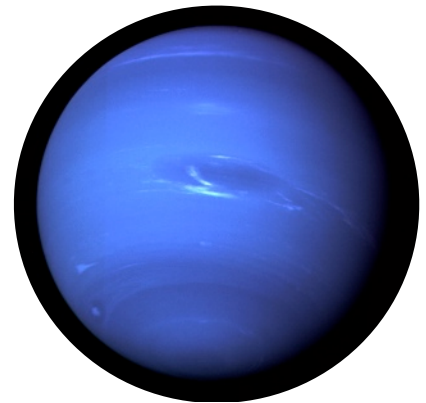
Med Hubble-teleskopet, spesielle fargefiltre og digital bildebehandling kan forskerne få fram planetens svake ringer og overflatetrekk

Diameter	51 118 km (4,01 x Jordas)
Avstand fra Sola	2741–3004 millioner km (19,2 x Jordas)
Rotasjonstid	17 t 14 min
Omløpstid rundt Sola	ca. 84 jordår
Overflatetemperatur	–216 °C

Neptun

Neptun er den ytterste av gassplanetene og ble oppdaget i 1846. Den ligner litt på Uranus når det gjelder oppbygning, men er litt mindre. Fargen er også mer blålig. Neptun har skyer av metaniskrystaller og i de øvre lagene av atmosfæren blåser det kraftige vinder. Hastigheter opp mot 2000 km/t er målt. Planeten har minst 13 måner og et svakt ringsystem.

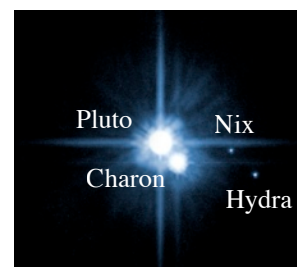
Diameter	49 528 km (3,88 x Jordas)
Avstand fra Sola	4445–4546 millioner km (30,1 x Jordas)
Rotasjonstid	16 t 7 min
Omløpstid rundt Sola	ca. 165 jordår
Overflatetemperatur	–214 °C

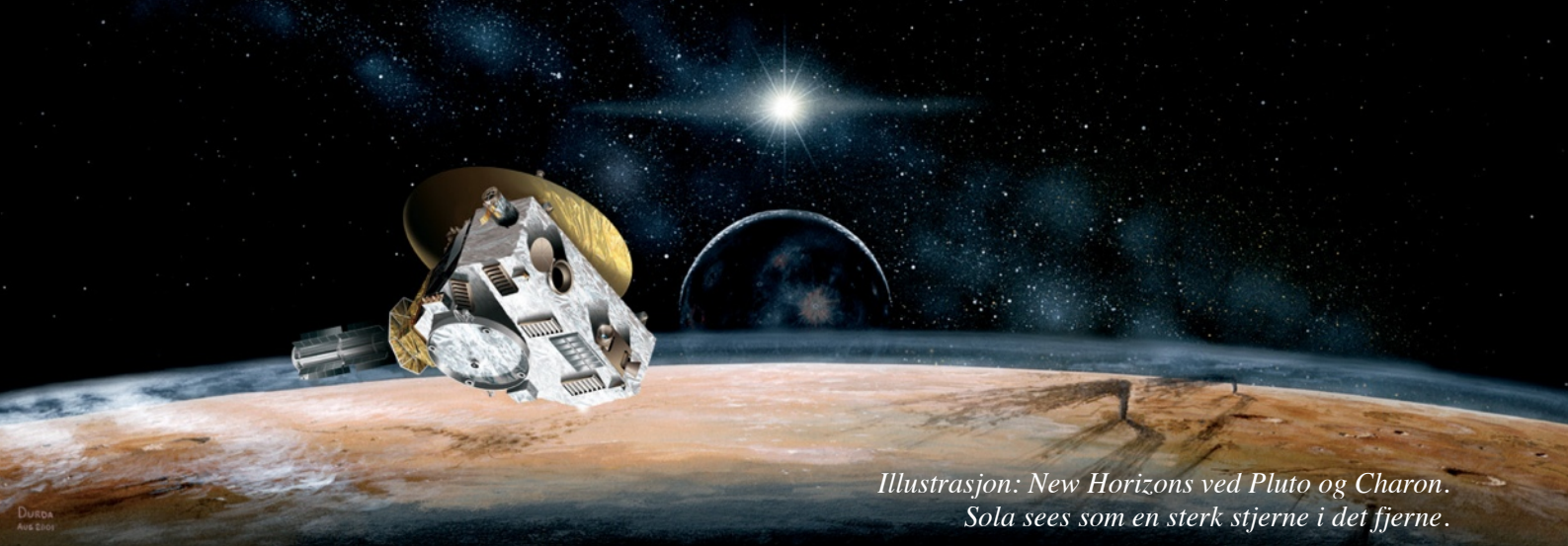


Pluto og andre dvergplaneter

Pluto ble oppdaget i 1930 og ble regnet som solsystemets ytterste planet helt til august 2006. Da vedtok Den internasjonale astronomiske union å innføre et nytt begrep, nemlig dvergplanet.

Pluto er mindre enn Månen. Den ligger i det ytre solsystem, i et område som kalles Kuiperbeltet. Pluto består sannsynligvis av is og stein. Den har en fast overflate, trolig av frosset nitrogen med vannis under. Banen til Pluto er veldig avlang. Pluto kretser rundt Sola liggende på siden,





Illustrasjon: New Horizons ved Pluto og Charon.
Sola sees som en sterk stjerne i det fjerne.

akkurat som Uranus. Månen Charon ble oppdaget i 1978, og i 2005 fant Hubble-teleskopet to nye måner, senere kalt Nix og Hydra. I 2006 ble romsonden New Horizons skutt opp. Den ventes å nå fram til den lille og kalde dvergplaneten i 2015.

De seneste årene har det blitt oppdaget mange små kloder i det ytre solsystem. Hvis dette hadde skjedd rundt oppdagelsen av Pluto, hadde de helt sikkert blitt kalt planeter. Den nye betegnelsen *dvergplanet* ble innført i 2006 for å ha en kategori å putte alle de nye, små og fjerne himmelobjektene i. Noen andre eksempler på dvergplaneter er Ceres (tidligere asteroide), Eris, Makemake og Haumea.

Astronomisk enhet

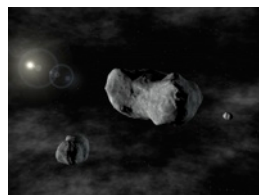
Når vi måler avstander innenfor vårt solsystem, bruker vi måleenheten *astronomisk enhet* (AE) i stedet for kilometer. Det er den gjennomsnittlige avstanden mellom Jorda og Sola. En AE er ca. 150 millioner km. Da kan vi lage denne tabellen for planetenes gjennomsnittlige avstander fra Sola:

Merkur	Venus	Jorda	Mars	Jupiter	Saturn	Uranus	Neptun
0,4 AE	0,7 AE	1 AE	1,5 AE	5,2 AE	9,5 AE	19,2 AE	30,1 AE

Dvergplanetene Pluto og Eris har gjennomsnittsavstander på 39,5 AE og 68 AE fra Sola. Selv om dette er store avstander, er det ikke mye sammenlignet med avstanden til Solas nærmeste nabo-stjerne, Proxima Centauri. Den ligger 270 000 AE unna.

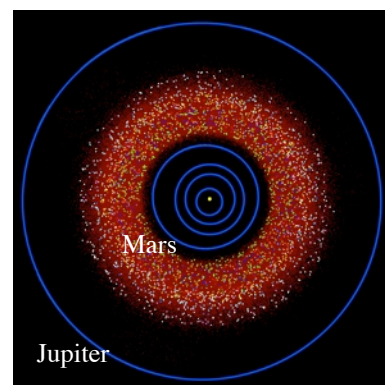
Asteroider

Mellom Mars og Jupiter er det et område med masse asteroider. Det kalles asteroidebeltet. Asteroidene er steiner som går rundt Sola på samme måte som planetene, men de er mye mindre. De største er noen hundre kilometer på tvers. Asteroidene klarer ikke å klumpe seg sammen til en planet på grunn av tyngdekraften fra Jupiter.

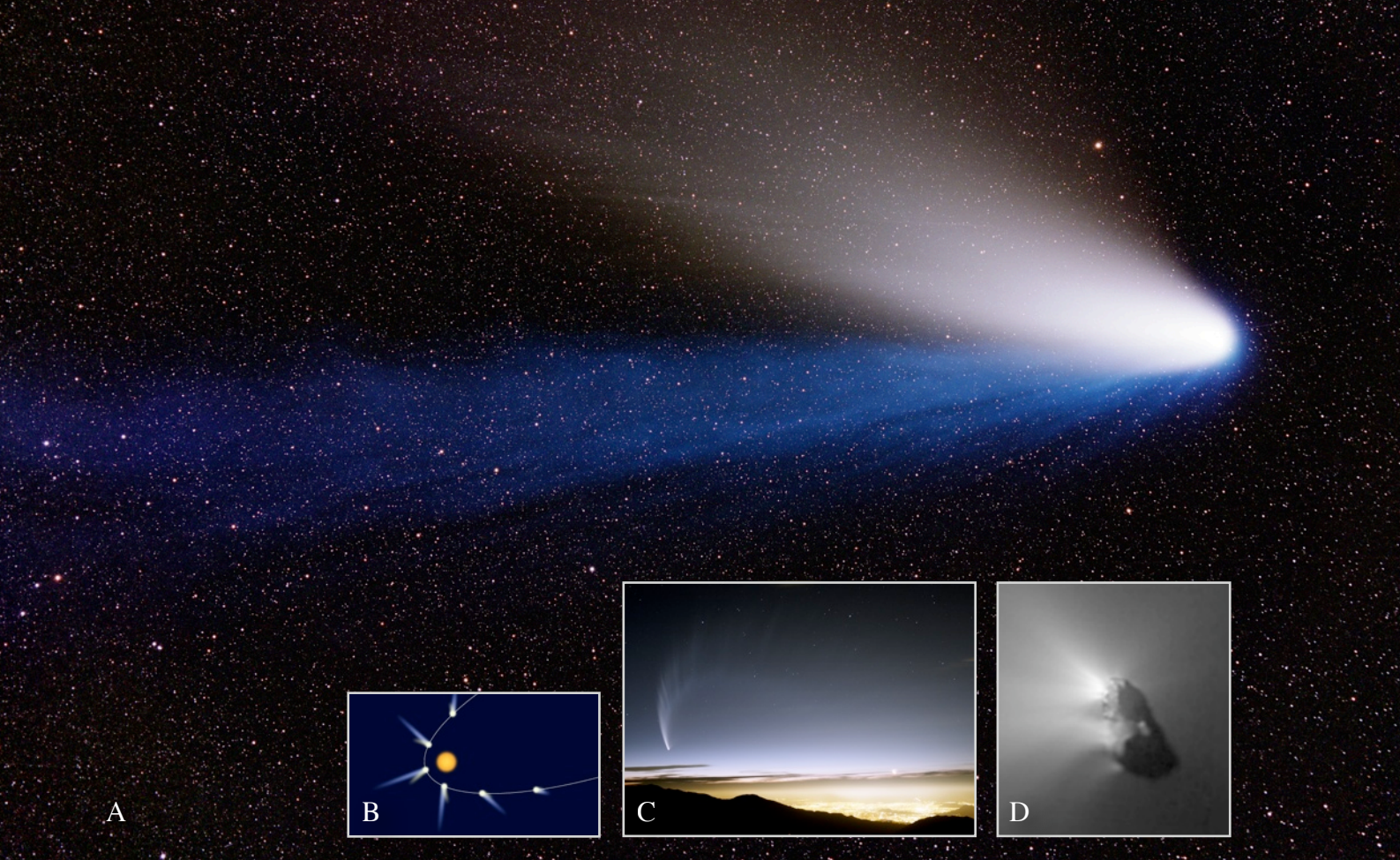


Av og til kommer en asteroide ut av kurs og treffer Jorda. Hvis den er stor nok, kan det bli en lokal eller global katastrofe på Jorda. I 2029 vil en 300 meter stor asteroide passere

meget nær Jorda, men ikke kollidere.



Asteroidbeltet ligger mellom banene til Mars og Jupiter



A) Komet Hale-Bopp i 1997. B) Komethalene vender bort fra Sola.
C) Komet McNaught i 2006. D) Kjernen til Halleys komet spruter ut gass (1986).

Kometer

Kometer består av vannis, stein, støv og frosne gasser. De beskrives som “skitne snøballer”. Noen forskere mener at mye av vannet på Jorda har kommet fra kometer. Kometene går i meget avlange ellipsebaner rundt Sola. Noen bruker noen få år på en runde, mens andre bruker tusenvis av år.

Når en komet nærmer seg Sola, blir den varmet opp. Vannis og frosne gasser fordamper og strømmes ut av kjernen sammen med støv og andre små partikler. Dette danner en gigantisk, men tynn atmosfære som vi kan observere. Strålingen fra Sola (både lys og partikler) gjør at det også dannes en hale, som hele tiden peker bort fra Sola. Enkelte ganger kan vi se to haler: Den ene kalles støvhale og den andre ione-hale. På tur bort fra Sola avkjøles kometkjernen, og halen og den tynne atmosfæren forsvinner.

Meteoroider, meteorer og meteoritter

Meteoroider er små partikler som finnes overalt i solsystemet. Størrelsen kan variere fra et mikroskopisk sandkorn til en stor steinblokk. De fleste har blitt dannet i ulike kollisjoner, for eksempel mellom asteroider.

Når en liten meteoroide fra rommet kommer inn i jordatmosfæren, brenner den opp og danner et lysspor. Dette kalles en *meteor* eller et stjerneskudd. Stjerneskuddene vi ser på kveldshimmelen skyldes som regel støvpartikler ikke større enn et sandkorn! Hvis partikkelen ikke brenner helt opp, faller den ned på bakken som en *meteoritt*. Hver eneste dag blir Jorda tilført flere hundre tonn med slikt kosmisk materiale. Heldigvis er det sjelden at store meteoritter faller ned.



Kraftig meteor fra meteorsvermen Leonidene i november 1999

For rundt 65 millioner år siden slo en ca. 10 km stor asteroide eller komet ned på Yucatan-halvøya i Mexico. Det medførte en global katastrofe, der de fleste dyrene på Jorda forsvant. Dinosaurerne var blant dem.

Barringer-krateret i Arizona i USA er 1,2 km i diameter og ca. 50 000 år gammelt. Meteoritten som traff, var omtrent 50 meter i diameter.

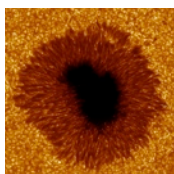


Sola

Sola er en stjerne, akkurat som alle de andre stjernene vi ser på natthimmelen. Den består for det meste av hydrogen og helium. I sentrum er det så stort trykk og så høy temperatur (ca. 15 millioner grader) at atomkjerner av hydrogen “smelter sammen” til heliumkjerner. Denne kjernereaksjonen kalles fusjon. I denne prosessen blir det frigjort masse energi i form av partikler og stråling. Synlig lys, varmestråling og ultrafiolette stråler er en del av denne energien.

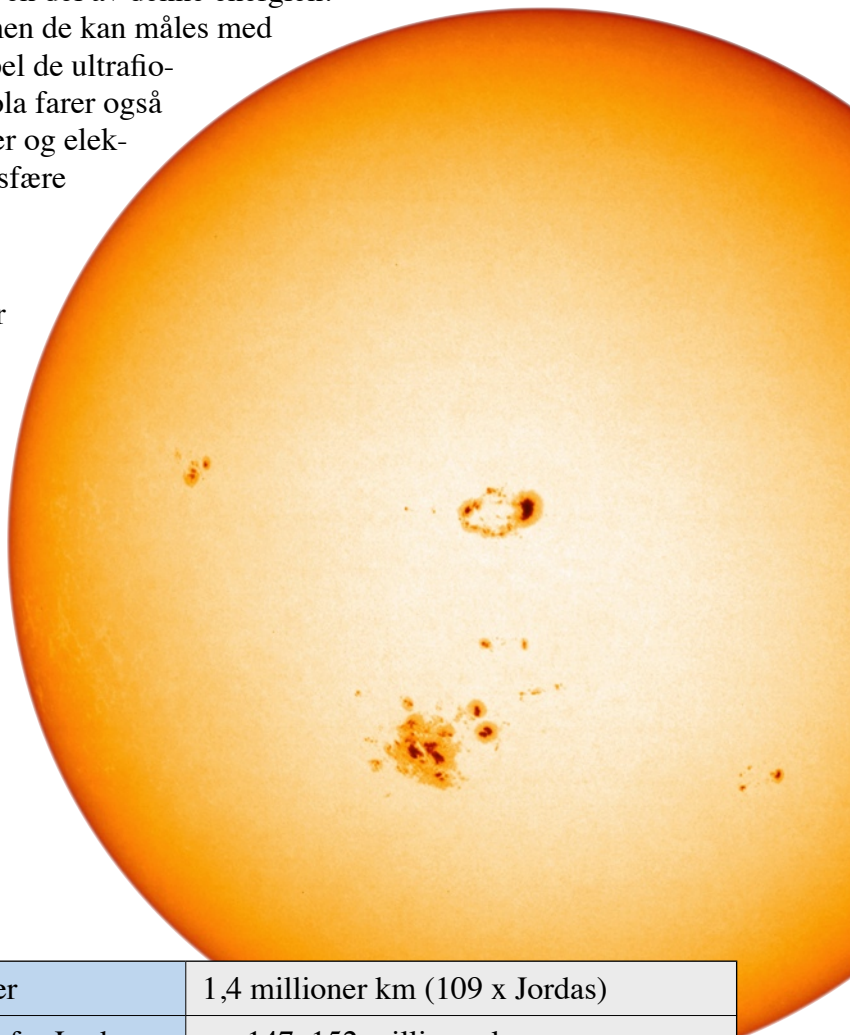
Andre stråler kan vi ikke se eller kjenne, men de kan måles med instrumenter. Noen av strålene, for eksempel de ultrafiolette, er farlige for planter og dyr. Ut fra Sola farer også en strøm av partikler, for det meste protoner og elektroner. Dette kalles solvinden. Jordas atmosfære og magnetfelt beskytter alt levende.

Sola er sentrum for solsystemet vårt og grunnlaget for alt livet her på Jorda. Den er knapt 5 milliarder år gammel, og brenselet (altså hydrogenet) forventes å holde 4–5 milliarder år til. På soloverflaten kan vi ofte se mørke flekker. Disse solflekkenes er områder med spesielt sterkt magnetfelt. De ser sorte ut fordi temperaturen er lavere enn resten av overflaten.



Nærbilde av en solfleck

Solstorm fotografert i ultrafiolett lys av SOHO-satellitten



Diameter	1,4 millioner km (109 x Jordas)
Avstand fra Jorda	ca. 147–152 millioner km
Rotasjonstid	25,4 jorddøgn
Overflatetemperatur	ca. 5500 °C
Kjernetemperatur	ca. 15 millioner °C
Effekt	385 millioner milliarder milliarder watt

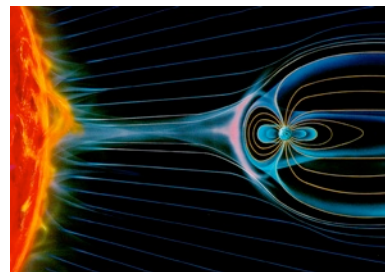


Over: nordlys
Til høyre: sørlys over Antarktis

Polarlys

Polarlys kalles nordlys i nord og sørlys i sør. Det oppstår når det er stor aktivitet på Sola. Ulike former for solstormer slynger ladde partikler (protoner og elektroner) ut i rommet. Denne solvinden kommer fram til Jorda etter to–tre dager, fanges inn av Jordas magnetfelt og ledes mot polene. Når partiklene kolliderer med molekylene i jordatmosfæren, dannes det polarlys. Vanligvis har polarlyset en gul-grønn farge, men det kan også ha rødt og blått i seg.

I Norge er nordlyset sterkest i Nord-Norge, men etter kraftige solstormer kan det av og til sees i hele landet. Det er forskningsstasjoner for nordlys i Troms og på Svalbard. Nordmannen Kristian Birkeland kom med den første realistiske teorien om nordlys i 1896. Han klarte til og med å lage kunstig nordlys i laboratoriet sitt.

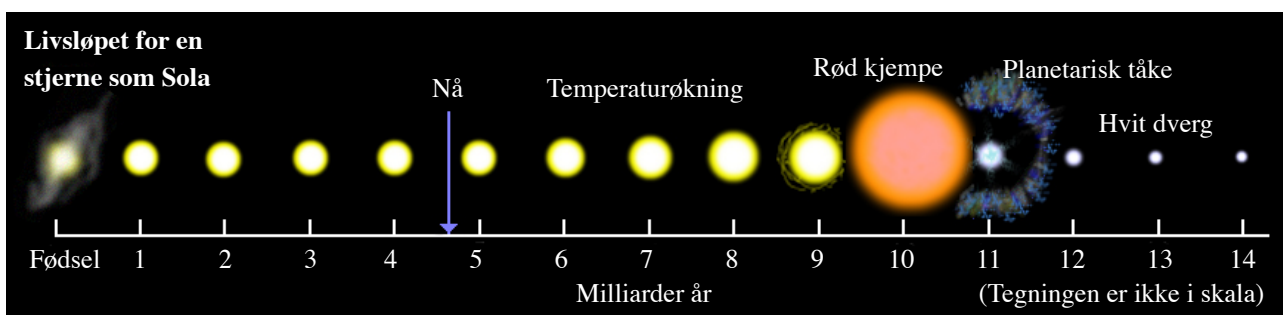


Stjerner

Stjerner er massive gasskuler som produserer energi ved hjelp av fusjon. Fusjonsprosesser i sentrum frigjør enorme mengder energi som balanserer gravitasjonskreftene som prøver å presse stjernen sammen. Avstandene til stjernene er svært store, derfor ser de ut som små lysprikker selv i store teleskoper. Stjernene kommer i mange typer og størrelser: små, store, kalde, varme, røde, gule, blå, unge, gamle, stabile, variable og så videre. Forskjellen i farge skyldes at stjernene har ulik overflate-temperatur. Blå og hvite stjerner er varmere enn gule og røde.

Stjernenes fødsel og død

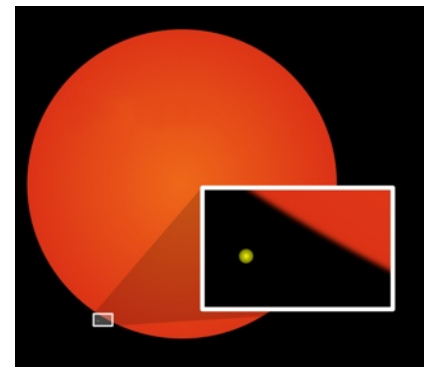
I verdensrommet finnes det områder med skyer av hydrogen- og heliumgass. Hvis konsentrasjonen er stor nok, kan en gassky begynne å trekke seg sammen på grunn av sin egen gravitasjon. Gravitasjonen vil øke etterhvert som skyen blir tettere, og prosessen går raskere og raskere. Temperaturen i sentrum av skyen stiger, og massen roterer raskere. Når trykket og temperaturen er høy nok, starter kjernereaksjonen som omdanner hydrogen til helium. En ny stjerne er født.





A) Gasskyer der stjerner fødes. B) Kattøyetåken: planetarisk tåke. C) Krabbetåken: gassrestene etter en supernova fra år 1054.

Vårt solsystem er 4,6 milliarder år gammelt. Om ca. 5 milliarder år vil Sola ha brukt opp hydrogenet i kjernereaksjonene. Da vil den først ese ut til en *rød kjempe* og sluke Merkur, Venus og antakelig også Jorda. Sola vil kaste av seg gass og miste masse. Gasslagene som er støtt vekk, vil danne en *planetarisk tåke*. Den gjenværende, varme kjernen er på størrelse med Jorda og kalles en *hvit dverg*. Den vil gradvis kjøles ned og slokne over de neste milliarder år. Et slikt livsløp er vanlig for stjerner med relativt lav masse.



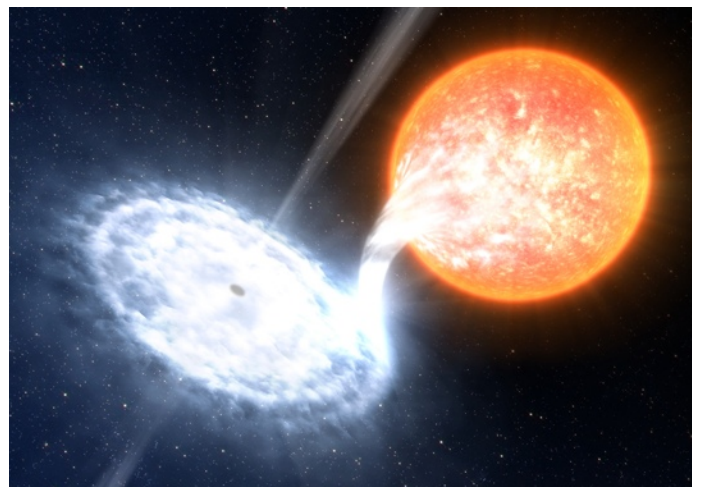
Som rød kjempe vil Sola bli 250 ganger større enn nå (gul prikk)

Tunge stjerner har en mer voldsom død. I rød kjempe-fasen fortsetter de å danne nye, tyngre grunnstoffer ved fusjon, blant annet karbon, neon, oksygen, silisium og så videre. Når man kommer til jern, frigir ikke lenger fusjonsprosessen energi. Det finnes dermed ingen krefter som virker utover, mot gravitasjonen. Resultatet er at selve kjernen kollapser og trykkes sammen på et tusendels sekund, mens de ytre lagene blåses utover i en kjempeeksplosjon og lager en stjernetåke. Dette kalles en supernova. Kjernen kan enten bli en *nøytronstjerne* eller et *sort hull*. Når stjerner dør, sprer de nyproduserte, tyngre grunnstoffer ut i verdensrommet. Det er disse grunnstoffene Jorda, fjellene, trærne og menneskene er bygd opp av. "Vi er alle stjernestøv."

Nøytronstjerner og sorte hull

En nøytronstjerne består av nøytroner og er det tetteste objekt vi kjenner til. Den er kun ca. 10–20 km i diameter, men kan inneholde like mye masse som to soler. Bare én teskje med slikt materiale ville veie like mye som alle menneskene på Jorda til sammen! I midten av Krabbetåken (se bildet øverst) finnes en roterende nøytronstjerne.

Et sort hull er ikke et hull i ordets rette forstand. Det er et uhyre tett objekt, der gravitasjonskraften er så stor at selv ikke lys kan unnsnippe. Vi kan derfor ikke se et sort hull, bare observere effektene det har på ting rundt seg. Gass som går i spiralbaner inn mot et sort hull, sender for eksempel ut stråling som vi kan fange opp med røntgenteleskoper i bane rundt Jorda.



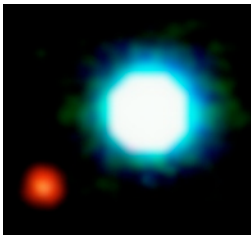
Tegningen viser et sort hull som suger til seg gass fra en nabostjerne

Planeter i andre solsystem

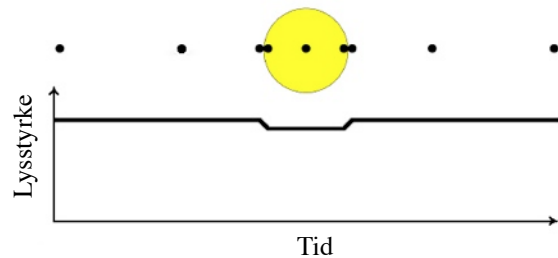
Et solsystem er ei sol (stjerne) med planeter rundt. Planeter rundt andre stjerner kalles *eksoplaneter*. Det er svært vanskelig å fotografere slike planeter direkte, fordi stjernen de kretser rundt lyser så ekstremt mye sterkere. Derfor har astronomene andre teknikker for å avsløre dem.

I 1995 ble det for første gang funnet en planet utenfor solsystemet vårt. Den ble oppdaget ved å studere posisjonen til stjernen som planeten kretset rundt: Tyngdekraften fra planeten fikk nemlig stjernen til å bevege seg ørlite frem og tilbake. En annen måte å finne eksoplaneter på, er å observere lyset fra stjerner. Hvis en planet passerer foran en stjerne, vil lyset bli lite grann svakere.

I dag kjenner vi til flere hundre eksoplaneter. Med avanserte teleskoper og digital bildebehandling kan vi nå også avbilde enkelte av dem direkte.



Verdens første bilde av en eksoplanet. Planeten (rød) kretser rundt en såkalt brun dvergstjerne (hvit).



Lysår

Når vi skal måle avstander mellom stjerner og galakser, bruker vi lysår som måleenhet. Et lysår er den avstanden lyset går i løpet av et år. Farten til lys er 300 000 km per sekund. Det betyr at et lysår blir: $300\,000 \text{ km/s} \times 60 \text{ s/min} \times 60 \text{ min/t} \times 24 \text{ t/døgn} \times 365 \text{ døgn} \approx 9,5 \times 10^{12} \text{ km} = 9,5 \text{ billioner km}$.

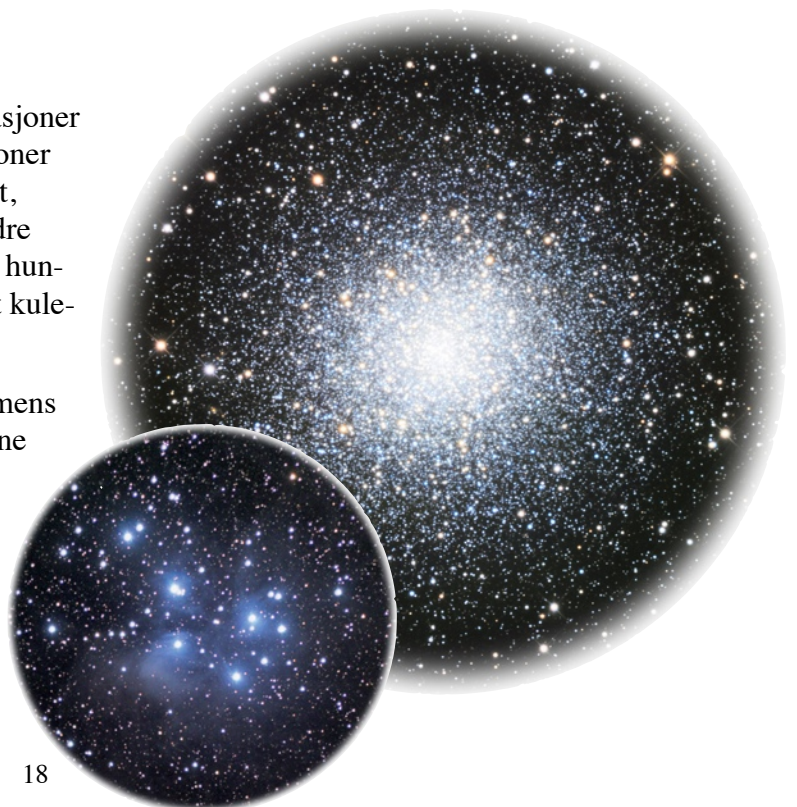
Våre nærmeste nabostjerner er de tre Centauri-stjernene, som ligger litt over 4 lysår borte. Det betyr at det lyset vi ser, er litt over fire år gammelt. Vår nærmeste galakse, Andromedagalaksen, ligger 2,5 millioner lysår fra vår galakse, Melkeveien. Lyset vi ser i dag ble altså sendt ut for 2,5 millioner år siden. Jo større avstandene blir, desto lenger bakover i tid ser vi. De fjerneste objektene astronomene har observert, ligger ca. 13 milliarder lysår unna.

Stjernehoper

Stjernehoper er mer eller mindre tette konsentrasjoner av stjerner, med alt fra noen titalls til flere millioner enkeltstjerner. Åpne hoper er relativt løst bundet, gravitasjonsmessig sett, og har opptil noen hundre medlemmer. Kulehopene er tettere bundet, med hundretusener eller millioner av stjerner innenfor et kule rundt område.

Pleiadene i stjernebildet Tyren er en åpen hop, mens M13 i Herkules er en kulehop. Alle stjernehopene vi ser på himmelen tilhører vår egen galakse.

Pleiadene (nederst) ligger ca. 440 lysår unna Jorda. Avstanden til M13 er ca. 25 000 lysår.



Galakser

Galakser er enorme frittsevendende stjernesystemer som består av gass, støv, milliarder av stjerner og gjerne et gigantisk sort hull i sentrum. Sola er en av de ca. 200 milliarder stjerner vår egen galakse, Melkeveien, inneholder. Melkeveien er en spiralgalakse. Disse ligner en diskos, med en utbulning i sentrum og lysende spiralarmer med stjerner og gass som strekker seg ut mot kanten. Siden vi befinner oss inni galaksen, ser vi den som et svakt bånd over himmelen på en mørk og klar natt. Melkeveien er ca. 100 000 lysår i diameter, og vårt solsystem ligger ca. 26 000 lysår fra sentrum. Med denne avstanden bruker vi omtrent 240 millioner år på et galaktisk omløp.



Melkeveien på natthimmelen, samt en modell av galaksen vår, sett utenfra.

I tillegg til spiralgalaksene, har vi to andre hovedtyper: elliptiske galakser, som er eggformede stjernesystemer uten andre tydelige kjennetegn, og irregulære galakser, som ikke har noen spesiell form. Galaksene er ikke jevnt fordelt i verdensrommet. De fleste er samlet i galaksehoper. Av og til kan galakser kolliderere. Astronomene mener at Melkeveien vil kolliderere med Andromedagalaksen en gang i framtiden.



Fra venstre: spiralgalakse sett "ovenfra", elliptisk galakse og irregulær galakse

I sentrum av galaksene finnes gjerne et supermassivt sort hull. Melkeveien har et sort hull med masse tilsvarende ca. 4 millioner soler. I tillegg finnes det mindre sorte hull spredt rundt i galaksene. Disse er rester etter døde stjerner (se kapittelet om stjerner på side 16–17). Det finnes millioner av galakser i universet, hver med mange milliarder stjerner. Det er flere stjerner i universet enn det er sandkorn på alle Jordas strender og ørkener til sammen.

Andromedagalaksen





Big Bang

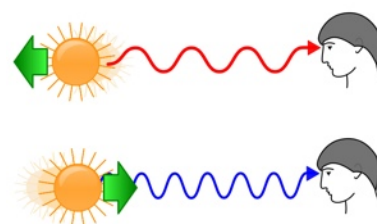
I 1929 oppdaget Edwin Hubble at fjerne galakser beveger seg bort fra oss. Og jo lenger unna de er, desto større er hastigheten. Dette kan tolkes som at vi befinner oss i universets sentrum, men det er feil. Galaksene, inkludert vår egen, beveger seg også bort fra hverandre, akkurat som avstanden mellom alle rosinene i en gjærdeig blir større når den heves. Det er altså rommet selv som vokser. Hvis universet utvider seg i dag, så må det kanskje ha vært uendelig lite og tettpakket i begynnelsen. Dette er bakgrunnen for teorien om Big Bang.

Big Bang-teorien er innviklet, men enkelt fortalt sier den at universet – det vil si *materien, rommet og tiden!* – ble til i en eksplosjonsartet begivenhet ved ubegripelig høye tettheter og temperaturer for rundt 13,7 milliarder år tilbake. Velkjente partikler som protoner, nøytroner og elektroner var dannet bare et par sekunder etter Big Bang. Temperaturen var da flere milliarder grader. Etter noen minutter hadde universet kjølnet til én milliard grader, slik at protoner og nøytroner kunne smelte sammen til stabile atomkjerner av hydrogen og helium. Etter ca. 400 000 år fanget atomkjernene inn de negativt ladde elektronene og dannet de første grunnstoffene: hydrogen og helium. Gravitasjonen gjorde videre at partikler tiltrakk seg hverandre og etter hvert dannet stjerner og galakser. Fortsatt utgjør hydrogen og helium 99 % av all materie i universet. De andre (tyngre) stoffene blir produsert ved fusjon i stjernenes indre.

Teorien har kommet med en rekke forutsigelser, som senere har blitt bekreftet ved observasjoner. Det er ennå mye astronomene ikke forstår, men Big Bang-teorien er den beste teorien vi har i dag for universets skapelse og utvikling.



Hubble ved teleskopet



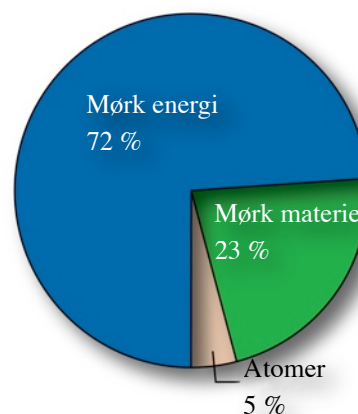
Lyset fra et objekt som beveger seg bort fra oss, blir strukket mot lengre/rødere bølgelengder. Det var dette Hubble observerte hos galaksene.

Mørk materie og mørk energi

Flere ulike astronomiske observasjoner tyder på at vanlig materie, altså stoff oppbygd av de kjente atomer og elementærpartikler, bare står for ca. 5 % av alt som finnes i universet. Resten utgjøres av såkalt mørk materie og mørk energi.

I de senere år har astronomene oppdaget at universet utvider seg raskere og raskere. Utvidelsen *akselererer*, og en eller annen form for energi må stå bak dette. I mangel på noe bedre, kaller vi det for mørk energi. Astronomene har de siste tiårene også kommet over ting som opplagt utøver gravitasjonskraft, men som er helt usynlig for alle deres avanserte teleskoper og detektorer. Man vet at det helt sikkert må være “noe” der, fordi man observerer gravitasjonseffekten det har på omgivelsene. Dette kalles for mørk materie.

Hva mørk materie og mørk energi egentlig er, er kanskje naturvitenskapens aller største mysterium for tiden.



Astronomiens historie

Sola, Månen, de synlige planetene og stjernehimmlen ble studert i gamle kulturer i for eksempel Mesopotamia, Kina, Egypt og Amerika. Det ble laget kalendere og beregninger for forskjellige hendelser som solverv og månefaser. Såing i jorda, rituelle seremonier og andre menneskelige aktiviteter ble bestemt ut fra det som skjedde på himmelen.

Den gangen ble egne observasjoner blandet med gudelære. Sola, planeter, stjerner eller stjernebilder hadde guder eller var guder som bestemte det som skjedde på Jorda. Derfor ble det bygd pyramider og ofret til ære for gudene. I Mesopotamia satte babylonerne navn på stjernebilder, altså stjerner som sett fra Jorda dannet spesielle mønstre. Dyrekretsen var spesielt viktig. Det er tolv stjernebilder som de mente var boliger for gudene for Sola, Månen og planetene.

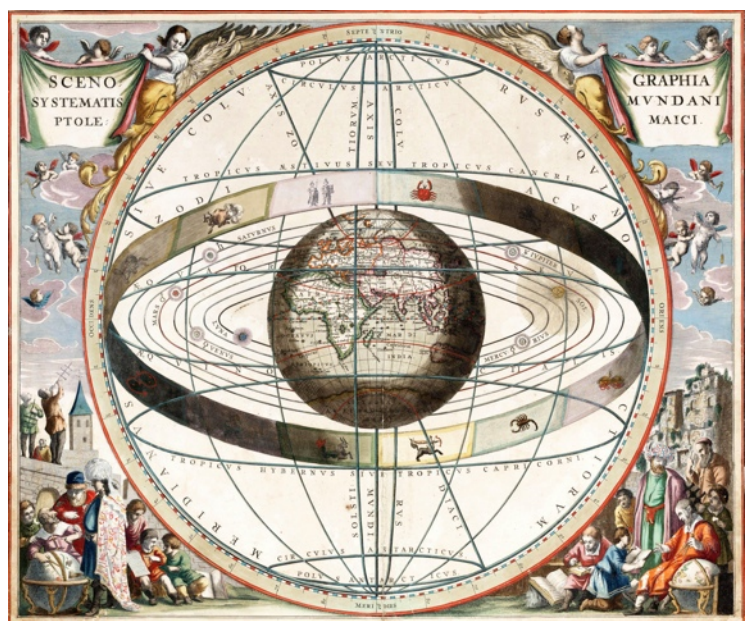


Den egyptiske himmelguden Nut bøyer seg beskyttende over Jorda og dens innbyggere

Allerede noen hundre år før Kristus funderte enkelte greske filosofer på om Jorda virkelig var sentrum i universet. **Aristarkhos** (ca. 310–250 f.Kr.) så for seg at Sola sto i sentrum, og at alle planetene, også Jorda, gikk i sirkelbaner rundt den. En slik modell kalles *heliosentrisk* (solsentrert). Aristarkhos hadde også rett i at Jorda rotrerte rundt sin akse én gang per døgn og at Månen gikk i bane rundt Jorda. **Eratothenes** (ca. 276–194 f.Kr.) var leder for biblioteket i Alexandria i Egypt. Han antok at Jorda var rund, og regnet ut omkretsen ved hjelp av geometriske metoder. Resultatet var overraskende nøyaktig.

Teoriene til Aristarkhos og Eratothenes ble glemt i Europa. Læren til den store greske filosofen **Aristoteles** (384–322 f.Kr.) var mer populær. Aristoteles mente at Jorda sto helt stille og at alt i universet gikk rundt den. Den greske filosofen **Ptolemaios** (ca. 100–170 e.Kr.) lagde senere en detaljert modell for himmelen, basert på Aristoteles sine tanker. Modeller der Jorda er i sentrum kalles gjerne *geosentriske* (jordsentrerte). Sola, Månen og de fem kjente planetene var festet på forskjellige himmelhvelvinger og gikk i sirkler rundt Jorda. Planetene gikk i tillegg rundt i små sirkler på den store sirkelen. Alle stjernene var festet på den ytterste himmelsfæren. Selv om modellen var gal, forklarte den planetenes bevegelser på himmelen ganske godt. Hvis datidens observatører hadde klart å gjøre mer nøyaktige observasjoner, ville de sett at teorien ikke stemte.

Læren til Aristoteles og Ptolemaios om at Jorda var sentrum i universet, passet kirken veldig godt. Og det var farlig å mene noe annet enn det kirken sa. Men i 1543 kom den polske astronomen **Nikolaus Kopernikus** (1473–1543) med en teori som støttet de 1800 år gamle ideene til Aristarkhos. Han satte Sola i sentrum og sa at Jorda og de andre planetene gikk i sirkelbaner rundt den. Månen gikk i bane rundt Jorda.



Ptolemaios sin geosentriske modell for universet

Verket til Kopernikus ble satt på listen over forbudte bøker av kirken, og den stod der til 1835.

Johannes Kepler (1571–1630) prøvde å få de nøyaktige planetposisjonene til den danske astronomen Tycho Brahe til å passe med Kopernikus' modell. Etter mange år fant han ut at modellen stemte dersom banene til planetene var ellipser, det vil si avlange sirkler. Kepler oppdaget også at planetene hadde størst fart når de var nærmest Sola. Han laget formelen som viser sammenhengen mellom planetenes omløpstid og avstand til Sola: $a^2 = P^3$, der a står for avstanden til Sola og P betyr periode, det vil si tiden for en runde rundt Sola. Kepler ble bannlyst av den lutherske kirken og ble flyktning på grunn av sine teorier.

Galileo Galilei (1564–1642) var den første som studerte himmelen ved hjelp av et teleskop. Det var en tysk-hollansk linsemaker som sto bak oppfinnelsen av teleskopet, men Galilei var den første som brukte det til å undersøke himmelen. Han så blant annet fire måner som gikk rundt Jupiter, kratre og fjell på Månen, Venus sine faser og mørke flekker på Sola. Ut fra observasjonene sine forstod Galilei at Jorda bare var en av mange planeter i bane rundt Sola. Han ble dømt for kjetteri og tvunget til å fornekte den heliosentriske universmodellen til Kopernikus. Han fikk husarrest de siste årene av livet.

Galilei regnes også som den første som foretok vitenskapelige observasjoner og eksperimenter. Han testet sine teorier grundig, og stolte ikke på den gamle læren til Aristoteles og kirken.

Isaac Newton (1642–1727) var et geni i matematikk og fysikk og ble professor i matematikk i Cambridge. I studietiden leste han ivrig om teoriene til Kopernikus, Galilei og Kepler. Newton utledet den generelle gravitasjonsloven, som beskriver hvordan legemer med masse virker på hverandre. Jo større masse et legeme har, desto større tyngdekraft vil virke på andre legemer. Sola holder på planetene ved hjelp av sin tyngdekraft, og Jorda holder på Månen ved hjelp av tyngdekraften. Men Månen virker også på Jorda; det er den som lager flo og fjære. En historie sier at Newton fikk ideen om gravitasjon da han satt under et epletre og fikk et eple i hodet.

Bortsett fra gravitasjonsloven er Newton spesielt kjent for sine tre bevegelseslover:

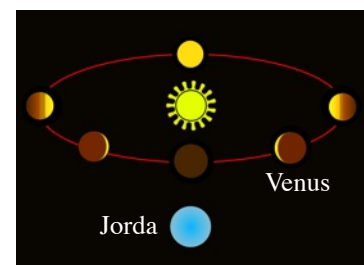
1. Treghetsloven til Newton sier at et legeme i fart vil fortsette i rett linje i samme fart hvis det ikke virker noen ytre krefter på det.
2. Kraftloven: $F = m a$, sier at et legeme med masse m trenger en kraft F for å få en akselerasjon med verdi a . Det betyr at F må være større hvis massen er større, eller hvis akselerasjonen er større.



Figur fra Kopernikus' bok "De revolutionibus orbium coelestium" (1543). Terra = Jorda.



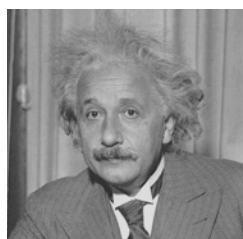
1609: Galilei viser fram sitt teleskop for Venezias ledere på Markusplassen



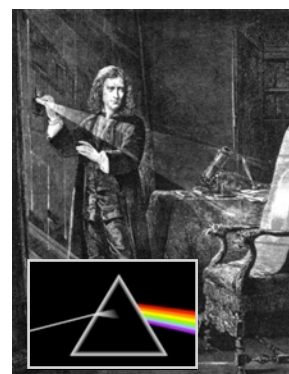
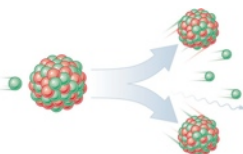
Galilei så faser på Venus. Det kunne forklares ved at Sola sto i midten.

3. Reaksjonsloven sier at hvis et legeme X virker med en kraft på et annet legeme Y , så vil Y virke tilbake på X med samme kraft.

Newton studerte også optikk og lys. Han oppdaget at hvitt lys var satt sammen av alle regnbuens farger. Han brukte et prisme for å bryte lyset og lage et fargespekter. Lys var partikler i bevegelse, mente han. Newton utviklet dessuten et teleskop som brukte krumme speil i stedet for linser.



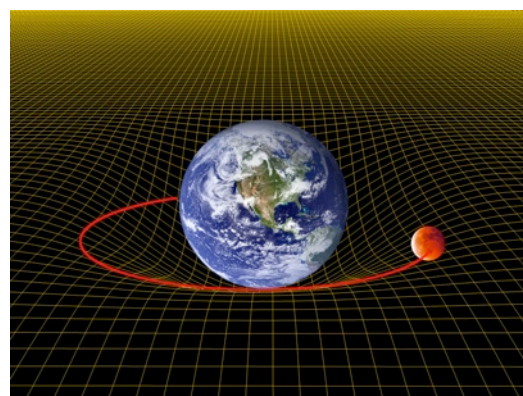
Albert Einstein (1879–1955) er mest kjent for relativitetsteorien og den berømte formelen $E=mc^2$. Formelen viser den nære og enkle sammenhengen mellom masse (m) og energi (E). Konstanten c står for lyshastigheten. I kjerneprosessen *fisjon* splittes tunge atomkjerne opp i lettere kjerner. Summen av massen til sluttproduktene er mindre enn massen til atomkjernen som blir spaltet. Det er denne masseforskjellen som omgjøres til energi etter likningen $E=mc^2$. Siden lyshastigheten i andre potens er et meget stort tall, skal det bare små mengder stoff for å frigi enorme mengder energi. Dette var det teoretiske utgangspunktet for atombombene som ble lagd under 2. verdenskrig.



Newton gjør forsøk med lysbrytning

I den *spesielle relativitetsteorien* kom Einstein med en del påstander som syntes å stride mot sunn fornuft: Tiden er ikke konstant, heller ikke massen og lengden til et objekt. Alt avhenger av hvordan observatøren beveger seg i forhold til objektet som studeres. Hvis vi reiser på en tur i rommet med veldig stor fart, vil klokken på romskipet gå saktere enn de som er på Jorda. Alt er relativt, unntatt lyshastigheten – den er konstant.

Den *generelle relativitetsteorien* gav oss et helt nytt syn på gravitasjonen. Einstein så ikke på gravitasjonen som en kraft, slik som Newton. Han mente den var et resultat av at rommet bøye eller krummet seg nær massive objekter. Både rommet og tiden beskrives på en geometrisk måte, og begge deformeres/forvrenses i nærheten av masse eller energi (husk at masse og energi er to sider av samme sak: $E=mc^2$). Ifølge Einstein går Månen rundt Jorda fordi den følger en naturlig bane i det krumme rommet som Jorda skaper. Lys vil også bøyes når det passerer massive objekter, og tiden vil gå saktere.



Forenklet illustrasjon av hvordan masse krummer rommet (og tiden)

Det er gjennomført mange eksperimenter for å teste relativitetsteorien, og den har alltid bestått prøvene. Teorien er i dag et grunnleggende verktøy for å studere universet som helhet: Hvordan har universet utviklet seg fra Big Bang og fram til i dag? Og hva er universets skjebne?

Når det gjelder **universets framtid**, har astronomene gjort mange viktige oppdagelser de seneste årene. Vi tror universet startet med Big Bang (side 20) og vi vet at det utvider seg. Når vi for eksempel sprenger med dynamitt i jorda, faller alltid steinene ned på bakken igjen. Før trodde vi at noe lignende ville skje med universet: Gravitasjonen mellom all materien ville gjøre at utvidelsen til slutt stoppet opp, og universet ville trekke seg sammen igjen.

Etter at astronomene oppdaget at universet akselererer på grunn av den mørke energien (side 20), tror vi nå at universet vil fortsette å utvide seg i all framtid. Galaksene vil fare stadig lengre fra hverandre, og universet vil bli tommere og kaldere etter hvert som milliarder av år tiker forbi ...

Utforsking av verdensrommet i dag

Mennesker kan bare observere synlig lys med øynene. Men synlig lys utgjør bare en liten del av de elektromagnetiske strålene fra verdensrommet. For å observere stråling med forskjellige bølgelengder, trenger vi forskjellige typer kameraer og teleskoper. Men ikke alle kan plasseres på jordoverflaten. Atmosfæren slipper kun gjennom synlig lys, i tillegg til litt infrarød stråling og radiobølger. For å ta bilder i for eksempel ultrafiolett og røntgen, må vi sende teleskopene opp i verdensrommet.

Jordbaserte observatorier

Det finnes flere hundre observatorier på Jorda. De fleste ligger på øde fjelltopper i tørre områder, for der unngår man skyer og lysforurensing fra byer og tettsteder. I dag er teleskopene koblet til datamaskiner, slik at observatørene kan sitte foran en dataskjerm og arbeide. Moderne observatorier er høyteknologiske maskiner. Speilene i teleskopene tar mange år å lage og er slipt med en nøyaktighet på en titusendels millimeter. Teleskopene bruker avanserte styresystemer for å følge objektene når himmelen roterer. Instrumentene og kameraene kan være på størrelse med en varebil og veie flere tonn.

Det bygges stadig større observatorier som kan observere enda dypere inn i verdensrommet, det vil si tilbake i tid og nærmere tidspunktet for Big Bang. Problemet med store speil er at de blir tunge og endrer form på grunn av gravitasjonen. I stedet settes mange små speil sammen til ett stort. Forstyrrelser på grunn av uroligheter i atmosfæren blir korrigert flere hundre ganger per sekund med kraftige datamaskiner og justerbare speil. Dagens største teleskoper som observerer i synlig lys, har speil på litt over 10 meter i diameter. Et kjempeteleskop på utrolige 42 meter er under planlegging.

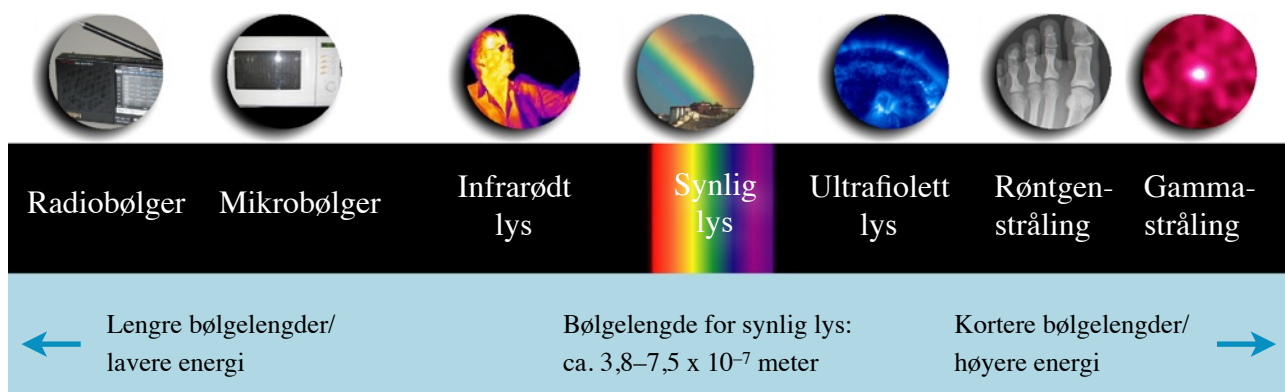
Radioteleskopene ligner på enorme parabolantennor og er mye større. Det største er Arecibo-teleskopet i Puerto Rico, med en diameter på hele 305 meter.



Ovenfra: Paranal-observatoriet i Chile, Keck-observatoriet på Hawaii og radioteleskopet ved Parkes-observatoriet i Australia



Et mye brukt teleskop blant norske astronomer: Nordisk Optisk Teleskop (speildiameter: 2,5 m) på Kanariøyene

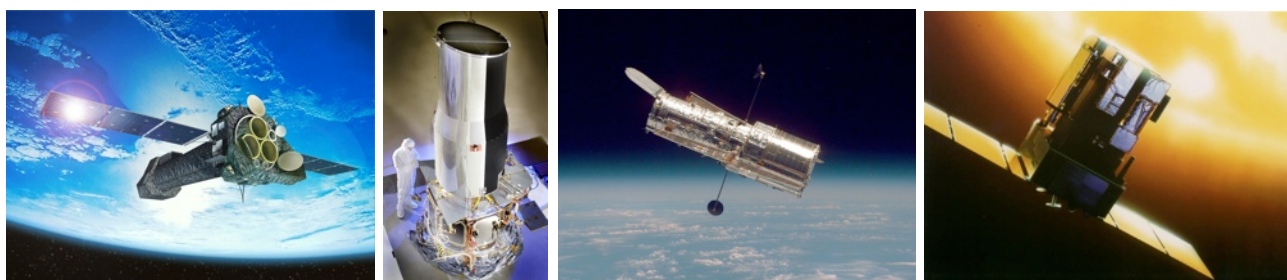


Romobservatorier

Ultrafiolett stråling (UV), røntgenstråling og gammastråling blir i stor grad stoppet av jordatmosfæren. (Heldigvis, for ellers hadde vi ikke kunnet leve på Jorda.) Derfor må observasjoner på disse elektromagnetiske bølgelengdene foregå i rommet. Det finnes også teleskoper som observerer i synlig lys fra verdensrommet. I rommet er det vakuum, så man slipper forstyrrelsene fra jordatmosfæren. Det mest kjente er Hubble-teleskopet. I 2013 har NASA planlagt å erstatte Hubble-teleskopet med “James Webb Space Telescope” (JWST), som vil ha et speil på 6,5 meter og ta bilder i infrarødt.



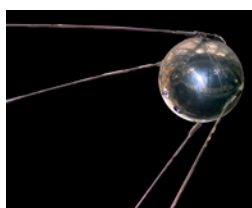
JWST har et speil sammensatt av 18 mindre speil. Hubble-teleskopets speil sees til venstre.



Fra venstre: XMM-Newton (røntgen), Spitzer (infrarødt) før oppskytning, Hubble (hovedsakelig synlig lys) og solobservatoriet SOHO (12 ulike instrumenter)

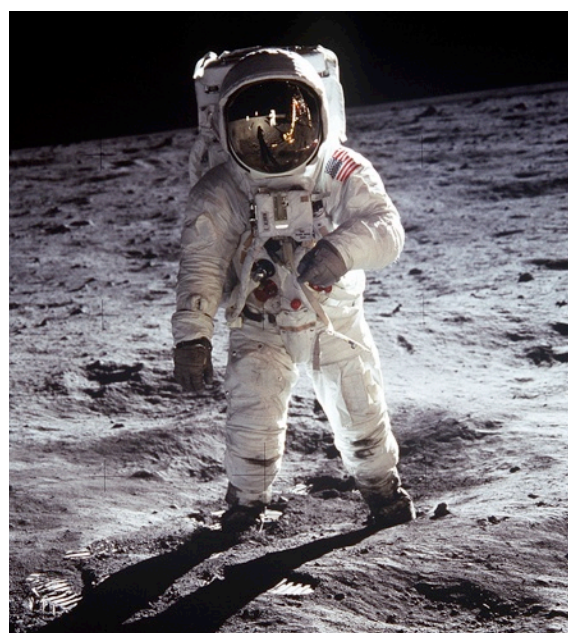
Romfart

I 1957 skjøt Sovjetunionen (Russland) opp satellitten Sputnik 1, som gikk rundt Jorda og sendte ut radio-signaler. Like etterpå ble Sputnik 2 sendt opp. Den hadde med seg hunden Lajka, som bare levde noen timer etter oppskytningen. I 1961 reiste russeren Jurij Gagarin en gang rundt Jorda i romskip og ble det første mennesket i rommet. I 1969 dro NASAs Apollo 11 mot Månen og foretok den første landingen med mennesker. USA hadde flere turer til Månen, men etter 1972 har det ikke vært mennesker der.



Verdens første satellitt, Sputnik 1

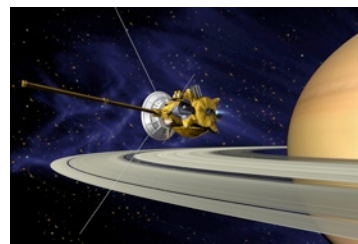
Buzz Aldrin på Månen den 20. juli 1969



Etter at kappløpet til Månen var over, begynte Sovjetunionen heller å fokusere på Venus og romstasjoner, mens USA konsentrerte seg om å sende ubemannede romsonder til Mars og de ytre planetene.

Fram til i dag har det vært ubemannede landinger med romfartøy på Venus, Mars, Saturn-månen Titan og asteroiden Eros. Merkur har bare hatt forbiflygninger. Gassplanetene, spesielt Saturn og Jupiter, har hatt flere besøk av romsonder. Ingen har landet der, siden gassplanetene ikke har noen fast overflate. Det har vært snakk om å sende mennesker til Mars om noen tiår, men det finnes ingen konkrete planer foreløpig.

To meget vellykkede romfartøyer: Cassini i bane rundt Saturn og robotbilen Opportunity som kjører rundt på Mars



Egen utforskning av verdensrommet

Har du lyst å utforske verdensrommet? Det du trenger for å begynne, er et enkelt stjernekart og en vanlig kikkert. Du bruker stjernekartet for å gjøre deg kjent på himmelen. Med kikkerten kan du for eksempel se landskap på Månen, de fire største månene rundt Jupiter, stjernehopene Pleiadene og Oriontåken under Orions belte. For å observere planeter, flere stjernetåker og galakser, trenger du et teleskop. For å se hvordan stjernehimmelen ser ut i dag, kan du laste ned dataprogrammet Stellarium fra www.stellarium.org. Dette er et enkelt og gratis planetariumsprogram som viser deg hvor stjerner, planeter, tåker og galakser befinner seg på himmelen. Man kan også bruke nettstedet www.astronomi.no/kart.php.



Amatørteleskop

Et teleskop samler mer lys enn en kikkert, slik at du kan se enda svakere objekter. Størrelsen på lysåpningen bestemmer hvor svake stjerner og galakser du kan se. Teleskopene forstørrer også mer. Det er viktig at stativet er stødig, ellers vil bildet hoppe frem og tilbake når du observerer med høy forstørrelse. Det finnes to hovedtyper teleskop: linseteleskop, også kalt refraktor, og speilteleskop, også kalt reflektor.

Et linseteleskop bruker linser for å fokusere lyset. Fordi linser er dyre å produsere, har linseteleskopene relativt små lysåpninger. Du kan ikke se så svake objekter, men de passer godt til observasjoner av dobbeltstjerner, Månen, planetene og andre sterke himmelobjekter.

Speilteleskopene bruker speil for å fokuserer lyset. Det er enklere og billigere å lage store speil sammenlignet med linser. Disse teleskopene passer derfor bedre på svakere objekter som galakser og stjernetåker.

Når vi observerer stjernehimmelen, må teleskopet bevege seg motsatt av jordrotasjonen for å holde objektet i synsfeltet. I dag finnes det billige monteringer med motorer og datastyring, som automatisk følger objektene over himmelen. Man kan også koble digitalkamera eller webkamera til teleskopet for å ta bilder.



Linseteleskop med datastyring

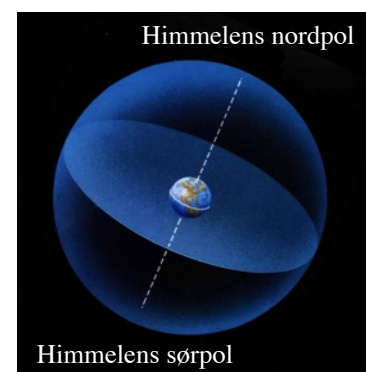


Stjernehimmelen og stjernebilder

Alle lysprikkene på natthimmelen er stjerner, foruten noen få planeter. Alle tilhører galaksen vår, Melkeveien. Andromedagalaksen er det eneste objektet utenfor vår galakse som vi kan se med det blotte øye. Stjernene blinker fordi lyset blir påvirket av turen gjennom jordatmosfæren. Planetene lyser jevnere, så vi kan faktisk se forskjell på en stjerne og en planet uten kikkert. Dessuten beveger planetene seg i forhold til stjernebakgrunnen. Ordet “planet” stammer egentlig fra det greske ordet for “vandrestjerne”.

Sumererne satte navn på stjernebilder for mellom tre og fire tusen år siden. Opp gjennom historien har ulike kulturer knyttet ulike historier, guder og skikkelser til stjernemønstrene. Stjernene ligger i vidt forskjellige avstander fra oss, og fra et annet sted i universet ser stjernehimmelen og stjernebildene helt annerledes ut. Stjernene beveger seg rundt i verdensrommet, men fordi avstandene er så store, endrer stjernemønstrene seg for sakte til at vi merker det i vår levetid. Sånn sett kan vi innbille oss at stjernene sitter fast på en slags himmelglobus vi betrakter innenfra.

Stjernene beveger seg over himmelen fordi Jorda roterer. Jordaksens forlengelse markerer himmelens nord- og sørpol. På den nordlige halvkule ser vi stjernene rotere rundt himmelpolen, fra øst mot vest, en omgang på 24 timer. Polaris (Nordstjernen) i stjernebildet Lille bjørn ligger meget nær den nordlige himmelpolen. Stjernebildene er nyttige for å orientere seg på himmelen. Stjerkartet på side 29 viser de sterkeste stjernene på nordhimmelen om vinteren. Husk at stjernehimmelen forandrer seg fra måned til måned.



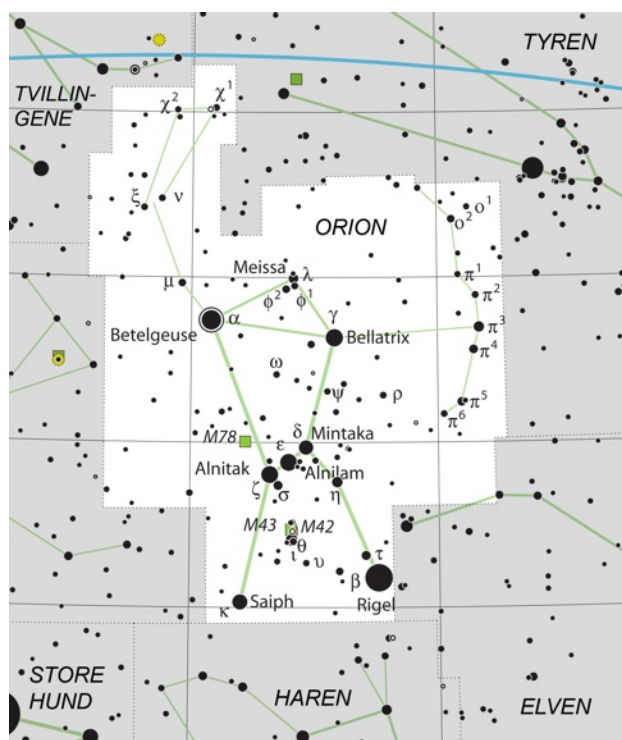
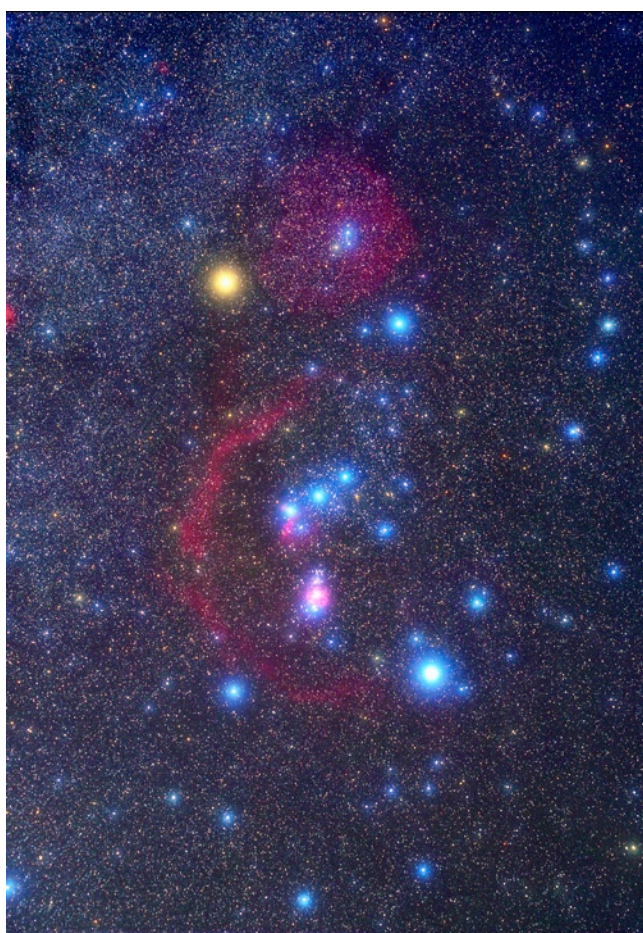
Stjernespor rundt himmelens nordpol. Sporet etter Polaris sees nær midten av “ringene”.

Karlsvogna er lett å få øye på, og den er kanskje den himmelfiguren som flest folk kjenner til. Men Karlsvogna er ikke et eget stjernebilde. Den er en del av stjernebildet Store bjørn.

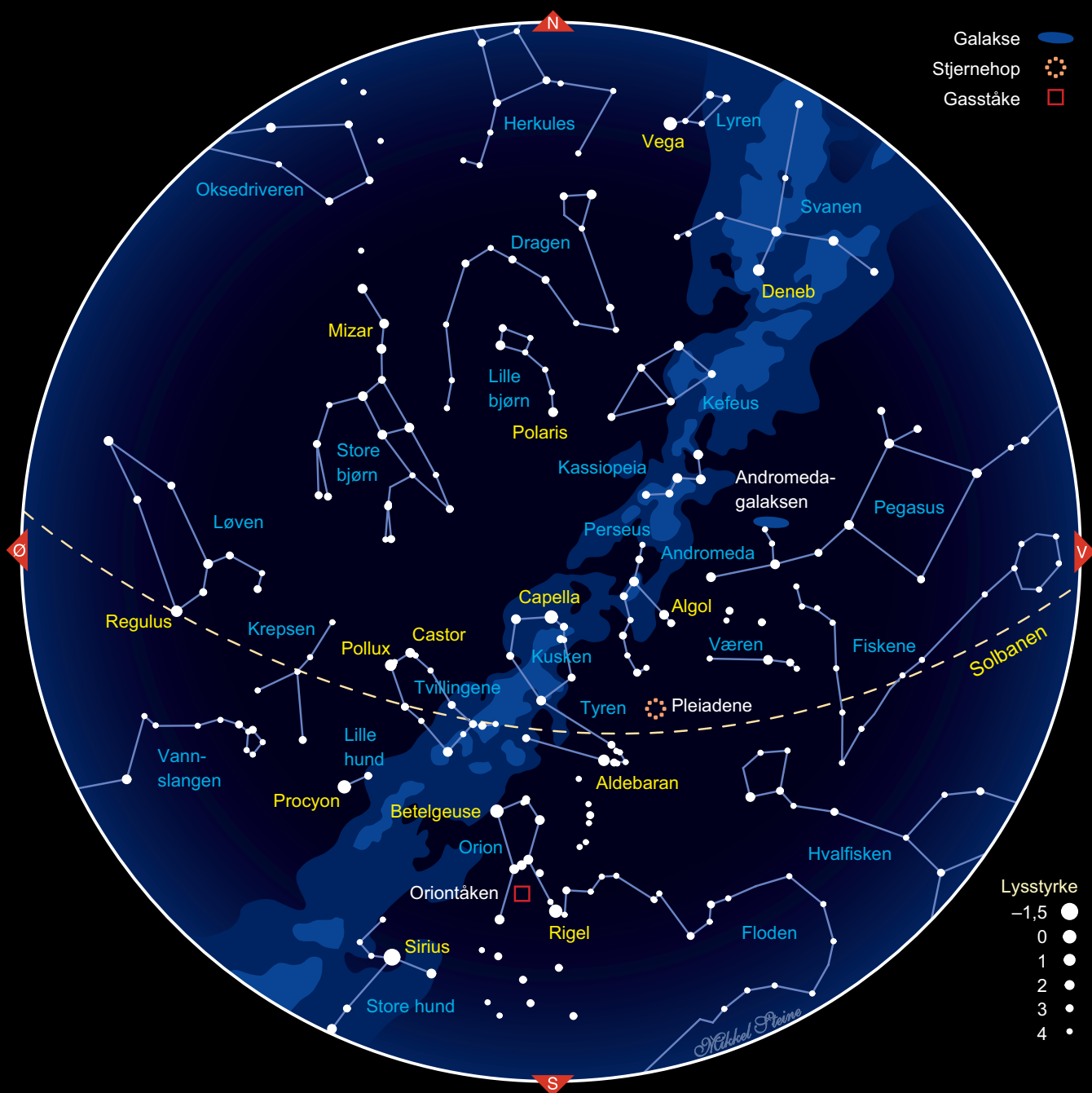
Om vinteren er Orion det flotteste stjernebildet. Nedenfor kan du sammenligne stjernene du ser på bildet med et detaljert kart over Orion. Betelgeuse, stjernen oppe til venstre i Orion, er en variabel, rød superkjempe som er mange hundre ganger større enn Sola. Nede til høyre finner vi Rigel, en blå superkjempe som lyser 40 000 ganger sterkere enn Sola. De rød-lysende områdene er stjernehåker med hydrogengass. Den kanskje mest berømte tåken på natthimmelen er Oriontåken, som befinner seg under de tre stjernene i Orions belte. Sammenlign også bildet og kartet under med bakgrunnsbildet på side 4.



Karlsvogna



Stjernebildet Orion. På kartet er stjernene angitt med prikker: jo større prikk, desto sterkere lyser stjernen. Grønne firkanter indikerer lysende tåker. Under Orions belte finner vi Oriontåken (M42).

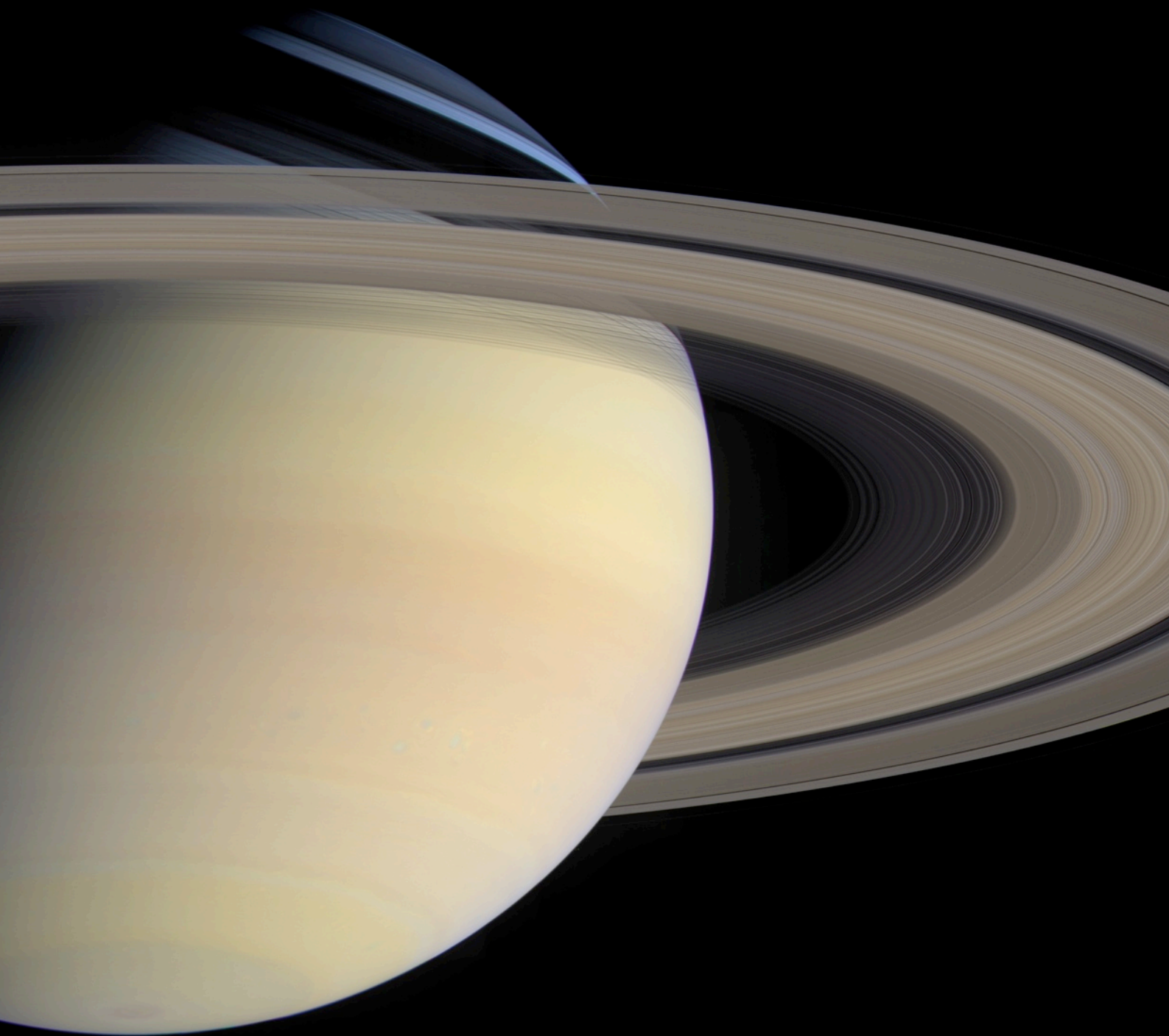


Stjernekart for den nordlige vinterhimmelen

Stjernehimmelen utseende avhenger av hvor vi observerer fra og hva klokka er. Dette kartet viser omtrent hvordan stjernehimmelen, sett mot sør, ser ut fra våre breddegrader. Mer eksakt viser kartet hvordan stjernehimmelen ser ut kl 01 (på natta) den 1. desember, kl 23 den 1. januar, kl 21 den 1. februar og klokka 19 den 1. mars.

Stjernebildene er skrevet i blått, mens navn på stjerner står med gul skrift. Det lyseblå båndet som strekker seg tvers over kartet, er Melkeveien. Sola og planetene beveger seg nær den stiplede linjen, kalt solbanen eller ekliptikken.

Jo større prikk på kartet, desto stjernere lyser stjernen. Astronomene bruker et merkelig system for å angi lysstyrke. Sterke objekter har nemlig et lavere tall (mindre enn null kan også forekomme) enn svakere objekter; se tabellen til høyre for kartet. Måleenheten kalles *magnitude* (og er logaritmisk). En stjerne med lysstyrke på -1 magnitudo lyser altså mye sterkere enn en stjerne på 2 magnituder.



*Saturn fotografert av
romsonden Cassini*

Lenker

Internett byr på mye nyttig og spennende informasjon om universet og romfart. Under følger internettlenker til mer informasjon om de temaene som er behandlet i heftet. Lenkene inneholder forklaringer og mer detaljerte beskrivelser, oppgaver, bilder, animasjoner og korte filmer. Stoffet er av varierende vanskelighetsgrad og en del av det er på engelsk. Spesielt bilder og videosnutter egner seg til fellesundervisning og diskusjoner.

Hvis du leser heftet på datamaskin, er det bare å trykke på lenkene i dokumentet. Hvis du sitter med et hefte i hånden er det slitsomt å skrive alle de lange internetadressene inn i nettleseren. Derfor er det laget en egen side på Astronomiårets hjemmeside der alle linkene står oppført – se www.astronomi2009.no. Lenkene er inndelt i samme avsnitt som tekstene, men først kommer noen generelle nettsted.

Multimediegallerier med tusenvis av bilder, videoer og animasjoner:

- Hubble-teleskopet: <http://www.spacetelescope.org>
- ESA: <http://www.esa.int/esa-mm/mmg/mmghome.pl>
- NASA: <http://www.nasa.gov/multimedia/index.html>
- Dagens astronomibilde (med arkiv): <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/>

Nyheter innen astronomi:

- Astrofysisk institutt, UiO: http://www.astro.uio.no/ita/nyheter/astro_nytt.html
- Norsk Romsenter: <http://www.romsenter.no>
- Norsk Astronautisk Forening: <http://www.romfart.no>

En norsk astronomisk ordliste er også kjekk å ha: <http://www.aosics.com/nas/ordliste.jsp>

Introduksjon

- Animasjon som viser vår plass i universet: http://www.youtube.com/watch?v=XcbrKPj1V_U

Solsystemet

- Animasjon av en kort reise gjennom solsystemet: <http://www.youtube.com/watch?v=CKqjmJEqMn0>
- De åtte planetene: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/>
- Solsystemet (på engelsk): <http://solarsystem.nasa.gov/planets/index.cfm>

Jorda

- Kart som viser hvor det er sollys akkurat nå: <http://www.die.net/earth/>
- De åtte planetene > Jorda: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/earth.html>
- Norske artikler om Jorda: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/jorden.html>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Earth>

Årstider

- Årstider, solverv og jevndøgn: <http://www.cplex.no/web/Magazine.aspx?id=solverv>
- Animasjon om årstidene (engelsk): http://www.youtube.com/watch?v=taHTA7S_JGk

Månen

- De åtte planetene > Månen: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/luna.html>
- Animasjon om månefasene: <http://www.youtube.com/watch?v=rp7FQXSrmdQ>
- Oversiktlig tekst om Månen: http://www.naturfag.no/_barn/artikkel/vis.html?tid=860382

- Animasjon av Månens bane rundt Jorda: http://www.naturfag.no/_barn/vitenobjekt/vis.html?tid=724371
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/target/Moon>

Måneformørkelse og solformørkelse

- Informasjon og animasjoner om måneformørkelser: http://www.naturfag.no/_barn/vitenobjekt/vis.html?tid=913052#
- Animasjon om måneformørkelse: <http://www.youtube.com/watch?v=fWNKQ9jGmiM>
- Animasjon som viser skyggen fra Månen på Jorda under solformørkelsen den 1. august 2008: <http://www.youtube.com/watch?v=aldjleaY-eg>. Lengre utgave: http://www.youtube.com/watch?v=_Ki4XHvEcyg
- Norske artikler om formørkelser: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/formorkelser.html>

Merkur

- De åtte planetene > Merkur: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/mercury.html>
- Norske artikler om Merkur: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solsystemet/merkur.html>
- Merkur på NRK/Newton: <http://www.nrk.no/programmer/tv/newton/3221003.html>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Mercury>

Venus

- De åtte planetene > Venus <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/venus.html>
- Norske artikler om Venus: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solsystemet/venus.html>
- Venus-passasjen 8. juni 2004: <http://www.astronomi.no/venus080604.html>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Venus>

Mars

- De åtte planetene > Mars: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/mars.html>
- Norske artikler om Mars: http://www.astro.uio.no/ita/artikler/tema/mars_2004.html
- Robotkjøretøy på Mars: <http://marsrovers.jpl.nasa.gov/home/index.html>
- Fantastiske nye bilder av Mars-overflaten: <http://hirise.lpl.arizona.edu>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Mars>

Jupiter

- De åtte planetene > Jupiter: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/jupiter.html>
- Norske artikler om Jupiter: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solsystemet/jupiter.html>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Jupiter>

Saturn

- De åtte planetene > Saturn: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/saturn.html>
- Norske artikler om Saturn: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solsystemet/saturn.html>
- Cassini-Huygens (romfartøy): <http://saturn.jpl.nasa.gov>
- Utforsk Saturn om dens måner i 3D: <http://saturn.jpl.nasa.gov/multimedia/CASSIE/>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Saturn>

Uranus

- De åtte planetene > Uranus: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/uranus.html>
- Norske artikler om Uranus: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solsystemet/uranus.html>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Uranus>

Neptun

- De åtte planetene > Neptun: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/neptune.html>
- Norske artikler om Neptun: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solsystemet/neptun.html>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/targetFamily/Neptune>

Pluto og andre dvergplaneter

- De åtte planetene > Pluto: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/pluto.html>
- Norske artikler om Pluto: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solsystemet/pluto.html>
- New Horizons (romfartøy): <http://pluto.jhuapl.edu>
- Norske artikler om Kuiperbeltet: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solsystemet/kuiper.html>
- Kuiperbeltet og Oort-skyen: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/kboc.html>
- Dvergplaneten Eris: <http://no.wikipedia.org/wiki/Eris>

Asteroider

- De åtte planetene > Asteroider: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/asteroids.html>
- Norske artikler om Asteroider: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/asteroider.html>
- Artikkel i Nysgjerriger: <http://www.nysgjerrigper.no/Artikler/1050395238.61>
- Artikler fra romfart.no: <http://www.romfart.no/Temasider/S/a005.asp>

Kometer

- De åtte planetene > Kometer: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/comets.html>
- Norske artikler om kometer: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/kometer.html>
- NASAs side om kometer: <http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Comets>

Meteoroider, meteorer og meteoritter

- Kort film av meteorer på natthimmelen: <http://www.youtube.com/watch?v=6XTBrYWrey0>
- Spektakulære meteorer: <http://www.youtube.com/watch?v=KLM1pfgv9IE>
- De åtte planetene > Meteoritter: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/meteorites.html>
- Norske artikler om meteorer: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/meteorer.html>
- En meteoritt blir til: <http://www.nvg.org/org/taf/publikas/meteoritt.htm>
- Krater i Hallingdal: <http://www.apollon.uio.no/vis/art/1995/3/meteoritter>

Sola

- De åtte planetene > Sola: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/sol.html>
- Norske artikler om Sola: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/solen.html>
- Animasjon som viser solflekker og solstormer: http://www.youtube.com/watch?v=ZkqE_ZESLg0
- Film som viser sammenhengen mellom solvinden og polarlys: <http://www.youtube.com/watch?v=7g4YRuqiAB0>
- Animasjon om fusjon: <http://www.youtube.com/watch?v=EO9CPO3CBF0>
- Oppdaterte bilder: <http://photojournal.jpl.nasa.gov/target/Sun>

Polarlys

- Flotte undervisningsprogrammer om nordlys fra naturfag.no:
 - <http://www.naturfag.no/vitenobjekt/vis.html?tid=683979> (Hvordan oppstår nordlys?)
 - <http://www.naturfag.no/vitenobjekt/vis.html?tid=691211> (Bilder og video av nordlys)
 - <http://www.naturfag.no/vitenobjekt/vis.html?tid=691210> (Nordlysets farger)
 - <http://www.naturfag.no/vitenobjekt/vis.html?tid=683981> (Hvor og når kan vi se nordlys?)
 - <http://www.naturfag.no/vitenobjekt/vis.html?tid=683986> (Nordlysforskning)
- Flotte bilder av nordlys (film): <http://www.youtube.com/watch?v=V8TJtjsmlfI&NR=1>
- Biografi om nordlysforskeren Kristian Birkeland: http://www.naturfag.no/_alle/biografi/vis.html?tid=452480
- Rom-værmelding og polarlys: <http://www.spaceweather.com>

Stjerner

- Animasjon som viser de store forskjellene i størrelse mellom planetene, Sola og andre stjerner:
<http://www.youtube.com/watch?v=sYOHmuAUG0&eurl>

- Norske artikler om stjerner: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/stjerner.html>
- Stjerne (Wikipedia): <http://no.wikipedia.org/wiki/Stjerne>

Stjernerens fødsel og død

- Animasjon som viser en reise inn i Oriontåkens hjerte, der stjerner fødes: <http://www.youtube.com/watch?v=G6vLGHO8keY>
- Animasjon om Helixåken (planetarisk tåke): http://www.youtube.com/watch?v=d0Q_vWNt2Ho
- Animasjon av en supernova som etterlater seg en stjerneåke: <http://www.youtube.com/watch?v=0J8srN24pSQ>

Nøytronstjerner og sorte hull

- Nøytronstjerne: <http://no.wikipedia.org/wiki/Nøytronstjerne>
- Nøytronstjerne i “nabolaget”: http://www.astro.uio.no/ita/nyheter/nstjerne_0907/nstjerne_0907.html
- Norske artikler om sorte hull: http://www.astro.uio.no/ita/artikler/sorte_hull.html

Planeter i andre solsystem

- Norske artikler om eksoplaneter: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/planeter.html>
- Oppdatert katalog over alle oppdagede eksoplaneter: <http://exoplanet.eu/catalog.php>
- Planet Quest (anbefales): <http://planetquest.jpl.nasa.gov/index.cfm>
- På jakt etter eksoplaneter: <http://www.vitnytt.no/index.php?id=150216>

Stjernehop

- Stjernehop (Wikipedia): <http://no.wikipedia.org/wiki/Stjernehop>
- Pleiadene (åpen stjernehop): <http://no.wikipedia.org/wiki/Pleiadene>

Galakser

- Norske artikler om galakser: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/galakser.html>
- Melkeveien (Wikipedia): <http://no.wikipedia.org/wiki/Melkeveien>
- Film som viser Melkevei-båndet sett fra Paranal-observatoriet i Chile: <http://www.youtube.com/watch?v=vwnfLF9vTOU>
- Animasjon av Melkeveien: <http://www.youtube.com/watch?v=S7GiZMVNB20&NR=1>
- Animasjon som viser Melkeveiens sorte hull: <http://www.youtube.com/watch?v=peXxtaGroTQ>
- Animasjon som viser en tur gjennom en superhop av galakser. Lysprikkene tilsvarer galakser, ikke enkeltstjerner!: <http://www.youtube.com/watch?v=5PKdiO8rFBo>
- Galakser fra universets barndom: http://www.astro.uio.no/ita/nyheter/HUDEF_0304/HUDEF_0304.html

Big Bang, Mørk materie og mørk energi

- Big Bang (fra fysikknett.no): <http://www.fysikknett.no/bigbang/index.php?menuid=10>
- Norske artikler om kosmologi (læren om universet som helhet): <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/kosmologi.html>
- Universet (Wikipedia; noe avansert): http://no.wikipedia.org/wiki/Det_observable_universet
- Universets utvikling (akselerert utvidelse, innhold, mørk materie/energi): <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=889077>
- Kosmisk bakgrunnsstråling: <http://www.vitnytt.no/index.php?id=255559>

Astronomiens historie

- Astronomi fra myter til vitenskap: http://www.astro.uio.no/ita/undervisning/a101/olavkm/forel/f1/dell_a.html
- Det geosentriske system: http://www.astro.uio.no/ita/undervisning/a101/olavkm/forel/f2/f2_geo.html
- Det heliosentriske system: http://www.astro.uio.no/ita/undervisning/a101/olavkm/forel/f2/f2_helio.html
- Galilei og frambruddet av moderne fysikk: http://www.astro.uio.no/ita/undervisning/a101/olavkm/forel/f3/f3_galilei.html
- Film om Eratosthenes' beregning av Jordas omkrets: http://www.youtube.com/watch?v=35UQVcY0_qw

- Erastotenes' beregning av Jordas omkrets: <http://www.astronomi.no/avstander.php>
- Biografi om Aristoteles: http://www.naturfag.no/_alle/biografi/vis.html?tid=16793
- Biografi om Kopernikus: http://www.naturfag.no/_alle/biografi/vis.html?tid=16559
- Biografi om Galilei: http://www.naturfag.no/_alle/biografi/vis.html?tid=16599
- Biografi om Tycho Brahe: http://www.naturfag.no/_alle/biografi/vis.html?tid=16550
- Biografi om Kepler: http://www.naturfag.no/_fysikk/biografi/vis.html?tid=16962
- Biografi om Newton: http://www.naturfag.no/_fysikk/biografi/vis.html?tid=16972
- Biografi om Einstein: http://www.naturfag.no/_fysikk/biografi/vis.html?tid=15349

Utforsking av verdensrommet i dag

- Romfart (Wikipedia): <http://no.wikipedia.org/wiki/Romfart>
- Romkappløpet (Wikipedia): <http://no.wikipedia.org/wiki/Romkappløpet>
- Romsonder (Wikipedia): <http://no.wikipedia.org/wiki/Romsonde>

Jordbaserte observatorier

- Teleskop (Wikipedia): <http://no.wikipedia.org/wiki/Teleskop>
- Nordisk Optisk Teleskop på Kanariøyene: <http://www.not.iac.es>
- European Southern Observatory (ESO) i Chile: <http://www.eso.org>
- Keck-observatoriet på Hawaii: <http://www.keckobservatory.org>
- Solobservatoriet på Harestua (for undervisning): <http://solobservatoriet.no>

Romobservatorier

- Hubble-teleskopet: <http://hubblesite.org>
- Solobservatoriet SOHO: <http://sohowww.nascom.nasa.gov>
- Liste over romteleskop (engelsk): http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_space_telescopes
- Romfartøyer: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/spacecraft.html>

Romfart

- Meget bra, 9 minutter lang film om robot bilen Opportunitys ferd fra Jorda til Mars: http://www.youtube.com/watch?v=-_9BYSDtwRc
- Norske artikler om romfart: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/romfart.html>
- Andøya Raketttskytefelt: <http://www.rocketrange.no>
- Romstasjon (Wikipedia): <http://no.wikipedia.org/wiki/Romstasjon>
- Norsk Astronautisk Forening: <http://www.romfart.no>
- NASA: <http://www.nasa.gov>
- ESA (European Space Agency): <http://www.esa.int>

Egen utforskning av verdensrommet

- Film som viser at stjernehimmelen roterer rundt Polaris (Nordstjernen): <http://www.youtube.com/watch?v=ZVaFYsvxqyI>
- Norske artikler om stjernehimmelen: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/stjernehimmelen.html>
- Stjernehimmelen (Nordnorsk Vitensenter): <http://nordnorsk.vitensenter.no/himmel/stjerner>
- De 88 stjernebildene: http://no.wikipedia.org/wiki/Liste_over_stjernebilder

Mange undervisningsopplegg om verdensrommet for ulike skoletrinn finnes på www.naturfag.no



Utsnitt fra stjernebildet Orion. De tre sterke stjernene øverst utgjør Orions belte. Oriontåken nede til høyre er den eneste stjernetaken som kan sees uten kikkert.

Oppgaver

Oppgavene går først og fremst på innholdet og forståelsen av tekstene i heftet. I enkelte tilfeller skal andre kilder benyttes. De er delt inn i samme kapitler som tekstene. Bakerst finnes praktiske oppgaver, der du skal bruke Galileoskopet eller en tilsvarende stjernekikkert til å studere himmelen. Flere av observasjonene er de samme som Galileo Galilei selv gjorde for 400 år siden. Du kan finne ekstra informasjon til oppgavene i lenkene på side 31–35.

Oppgaver til tekstene

Introduksjon / Solsystemet / Jorda

Oppgave 1: Rett eller feil?

rett | feil

- | | |
|--|--|
| a) Søndag betyr soldag på norsk | |
| b) Monday betyr månedag på engelsk | |
| c) Jorda står i sentrum i solsystemet | |
| d) Venus er den største planeten i solsystemet | |
| e) Jorda går rundt Sola i en ellipsebane | |
| f) Jorda har samme avstand til Sola hele tida | |
| g) Jorda bruker akkurat 365 dager rundt Sola | |
| h) År 2010 er skuddår | |
| i) Jorda er nærmest Sola av planetene | |
| j) Pluto er en dvergplanet | |

Oppgave 2

- Hva heter planetene i solsystemet? Begynn nærmest Sola.
- Hva er hovedforskjellene mellom de fire innerste og de fire ytterste planetene?
- Bruk andre kilder og finn ut mer om hvordan Sola og planetene ble dannet.
- Forklar hvordan Jorda går rundt Sola.
- Hvorfor har vi skuddår?
- Hvorfor var det skuddår i år 2000, men ikke i år 1900?

Årstider / Dag og natt

Oppgave 3

- Tegn og forklar at Jorda står $23,5^\circ$ på skrå i forhold til banen rundt Sola.
- Forklar hvorfor Sola ikke står like høyt på himmelen hele året.
- Nord for en viss breddegrad i Norge er det *midnattssol* om sommeren og *mørketid* om vinteren. Bruk andre kilder for å finne ut mer om dette. Hva er denne breddegraden og hva kalles den?
- Hvor er det dagslys (sol) på Jorda akkurat nå? Bruk f.eks. <http://www.die.net/earth/>
- Les om andre kalendere: <http://no.wikipedia.org/wiki/Kalender>. Hva er de ulike kalenderne basert på (Sola, Månen, noe annet)?

Månen / Måneformørkelse og solformørkelse

Oppgave 4: Rett eller feil?

rett | feil

- | | |
|---|--|
| a) Alle planetene har måner | |
| b) Jorda bruker ca. 30 døgn på en runde rundt Månen ... | |
| c) Månelysset kommer egentlig fra Sola | |

- d) Fullmåne betyr at vi ser hele måneskiven |
- e) Når den opplyste måneflaten blir mindre, er Månen ny |
- f) Det er fullmåne når Sola og Månen står motsatt på himmelen |
- g) Måneformørkelse betyr at månelysset forsvinner, fordi Månen kommer inn i jordskyggen ... |
- h) Når det er fullmåne, kan vi få solformørkelse |
- i) Når Sola og Månen står på samme sted på himmelen sett fra Jorda, får vi solformørkelse ... |
- j) Sola og Månen er like langt fra Jorda |

Oppgave 5: Sett inn riktig ord.

måner – reflektere – nymåne – univers – instrument – ellipse – kalender – skuddår – ekvator – snurre – skygge

- a) er en linje midt mellom polene.
- b) De fleste planetene har en eller flere rundt seg.
- c) er det samme som verdensrom.
- d) Jorda går rundt Sola i en-bane.
- e) I en har vi dager og måneder.
- f) betyr å kaste lyset tilbake.
- g) Jorda bruker ca. 24 timer på å rundt en gang.
- h) Der Sola ikke skinner, er det
- i) Når vi skal måle noe, bruker vi et
- j) Når Månen vokser, har vi
- k) Hvert fjerde år er det

Oppgave 6

Solas diameter er 400 ganger større enn Månens diameter. Under totale solformørkelser dekker Månen akkurat solskiven på himmelen. Hva sier dette om avstanden fra Jorda til Sola, sammenlignet med avstanden fra Jorda til Månen?

Planetene / Pluto og andre dvergplaneter

Oppgave 7: Merkur

- a) Har Merkur en tykk atmosfære?
- b) Fortell om temperaturen på planeten.
- c) Hvor lenge varer et døgn på Merkur?
- d) Se animasjon av Merkur rundt Sola for å forstå planetens trege rotasjon:
<http://www.forskning.no/Artikler/2003/mai/1052294217.68>

Oppgave 8: Venus

- a) Når på døgnet kan vi se Venus på himmelen?
- b) Fortell om atmosfæren og temperaturen på Venus.
- c) Sammenlign størrelsen (diameteren) til Venus og Jorda.
- d) Se animasjoner av Venuspassasjen i 2004: <http://www.astronomi.no/venus080604/linker.html>

Oppgave 9: Mars

- a) Hvorfor kalles Mars “den røde planeten”?
- b) Fortell om atmosfæren og temperaturen på Mars.
- c) Hvor ligger Mars i forhold til Sola og Jorda?
- d) Hva er Olympus Mons?
- e) Se robotbilen Opportunitys ferd fra Jorda til Mars (9 min):
http://www.youtube.com/watch?v=-_9BYSDtwRc

Oppgave 10: Jupiter

- a) Hvor stor er Jupiter?
- b) Hva er den store, røde flekken som vi ser på Jupiter?
- c) Hva betyr det at Jupiter er en gassplanet?
- d) Hvor langt er et Jupiter-døgn?
- e) Hva heter de fire store månene som Galilei oppdaget i 1610? Kan vi se disse med en vanlig kikkert i dag?

Oppgave 11: Saturn

- a) Fortell om atmosfæren til Saturn.
- b) Hva er ringene rundt Saturn?
- c) Hvor langt er et Saturn-år?
- d) Hva er det som er så spesielt med Saturn-månen Titan?
- e) Utforsk Saturn, ringsystemet og månene v.h.a. <http://saturn.jpl.nasa.gov/multimedia/CASSIE>

Oppgave 12: Uranus

- a) Fortell om rotasjonen til Uranus.
- b) Hvor langt fra Sola er Uranus?
- c) Har Uranus ringer?

Oppgave 13: Neptun

- a) Fortell om værsystemet på Neptun.
- b) Når ble Uranus oppdaget?
- c) Hvor langt er et Neptun-år?

Oppgave 14: Pluto og andre dvergplaneter

- a) Fortell om Pluto sin bane rundt Sola.
- b) Hvordan er overflaten på Pluto?
- c) Er Pluto større eller mindre enn Jordas måne?
- d) Hvor mange måner er det oppdaget rundt Pluto? Hva heter de?
- e) Nevn to andre dvergplaneter.

Oppgave 15: Rett eller feil?

rett | feil

- | | |
|--|--|
| a) Merkur har samme temperatur hele tida | |
| b) Merkur bruker 59 jorddøgn rundt Sola | |
| c) Venus lyser sterkere enn stjernene når vi ser den på himmelen | |
| d) Mennesker kan bo på Venus | |
| e) Venus er nærmere Sola enn Jorda | |
| f) På Mars er det is av vann | |
| g) Mars bruker 687 jorddøgn på en runde rundt Sola | |

- h) Jupiter er størst av alle planetene |
- i) Vi må ha kikkert eller teleskop for å se Jupiter på natthimmelen |
- j) Vi kan se fire Jupiter-måner med en vanlig kikkert |
- k) Saturn har fast skorpe på overflaten |
- l) Saturn er over en milliard kilometer fra Sola |
- m) Uranus roterer som en ball som ruller |
- n) Døgnet på Uranus er kortere enn på Jorda |
- o) Vi må ha kikkert eller teleskop for å se Neptun |
- p) Neptun har ringer rundt seg |
- q) Pluto er en dvergplanet av gass |
- r) Romfartøyet "New Horizons" skal undersøke Pluto |

Oppgave 16: Sett inn riktig ord.

atmosfæren – kjerne – skorpe – ellipse – rotasjon – giftig – trykket – drivhuseffekten – tett – flytende – hydrogen – tyngdekraft – observere – kikkert – helium – støv – ytterst

- a) Å betyr å se eller å undersøke for å finne ut noe.
- b) Gassene rundt en planet kaller vi
- c) En er en avlang sirkel.
- d) Gravitasjon og er det samme.
- e) Midt inne i planetene er det en
- f) Fire planeter er gassplaneter. De fire andre har en fast
- g) gass er gass som er farlig.
- h) fra atmosfæren på Venus er nitti ganger større enn på jorda.
- i) er den letteste av alle gasser.
- j) Stoffer som ikke er gass eller fast er
- k) Atmosfæren på noen planeter er tynn, mens den er på andre.
- l) Når vi skal se på noe langt borte, kan vi bruke en
- m) Alle planetene går rundt seg selv. De har
- n) Et atom av har to elektroner.
- o) gjør at det er svært varmt på Venus.
- p) Det motsatte av innerst er
- q) -partikler er veldig små.

Astronomisk enhet (AE)

Oppgave 17

- a) Hva er en astronomisk enhet (AE)?
- b) Hvor langt fra Sola ligger Uranus i gjennomsnitt, målt i AE?
- c) Hvilken planet ligger 1,5 ganger lengre fra Sola enn Jorda?

Oppgave 18: Tegn strek mellom ord som er motsatte.

teori	ny
sentrum	periferi
udelelig	helt
variert	praksis
ne	minke
øke	fast
lys	kjerne
delvis	framtid
skorpe	delelig
ufarlig	giftig
fortid	skygge

Asteroider / Kometer / Meteoroider, meteorer og meteoritter

Oppgave 19: Asteroider

- a) Hva er en asteroide?
- b) Hvor finner vi asteroidebeltet?
- c) Omtrent hvor stor er de største asteroidene?
- d) Hvorfor kan noen asteroider treffe Jorda?

Oppgave 20: Kometer

- a) Hva er en komet?
- b) Hva mener noen forskere om sammenhengen mellom kometer og vannet på Jorda?
- c) Hvordan ser en komet ut når den nærmer seg Sola?
- d) Hvorfor har kometer hale?

Oppgave 21: Meteoroider, meteorer og meteoritter

- a) Hva er forskjellen på meteoroider, meteorer og meteoritter?
- b) Hvordan kan vi se meteorer på himmelen?
- c) Hva skjedde på Yucatan-halvøya for 65 millioner år siden?

Oppgave 22: Rett eller feil?

	rett feil
a) Asteroider er små og store steiner	
b) Asteroidene går rundt planetene	
c) Store asteroider treffer aldri Jorda	
d) Kometer er "skitne snøballer"	
e) Halen fra kometer peker alltid bort fra Sola	
f) Kometene lyser bare når de er nær Sola	
g) Jorda blir truffet av mange små meteoritter hver dag	
h) Meteorene vi ser på himmelen, skyldes oftest små støvpartikler fra verdensrommet ...	
i) Bruk andre kilder eller internett for å undersøke om det finnes store krater i Norge	

Sola

Oppgave 23: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Hydrogenatomene i kjernen til Sola deler seg til heliumatomer |
- b) Hydrogenatomet er det letteste av alle atomer |
- c) Strålene fra Sola er energi fra atomer som smelter sammen |
- d) For mye ultrafiolette stråler er farlig for huden |
- e) Magnetfelt er det samme som atmosfære |
- f) Solflekker ser sorte ut fordi flekkene egentlig er hull i soloverflaten |

Oppgave 24

- a) Hvilke to grunnstoffer finner vi mest av på Sola?
- b) Hva betyr det at hydrogenatomer fusjonerer?
- c) Sender Sola ut bare synlig lys?
- d) Hvilke solstråler kan vi se eller kjenne?
- e) Hva er solvinden?

Polarlys

Oppgave 25: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Polarlys er det samme som nordlys og sørlys |
- b) Polarlys blir sendt ut fra Nordpolen og Sørpolen |
- c) Polarlys blir til på grunn av aktivitet på Sola |
- d) Polarlys er sterkest ved ekvator |
- e) Nordlyset er like sterkt i hele Norge |

Oppgave 26

- a) Hva er polarlys og hva skyldes det?
- b) Hvor i Norge er nordlyset sterkest?
- c) Fortell hvordan polarlyset ser ut.
- d) Se på en norsk 200 kroners-seddel: Hvilke motiver ser du som har tilknytning til nordlys?
- e) Lær mer om polarlys og gjør oppgavene fra naturfag.no, se lenker side 33.

Stjerner

Oppgave 27: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Sola er en stjerne |
- b) Blå stjerner er varmere enn røde stjerner |
- c) Med store teleskoper kan man se detaljer på stjerneoverflatene |
- d) Stjerner blir født i skyer av gass |
- e) Vår sol vil en gang bli mye mindre og kaldere enn i dag |
- f) Tunge stjerner kan bli til sorte hull når de dør |

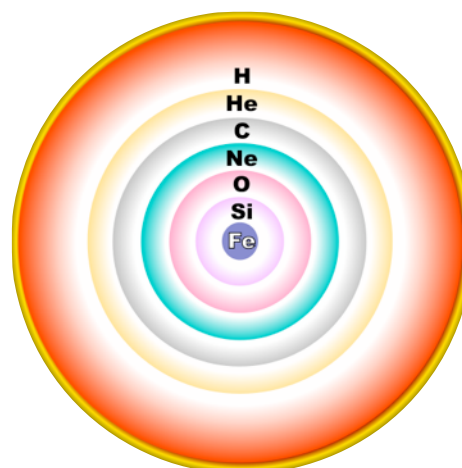
Oppgave 28

- a) Hva er forskjellen på en stjerne og en planet?
- b) Hvorfor lyser ikke alle stjernene på himmelen like sterkt?
- c) Hvordan blir stjerner født?
- d) Fortell om fortiden og framtiden til Sola.

- e) Fortell hva som skjer med gamle stjerner som er mye større/tyngre enn vår sol.
f) Hvorfor er det riktig å si at “vi er alle stjernestøv”?

Oppgave 29: Grunnstoffer i massive stjerner

Gamle stjerner med mer enn ca. 10 ganger Solas masse kan eksplodere som supernovaer. Før dette skjer, foregår det mange ulike fusjonsreaksjoner innover i stjernen. Det gjør at stjernen får en skallstruktur, akkurat som en løk, med ulike grunnstoffer i ulike skall. Se figuren til høyre.



- a) Hvilke grunnstoffer står forkortelsene for?
b) Hva kan du si om atommassen til de ulike grunnstoffene (hvor befinner de “letteste” og de “tyngste” stoffene seg)?

Bruk det periodiske system:

<http://www.kjemi.uio.no/periodesystemet/>

Nøytronstjerner og sorte hull

Oppgave 30: Rett eller feil?

rett | feil

- | | |
|--|--|
| a) Sola er en nøytronstjerne | |
| b) Kjernen til en døende stjerne kan presses sammen til en nøytronstjerne | |
| c) Vi kan se mange sorte hull på himmelen | |
| d) Lyset klarer ikke å komme ut av et sort hull | |
| e) Vi kan finne og studere sorte hull ved å observere det som er rundt det | |
| f) Det er et sort hull midt inne i Sola | |

Oppgave 31

- a) Hva består en nøytronstjerne av?
b) Omtrent hvor stor er en nøytronstjerne?
c) Hva er et sort hull?
d) Siden lys ikke kan komme ut av et sort hull, hvordan kan vi oppdage det?

Planeter i andre solsystemer

Oppgave 32: Rett eller feil?

rett | feil

- | | |
|--|--|
| a) Det er umulig å finne planeter rundt fjerne stjerner | |
| b) Vi kan finne fremmede planeter ved å studere stjernen som planetene går rundt ... | |
| c) Vi kan nå observere lyset fra noen planeter i andre solsystemer | |
| d) En planet rundt en annen stjerne kalles en eksoplanet | |

Oppgave 33

- a) Hva er et solsystem?
b) Hvordan kan vi observere planeter i andre solsystemer?
c) Les mer om nye planeter rundt andre stjerner: <http://www.astro.uio.no/ita/artikler/planeter.html>.
Hvorfor er de oppdagede planetene så mye større enn Jorda?

Oppgave 34: Sett strek mellom uttrykk som betyr omtrent det samme.

sentrum	retning
varierte	bryte sammen
univers	kjerne
kollapse	tett
gravitasjon	verdensrom
krympe	hele verden
avstand	stjerne
konsentrert	minke
sol	tyngdekraft
beskyttelse	vern
krater	middelverdi
vitenskapsmann	hull
kurs	forskjellig
global	forsker
gjennomsnitt	distanse
rottere	snurre

Lysår

Oppgave 35: Rett eller feil?

rett | feil

- | | |
|---|--|
| a) Et lysår er et veldig langt år | |
| b) Lysår er mål for avstand | |
| c) Lyset går 300 000 kilometer per time | |
| d) Lyset vi ser fra Andromedagalaksen ble sendt ut for 2,5 millioner år siden ... | |

Oppgave 36

- a) Forklar hva et lysår er.
- b) Lyset bruker litt over 8 minutter fra Sola til Jorda. Vis dette ved regning.
- c) Regn ut hvor lang tid et romskip vil bruke til Alpha Centauri hvis farten er 50 000 km/s.

Stjernehoper

Oppgave 37

- a) Hva er det som holder stjernene i en stjernehop sammen?
- b) Hvor mange stjerner kan en kulehop inneholde?
- c) Les mer om den åpne stjernehopen Pleiadene: <http://no.wikipedia.org/wiki/Pleiadene>. Omtrent hvor mange stjerner inneholder den?

Galakser

Oppgave 38: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Melkeveien er navnet på vår nabogalakse..... |
- b) Alle stjernene som vi ser på himmelen, ligger i Melkeveien |
- c) Andromedagalaksen er en av Melkeveiens nabogalakser |
- d) Vårt solsystem ligger i sentrum av Melkeveien |
- e) I sentrum av Melkeveien er det et sort hull |
- f) Det er umulig å observere andre galakser |
- g) Andromedagalaksen og Melkeveien vil kolliderer en gang i framtiden ... |

Oppgave 39

- a) Hva er en galakse?
- b) Omtrent hvor mange stjerner inneholder Melkeveien?
- c) Når det gjelder galaksenes form/utseende, hva kaller vi de tre hovedtypene?
- d) Hva finnes i midten av de fleste galakser?
- e) Les mer om Melkeveien: <http://no.wikipedia.org/wiki/Melkeveien>. Hva er opphavet til navnet?

Oppgave 40: Sett inn riktig ord.

galakse – spiralgalakse – lysår – nøytronstjerne – konsentrasjon – magnetfelt – atomkjernen – ultrafiolette – meteoritt – komet – asteroider

- a) Jorda har et mellom polene.
- b) Elektronene går i baner rundt
- c) De strålene fra Sola kan være farlig for huden.
- d) En blir lysende når den kommer nær Sola.
- e) En er en gigantisk samling av stjerner, støv og gass.
- f) Et er den avstanden som lyset går på et år.
- g) En stein fra verdensrommet som faller ned på Jorda, kalles en
- h) er små og store steiner mellom Mars og Jupiter.
- i) En har lite volum og stor tetthet.
- j) Melkeveien er en
- k) En stor av gass betyr at gassen har stor massetetthet.

Big Bang

Oppgave 41: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Big Bang betyr at universet begynte med et smell |
- b) Big Bang betyr at universet begynte i ett punkt |
- c) Hubble mente at galaksene fjernet seg fra hverandre |
- d) Grunnstoffet hydrogen ble dannet noen få minutter etter Big Bang |
- e) Hydrogenatomet har et proton, et nøytron og et elektron |
- f) 99 % av alle atomer i universet er hydrogenatomer og heliumatomer |

Oppgave 42

- a) Hva fant Hubble ut i 1929?
- b) Forklar Big Bang-teorien.
- c) Hvordan oppstod de første atomene?
- d) Fortell om hydrogenatomet.
- e) Hvor gammelt mener astronomene at universet er?
- f) Hvor stor del av universets innhold utgjør vanlig, kjent materie?
- g) Hvordan vet astronomene at det finnes mørk materie i universet?

Oppgave 43: Sett ordene i riktig boks.

jern, planet, hydrogen, elektron, karbon, vann, oksygen, asteroide, karbondioksyd, stjerne, is, helium, måne, svovelsyre, komet, nitrogen, nøytron, stein, proton, meteor, foton, vann, galakse, nikkel, kvante, neon, sol, sort hull, metan, argon, nøytrino

Objekter i verdensrommet

Grunnstoffer

Stoff som består av forskjellige atomer

Atompartikler

Astronomiens historie

Oppgave 44: Rett eller feil?

rett | feil

- a) I gamle kulturer lagde de kalendere som bygde på bevegelsene til Sola, Månen og stjerner ... |
- b) Stjernebilder er planetene på himmelen |
- c) En verdensmodell med Sola i sentrum, kalles heliosentrisk |
- d) Ptolemaios sa at Sola stod i sentrum i universet |
- e) Erastotenes regnet ut hvor langt det var rundt Jorda |

Oppgave 45

- a) Hva er dyrekretsen?
- b) Hva mente Aristarkhos om plasseringen av Sola og Jorda i universet? Når levde han?
- c) Fortell om modellen til Ptolemaios.
- d) Hvorfor likte kirken teoriene til Aristoteles og Ptolemaios.

- e) Fortell om hvordan Kopernikus mente at universet var.
- f) Fortell hvordan Kepler mente at planetene gikk rundt Sola.
- g) Les mer om Galilei og fortell hva hans viktigste oppdagelser var (ikke bare innen astronomi):
http://www.astro.uio.no/ita/undervisning/a101/olavkm/forel/f3/f3_galilei.html
- h) Hva er gravitasjonsloven?
- i) Fortell om Newtons lover for bevegelse: i) treghetsloven, ii) kraftloven, iii) reaksjonsloven
- j) Se animasjon av lysbrytning: <http://web.gfi.uib.no/metskole/site/bm/5-7klasse/lys/brytning2.html>

Oppgave 46: Sett inn riktig ord.

teleskop – gravitasjon – flo – observere – astronom – geometri – pyramide – dyrekretsen – atom – fargespekter – tetthet – omgivelser

- a) Et har en kjerne og elektroner som går rundt seg.
- b) Stoff med stor har atomer som ligger tett.
- c) Når havet stiger og står på sitt høyeste, har vi
- d) er lære om matematiske figurer.
- e) En er en figur som er spiss i toppen.
- f) Et bruker vi til å studere himmelen.
- g) betyr det samme som tyngdekraft.
- h) Å betyr å se og undersøke.
- i) Det vi har rundt oss er våre
- j) En er en person som studerer universet.
- k) Når lyset går gjennom et prisme, får vi et
- l) er tolv stjernebilder på himmelen.

Oppgave 47: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Ca. 300 år f.Kr. mente Aristarkhos at Jorda og planetene gikk rundt Sola |
- b) Den kristne kirken var uenig med Ptolemaios |
- c) Kirken likte ikke teoriene til Kopernikus og forbød boka hans |
- d) Kepler fant ut at planetene gikk rundt Sola i sirkler |
- e) Kepler sa at farten til planetene rundt Sola ikke var jevn |
- f) Kepler sa at planeter med lang avstand til Sola, brukte lang tid på en runde |
- g) Galilei var den første som studerte himmelen med et teleskop |
- h) Isaac Newton var uenig i teoriene til Kopernikus, Kepler og Galilei |
- i) Newton sa at tyngdekraften til Jorda holdt på Månen |
- j) Newton sa at Månen lager flo og fjære i havene på Jorda |
- k) Akselerasjon betyr at farten øker eller avtar |
- l) Newton oppdaget at hvitt lys kan brytes i farger |
- m) Newton utviklet et teleskop med linser |

Oppgave 48

- a) Hva betyr E , m og c i formelen $E=mc^2$?
- b) Hva skjer hvis et atom blir delt, ifølge Einstein?
- c) Einstein så annerledes på gravitasjonen enn Newton. Fortell kort hvordan.

Utforsking av verdensrommet i dag

Oppgave 49: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Lys er elektromagnetiske stråler |
- b) Radiobølger er elektromagnetiske stråler |
- c) Mennesker kan se ultrafiolett lys (UV-stråler) |
- d) Alle teleskoper står på Jorda |
- e) Radioteleskoper er vanligvis mye større enn teleskoper for synlig lys |
- f) Atmosfæren til Jorda slipper gjennom alle typer stråling |
- g) Hubble-teleskopet er en satellitt med teleskop |
- h) "James Webb Space Telescope" går i dag i bane rundt Jorda |

Oppgave 50

- a) Hvilke hovedtyper av elektromagnetisk stråling finnes det?
- b) Hvilke typer stråling har mest energi?
- c) Hvor finner vi de største teleskopene på Jorda?
- d) Hvordan kan vi bruke datateknologi for å observere bedre?
- e) Hvorfor må vi ha teleskop i verdensrommet for å observere enkelte typer stråling?

Oppgave 51: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Jurij Gagarin var den første mannen på Månen |
- b) Sputnik 1 var den første satellitten som gikk rundt Jorda |
- c) Sputnik 2 hadde med seg et menneske opp i verdensrommet |
- d) Apollo 11 landet på Månen i 1961 |
- e) I 2004 var det mennesker på Mars |
- f) På Mars er det robot-kjøretøy som undersøker planeten |

Oppgave 52

- a) Fortell om Sputnik 1 og Sputnik 2 i 1957.
- b) Hvilket land var først til å sende et menneske opp i verdensrommet?
- c) Fortell om månelandingen i 1969.
- d) Se bilder og videoer om månelandingene: <http://www.panoramas.dk/moon/mission-apollo.html>
- e) På hvilken måne (utenom Jordas måne) har det landet romsonder?

Egen utforskning av verdensrommet

Oppgave 53: Rett eller feil?

rett | feil

- a) Vi kan bruke kikkert for å se landskapet på Månen |
- b) Et stjernekart viser stjernebilder på himmelen |
- c) Du kan se Pluto med en kikkert |
- d) Refraktor og reflektor er forskjellige typer teleskop |
- e) Alle amatørteleskop har motor som gjør at teleskopet følger stjernene ... |
- f) Stjernehimmelen sett fra Norge forandrer seg ikke i løpet av året |

- g) Planetene blinker på samme måte som stjernene på natthimmelen.
- h) Stjernene i et stjernebilde ligger alle i samme avstand fra Jorda.
- i) Polaris er en stjerne som ligger nær den nordlige himmelpolen.
- j) Karlsvogna er et stjernebilde.

Oppgave 54: Sett ordene i riktig boks.

Brahe – kikkert – Kopernicus – astronom – romskip – teleskop – Newton – fysiker – satellitt – rakett – radioteleskop – Einstein – reflektor – Galilei – Apollo – forsker – termometer – Sputnik – Ptolemaios – observatør – romstasjon – heks – Hubble – romsonde – prisme – refraktor – Kepler – geni – røntgenteleskop – romferge – Erastotenes

Romfartøy

Mennesker og yrker

Instrument

Navn på astronomer

Oppgave 55

- a) Lær mer om hva du selv kan se: <http://www.astro.uio.no/ita/DNP/nineplanets/see.html>
- b) Stjernekart (med planeter): www.astronomi.no/kart.php
- c) Gjør oppgaver om størrelser i verdensrommet (klasseprosjekt):
<http://www.astronomi.no/storrelser.php>

Oppgave 56: Sett inn riktig ord.

observere – synlig – elektromagnetiske – bølgelengde – observatorium – korrigere – atmosfære – ultrafiolette – satellitt – romsonde – stjernekart – reflektor – Polaris

- a) Et er et sted der himmelen blir studert.
- b) Å betyr det samme som å studere og undersøke.
- c) Gassene rundt planetene kalles
- d) stråler fra Sola kan være farlig for huden.
- e) En er et romfartøy som går rundt Jorda.

- f) Å betyr det samme som å rette opp.
- g) At noe er , betyr at vi kan se det.
- h) Sola sender ut mange ulike bølger.
- i) Solstrålene består av bølger med forskjellig
- j) En er et romfartøy uten mennesker.
- k) På et fins det mange stjernebilder.
- l) står rett over Nordpolen på himmelen.
- m) En er det samme som et speilteleskop.

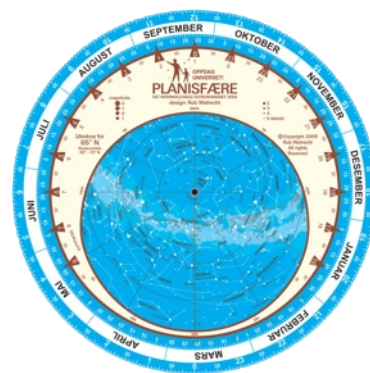
Praktiske oppgaver med bruk av teleskop

I 1609 foretok Galileo Galilei de første observasjonene av himmelen med et teleskop. Teleskopet var nettopp funnet opp, og Galileis første modeller var dårlige sammenlignet med dagens amatørteleskop. Likevel gjorde han mange fantastiske oppdagelser. Galilei så ting som ingen hadde sett før: Fjell og krater på Månen, fasene til Venus, de fire største månene til Jupiter, et mylder av stjerner over hele himmelen og mørke flekker på Sola.

Galileoskopet er et lite linseteleskop som er spesiallaget for Astronomiåret 2009. Det ligner litt på Galileis teleskop, men bildekvaliteten er mye bedre. Galileoskopet kan bestilles på Astronomiårets norske hjemmesider (www.astronomi2009.no) eller skaffes via lokale vitensentre. Du kan selvsagt bruke andre tilsvarende teleskop til oppgavene. En vanlig, god prismekikkert kan også brukes, selv om forstørrelsen ikke er stor nok til enkelte av observasjonene. Det er helt nødvendig å bruke stativ, slik at det du ser på holder seg rolig.

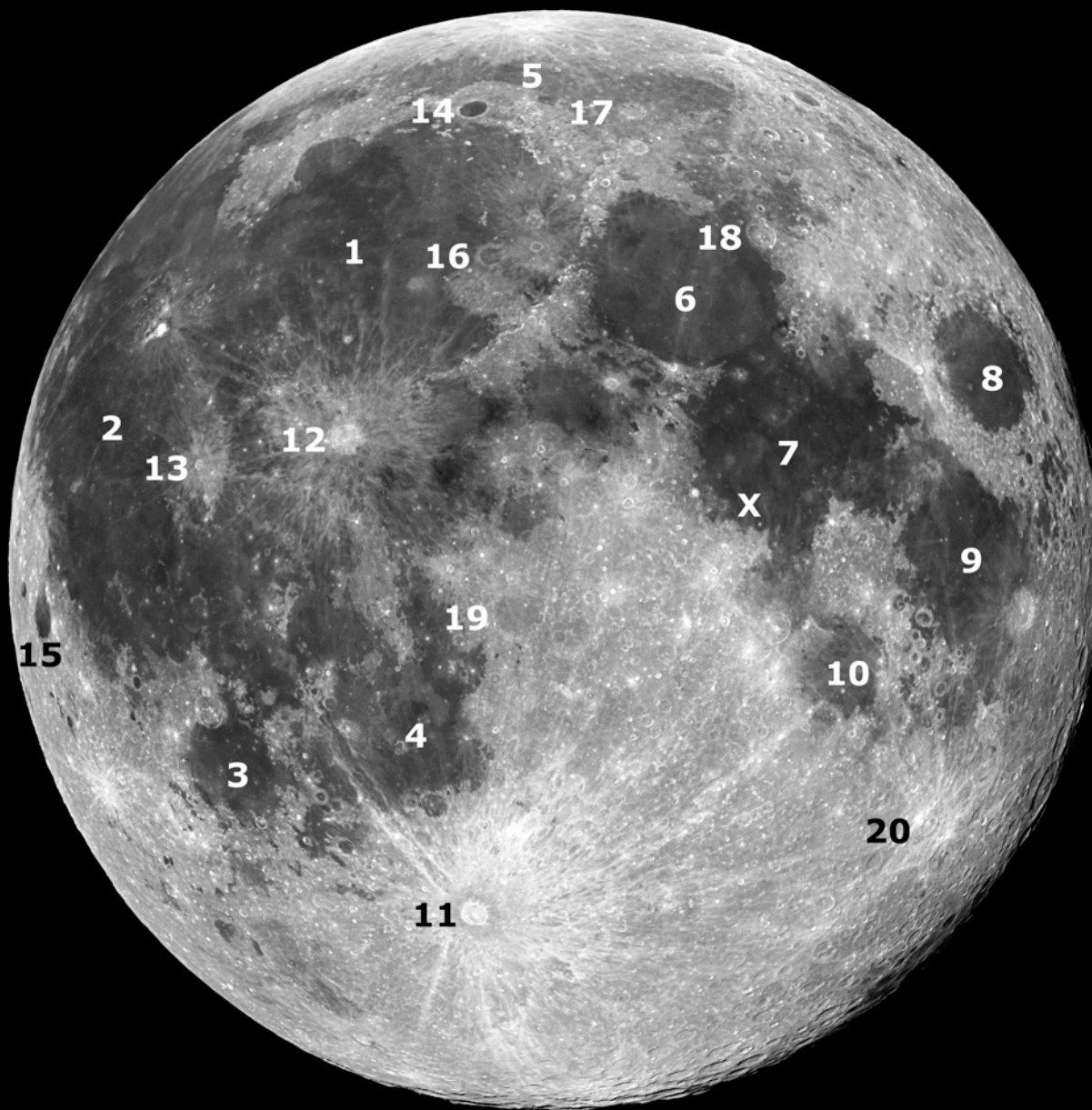
Hvordan finne objektene på himmelen?

For å finne fram på natthimmelen bruker vi sterke stjerner som danner velkjente mønstre og figurer, altså stjernebilder. Vi kan bruke et enkelt stjernekart (side 29) eller et dataprogram for å bli mer kjent med stjernehimmelen før vi går ut for å observere. Planisfærer er også et nyttig redskap. Slike dreibare stjernekart kan stilles inn på en gitt dato og tidspunkt, og vil da vise hvilke stjernebilder som er synlige. Se her: www.astronomi.no/dreibare.php. Man kan også bruke internett. På www.astronomi.no/kart.php finner du blant annet stjernekart som gjelder for ulike steder i Norge. Dato og tid kan justeres.



Stellarium (www.stellarium.org) er et gratis og meget flott “planetariumsprogram” som anbefales til alle som vil lære om stjernehimmelen. Programmet viser også hvilke planeter og stjernebilder som er synlige på et gitt tidspunkt – veldig nyttig når du skal planlegge observasjonene dine. Les mer på side 54.





Månen

Observasjonsoppgave 1: Månens overflate

- Studér kratrene og de mørke slettene (“havene”) på Månen. Det er faktisk best å observere når Månen ikke er full. Grensen mellom den belyste og den mørke delen av overflaten kalles terminatoren, og det er her vi ser detaljer i månelandskapet best.
- Bruk kartet av fullmånen over og se om du kan få øye på noen av kratrene (nummerert 1–10) og havene (11–20) gjennom teleskopet. Husk at bildet i Galileoskopet (og enkelte andre teleskop) er opp-ned og speilvendt.

“Hav”: 1. Mare Imbrium, 2. Oceanus Procellarum, 3. Mare Humorum, 4. Mare Nubium, 5. Mare Frigoris, 6. Mare Serenitatis, 7. Mare Tranquillitatis, 8. Mare Crisium, 9. Mare Fecunditatis, 10. Mare Nectaris.

Kratre: 11. Tycho, 12. Copernicus, 13. Kepler, 14. Plato, 15. Grimaldi, 16. Archimedes, 17. Aristoteles, 18. Posidonius, 19. Ptolemaios, 20. Stevinus.

Apollo 11 landet i Mare Tranquillitatis (Stillhetens hav) i 1969, på stedet merket “X” på kartet.

- c) Bruk teleskopet (eller prismekikkerten) og tegn en skisse av Månen. Sammenlign med et ekte månebilde og se om du kjenner igjen noen av kratrene, havene og de andre overflatetrekkene.

Venus

Observasjonsoppgave 2: Fasene til Venus

Fordi Venus går i bane innenfor Jorda, framviser den faser, akkurat som Månen. Siden avstanden fra Jorda til Venus varierer, endrer også størrelsen seg. Se på denne filmsnutten, satt sammen av bilder tatt over flere måneder:

<http://apod.nasa.gov/apod/ap060110.html>



- a) Bruk teleskopet og finn ut hvilken fase Venus har. Lag en enkel skisse av fasen.
- b) Gjenta observasjonene en til to ganger hver måned over en lengre periode. Øker eller minker fasen?

På <http://aa.usno.navy.mil/data/docs/diskmap.php> kan du beregne hvordan Månen, Venus og andre objekter ser ut på en gitt dato (klokkeslettet er ikke så viktig å stille inn).

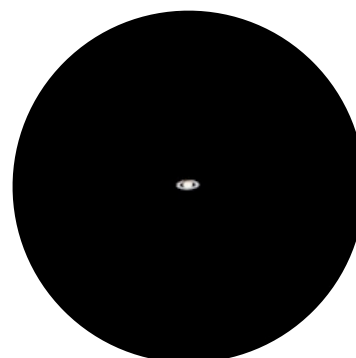
Saturn

Observasjonsoppgave 3: Ringsystemet

Galilei oppdaget i 1610 at Saturn hadde en “klump” på hver side og trodde det var to måner. Teleskopet hans var ikke godt nok til at han kunne se at det var en flat skive.

Bruk teleskopet og se om du kan få øye på Saturns ringer. Hvordan er helningen til ringene? Sammenlign med bildene fra Hubble-teleskopet på side 11.

Ringsystemet heller 27 grader i forhold til Saturns omløpsplan rundt Sola. Det gjør at ringene endrer utseende etter hvert som planeten går rundt Sola. Gjennom 2009 vil helningen (dessverre) være liten, og på høsten vil ringene midlertidig “forsvinne” fordi de da sees fra kanten. På denne tiden er Saturn dessuten for nær Sola på himmelen til at den kan observeres. Etter 2009 vil ringene bli mer og mer synlig.



Saturn er ikke spesielt stor når man ser den gjennom et lite teleskop

Jupiter

Observasjonsoppgave 4: De galileiske måner



Galileo Galileis kanskje største oppdagelse var de fire store månene rundt Jupiter. Io, Europa, Callisto og Ganymedes kalles i dag for de galileiske måner. Jupiter har over 60 måner, men disse fire er de klart sterkeste.

Observér Jupiter hver kveld i en uke, og tegn posisjonene til de månene du ser. Av og til vil en eller flere av månene være foran eller bak Jupiter, og da kan de ikke sees. Klarer du å bestemme hvilken vei de går rundt Jupiter?

Sola

Observasjonsoppgave 5: Solflekker

Observasjoner av Sola med amatørteleskop gjøres enten ved projisering på en skjerm bak okularet eller ved bruk av et solfilter *foran* teleskopåpningen. En voksen person bør alltid være til stede.

- Projisering: www.astronomi.no/sol_obs.php
- Solfilter: www.astronomi.no/solfilter.php

NB: Se aldri gjennom et teleskop eller en kikkert uten godkjent solfilter foran lysåpningen!

- Studer Sola med teleskop over en måned, helst flere ganger i uken. Tegn en skisse av soloverflaten hvis du ser solflekker. Merk deg hvordan solflekkeene endrer både form og posisjon etter hvert som dagene går og Sola roterer.
- Klarer du å beregne Solas rotasjonstid ut fra hvor lang tid en solfleck bruker på å bevege seg over solskiven?

Sjekk gjerne de daglige bildene fra solobservatoriet SOHO:

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime-images.html>. Sammenlign bildet som heter “MDI Continuum” med dine egne observasjoner og tegninger.

Pleiadene

Observasjonsoppgave 6: Antall synlige stjerner – med og uten teleskop

Pleiadene er en åpen stjernehop (side 18) som lett kan sees uten kikkert. Den ligger et stykke ovenfor og til høyre for stjernebildet Orion – se stjernekartet på side 29. Mange kjenner den som Syv-stjernen, fordi det sies at man kan skjelve syv stjerner på en veldig klar natt. Den er også oppkalt etter de syv søstre, Pleiadene, i gresk mytologi.

- Studér Pleiadene bare med øynene. Hvor mange enkeltstjerner kan du se?
- Bruk deretter et teleskop eller en prismekikkert. Hvor mange stjerner kan du telle nå?

Orientåken

Observasjonsoppgave 7

Himmelen er full av vakre stjerneåker. Den mest lyssterke er Orientåken, som utgjør sverdet som henger under Orions belte – se stjernekartene på side 28 og 29. Den kan sees som en liten diffus flekk selv med det blotte øye.

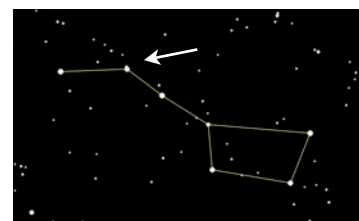
Se på Orientåken i et teleskop. Klarer du å se det “slørete” lyset rundt stjernene midt i åken?

Dobbeltstjerner

Observasjonsoppgave 8: Mizar og Alcor i Karlsvogna.

Den midterste av de tre stjernene i Karlsvognas “drag” heter Mizar. Med godt syn og en mørk himmel er det ganske lett å se at det ligger en nabostjerne like i nærheten – den heter Alcor.

Det viser seg at Mizar er en dobbeltstjerne: Gjennom et teleskop ser vi at Mizar ikke er én stjerne, men *to* stjerner (kalt Mizar A og Mizar B) veldig nære hverandre. Det var sannsynligvis Galileis student og



venn, Benedetto Castelli, som først oppdaget dette allerede i 1617.

- a) Klarer du å se Mizars nabo, Alcor, med bare øynene?
- b) Observer Mizar med teleskop. Klarer du å se at det er en dobbeltstjerne?
Tegn en skisse som viser hvordan Mizar A, Mizar B og Alcor ligger i forhold til hverandre.

I virkeligheten er faktisk begge Mizar-stjernene (A og B) også doble, men det kan vi ikke se med teleskop. Mizar er altså ikke to stjerner, men fire!



Andromedagalaksen og M81

Observasjonsoppgave 9

Den store Andromedagalaksen (side 19) dekker et himmelområde som er seks ganger så stort som fullmånen. Galaksen er imidlertid ganske lyssvak, så med et lite teleskop kan vi bare se kjerneområdet og ikke spiralarmene. Lyset er diffust, nesten som en tåkedott. Stjerner er derimot alltid små prikker. Galaksen kan sees med det blotte øye på en stjerneklar kveld.

- a) Se om du klarer å finne Andromedagalaksen med teleskopet. Bekreft at det er en diffus lysfleck du har i synsfeltet, og ikke en stjerne.
- b) M81 er en spiralgalakse ca. 12 millioner unna Jorda. Bruk et stjernekart og identifiser denne galaksen, som ligger over og litt bakenfor Karlsvogna. Klarer du å finne M81 med teleskopet? PS: Den er mye svakere enn Andromedagalaksen.

Utforsk selv

En av oppdagelsene til Galilei var at det er stjerner overalt på himmelen, også der det ser ut til å være “tomme” områder når vi bare bruker øynene. Det er spennende å sveipe over stjernehimmelen med et teleskop og se hva som dukker opp i synsfeltet. Prøv selv!

Stellarium – ditt eget planetarium

Stellarium er et svært flott og gratis dataprogram som viser stjernehimmelen med planeter, galakser, stjernehjørner og mye mer. Programmet viser himmelen akkurat slik den ser ut fra det stedet og tidspunktet du velger. Man kan også zoome inn på Jupiters måner, se tegninger av stjernebildene på himmelen og studere sol- og måneformørkelser som har vært eller som kommer. Alle anbefales å laste ned Stellarium både på skolens datamaskiner og hjemme: www.stellarium.org (finnes for både Windows, Mac OS X og Linux).

Det tar for mye plass å forklare alle mulighetene med Stellarium her. Det finnes engelsk bruksanvisning på Stellariums hjemmeside. For at du skal komme i gang, beskriver vi noen av de viktigste funksjonene her. Merk at det kan være forskjell i måten menyene er organisert og hva de heter, alt etter hvilken versjon av programmet du bruker.

Etter at du har installert og åpnet programmet, bør du gjøre deg kjent med de ulike menyene og innstillingene. Du kan for eksempel velge norsk språk og spesifisere hvilket sted du vil observere fra. Sjekk også at tidspunktet er korrekt. Husk å lagre endringene.

Stellarium viser nå himmelen slik den ser ut fra det stedet du har valgt. For å gå framover i tid (f.eks. til kvelden eller neste dag), bruker du pil-symbolene nederst på skjermen. Det er også mulig å bruke tastene J og L for å få tiden til å gå raskere bakover eller forover. Trykker du på K, går tiden

normalt igjen. Vil du oppsøke en gitt dato, er det lettest å gå inn i menyen og stille datoen der. Med piltastene på tastaturet kan du endre retningen du ser i. Stellarium starter alltid med utsikt mot sør.

Nederst på skjermen finnes knapper for ulike funksjoner. Prøv alle sammen, og se hva de gjør. Det er for eksempel mulig å få navn på de sterkeste stjernene og tegninger av alle figurene som stjernebildene skal forestille. Tasten P markerer planetene. Søkefunksjonen (forstørrelsesglass) er veldig nyttig: Hvis objektet finnes i databasen, flytter Stellarium rundt på himmelen og viser objektet midt i synsfeltet. Ikke alle objektene finnes på norsk, så prøv også med engelske navn.

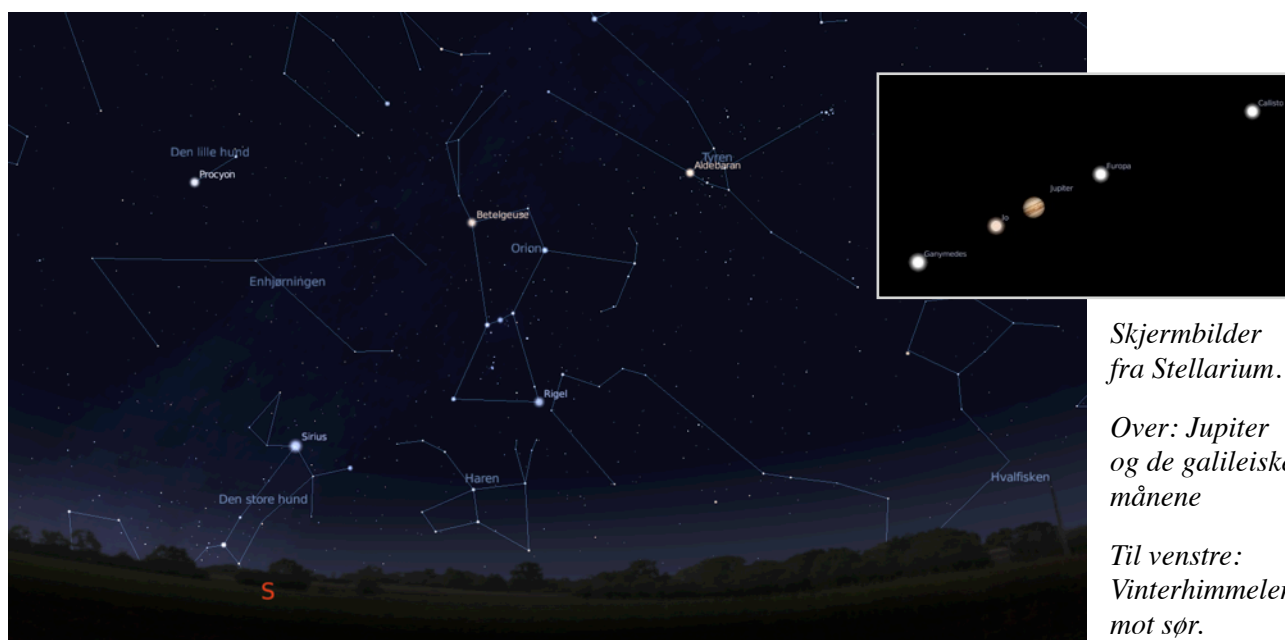
Du kan klikke på objekter du ser og få fram mer informasjon. Trykker du på mellomromstasten (space) etter å ha markert et objekt, holdes det i midten. Hvis du deretter øker hastigheten på tiden (ved å trykke et par ganger på L), vil objektet fortsatt være sentrert.

Sjekk i hjelpemenyen ('?') hvordan man zoomer. Let opp Jupiter eller Pleiadene ("Pleiades" på engelsk) med søkefunksjonen og zoom inn. Hvis objektet befinner seg under horisonten, kan du "fjerne" bakken ved å trykke på G. Hvis det er midt på dagen, kan du "slukke" Sola ved å trykke på A. Vil du ha Sola tilbake, trykk på A en gang til. Hvis du zoomer helt ut, vil du se hele himmelen i "vidvinkel".

For å se formørkelser, stilles klokken først inn på den aktuelle datoen og tiden formørkelsen skjedde eller kommer til å skje. Du kan også velge å se formørkelsen fra et annet sted. Deretter finner man fram til Sola eller Månen (alt etter hva som blir formørket), trykker på mellomromstasten (for å sentrere Sola/Månen) og zoomer litt inn. Så kan du øke farten på tiden (L), slik at formørkelsen kommer i gang. Stopp tiden med K, og gå tilbake med J hvis du plutselig gikk forbi formørkelsen.

Bruk litt tid på å sette deg inn i menyene og funksjonene. Stellarium er et svært elegant og avansert program som kan brukes i veldig mange sammenhenger.

Det er dessuten verdt å nevne Celestia (www.shatters.net/celestia), som også er et gratis og flott program for å utforske solsystemet og verdensrommet, i tillegg til WorldWide Telescope (www.worldwidetelescope.org; kun for Windows).



Skjermbilder fra Stellarium.

Over: Jupiter og de galileiske månene

Til venstre: Vinterhimmelen mot sør.

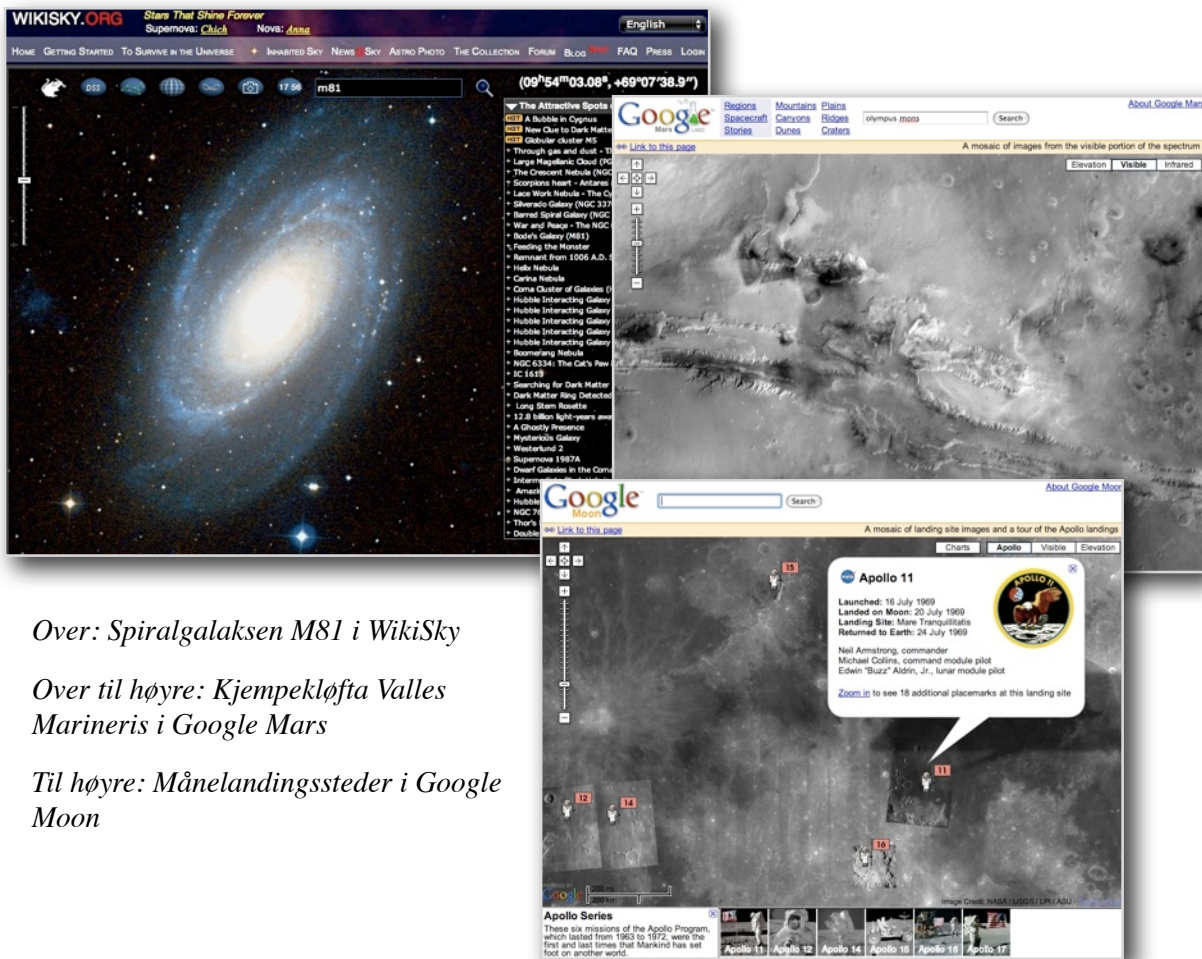
Månen, Mars og stjernehimmelen på nettet

De fleste kjenner til Google Earth (earth.google.com). Det finnes også interaktive kart for Månen, Mars og til og med hele stjernehimmelen, fritt tilgjengelig på internett.

- Google Moon: www.google.com/moon
- Google Mars: www.google.com/mars
- Google Sky: www.google.com/intl/no/sky
- WikiSky: <http://wikisky.org>

Skriv f.eks. “Orion” i søkefeltet på WikiSky, og zoom ut. Da ser du hele stjernebildet og alle tåkene som finnes der. Zoom inn på det du synes ser spennende ut. Bildene av himmelobjektene i WikiSky er bedre enn i Google Sky.

Du kan bruke timevis blant planeter, tåker og galakser, selv om du sitter hjemme i sofaen eller på skolebenken. Det er opp til deg å oppdage universet ...



Over: Spiralgalaksen M81 i WikiSky

Over til høyre: Kjempekløfta Valles
Marineris i Google Mars

Til høyre: Månelandingssteder i Google
Moon

Bilder og illustrasjoner

Bakside: T.A.Rector, I.P.Dell'Antonio/NOAO/AURA/NSF, Reto Stöckli, NASA GSFC Earth Observatory og Jan-Erik Ovaldsen • s. 2: Philippe Halsman • s. 4: United States Naval Observatory Library • s. 5: øverst: Astronomiåret 2009; nederst: Wikipedia Commons • s. 6: øverst NASA; midten: ukjent; nederst: NASA Earth Observatory • s. 7: de tre øverste: Wikipedia; nederst: NASA/JPL/USGS • s. 8: øverst: Anthony Ayiomamitis; formørkelsesillustrasjonene: Wikipedia Commons; nederst t.v. og t.h.: Anthony Ayiomamitis • s. 9: Merkur (øverst): NASA/Johns Hopkins University Applied Physics Laboratory/Carnegie Institution of Washington; Merkur (under): NASA; Venus (alle tre): NASA • s. 10: Mars (øverst): NASA, ESA og Z. Levay (STScI); Olympus Mons: NASA/USGS; Jupiter (t.h.): NASA, JPL og Space Science Institute; Jupiter (t.v.): ukjent • s. 11: øverst: DLR og NASA; midten: NASA og The Hubble Heritage Team (STScI/AURA); nederst t.v.: NASA/JPL; nederst t.h. (begge): NASA/JPL/Space Science Institute • s. 12: øverst t.v.: NASA/JPL-Caltech; øverst t.h.: NASA, ESA og M. Showalter (SETI Institute); midten (Neptun): NASA/JPL-Caltech; nederst: NASA, ESA, H. Weaver (JHU/APL), A. Stern (SwRI) og HST Pluto Companion Search Team • s. 13: øverst: JHUAPL/SwRI; nederst t.v.: ESO; nederst t.h.: Wikipedia • s. 14: øverst: Wei-Hao Wang; de tre i midten (fra venstre): Wikipedia; Stéphane Guisard; ESA; nederst: Arne Danielsen • s. 15: øverst: Stefan Seip; nederst t.h. (Sola): SOHO (ESA og NASA); nederst t.v.: Institutet för solfysik (solflekk) og SOHO (ESA og NASA) (solstorm) • s. 16: øverst: Bud Kuenzli; insatt: NASA; midten og nederst: Wikipedia Commons • s. 17: øverst, fra venstre: Robert Gendler; NASA, ESA, HEIC og The Hubble Heritage Team (STScI/AURA); NASA, ESA, J. Hester og A. Loll (Arizona State University); midten: Wikipedia Commons; nederst: ESO • s. 18: øverst t.v.: ESO; øverst t.h.: Jan-Erik Ovaldsen; nederst: Johannes Schedler (Pleiadene) og Robert Gendler (M13) • s. 19: øverst: Stéphane Guisard; insatt: CXC/M.Weiss; midten, fra venstre: NASA, ESA, S. Beckwith (STScI), The Hubble Heritage Team (STScI/AURA) og Robert Gendler; NASA, ESA og Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration; NASA, ESA, A. Aloisi (STScI/ESA) og The Hubble Heritage (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration; nederst (bakgrunn): Robert Gendler • s. 20: ovenfra: ukjent; Wikipedia Commons; Wikipedia Commons; NASA/WMAP Science Team • s. 21: Wikipedia Commons (begge) • s. 22: Wikipedia Commons (alle tre) • s. 23: øverst t.h.: ukjent; resten: Wikipedia Commons • s. 24: ovenfra: ESO/H.H.Heyer; Rick Peterson; Parkes Observatory; nederst (bakgrunn): Jyri Näränen • s. 25: øverst: Wikipedia Commons og Jan-Erik Ovaldsen; under t.h.: Wikipedia Commons; midten, fra venstre: ESA; Russ Underwood/Lockheed Martin Space Systems; NASA; SOHO (ESA og NASA); nederst t.v. og t.h.: NASA • s. 26: ovenfra: NASA/JPL; NASA; ukjent; ukjent • s. 27: øverst: Stellarium; midten og nederst: ukjent • s. 28: øverst: Duncan Smith; midten t.v.: Bill og Sally Fletcher; midten t.h.: Andrew L. Johnson • s. 29: Mikkel Steine (www.messier45.com) • s. 30: NASA/JPL/Space Science Institute • s. 36: Robert Gendler • s. 43: Wikipedia • s. 50: midten: Robert Walrecht; nederst: ukjent • s. 51: Steve Pace • s. 52: ukjent (alle tre) • s. 53: Wikipedia • s. 54: Wikipedia • s. 55: Stellarium (begge) • s. 56: t.v.: WikiSky.org; t.h. (begge to): Google

Flere av illustrasjonene er modifisert og oversatt til norsk av Jan-Erik Ovaldsen. Eventuelle feil eller utelatelser i krediteringen beklages og vil bli forsøkt rettet opp i senere utgaver.

Register

Registeret gjelder bare for tekst-
delen side 5–29, ikke lenkene og
oppgavene. De viktigste sidene
står med **uthevet** skrift.

- A**
Aldrin, Buzz 25
amatørteleskop 26
Andromedagalaksen 18, 19, 27
Apollo 11 25
Arecibo-teleskopet 24
Aristarkhos 21
Aristoteles 21
asteroide 6, 7, 10, **13**, 14, 26
asteroidebeltet 13
astronomi 5
astronomisk enhet (AE) 13
atmosfære 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14,
15, 16, 24, 25
atomkjerne 15, 20, 23
- B**
Barringer-krateret 15
Betelgeuse (stjerne) 28
bevegelseslovene 22
Big Bang **20**, 23, 24
Birkeland, Kristian 16
Brahe, Tycho 22
- C**
Callisto (Jupiter-måne) 11
Cassini (romsonde) 26
Ceres (dvergplanet) 13
Charon (Pluto-måne) 13
- D**
Deimos (Mars-måne) 10
Det internasjonale astronomi-
året 2009 5
drivhuseffekt 9
dvergplanet 6, **12**, 13
dyrekretsen 21, 27
- E**
Einstein, Albert 22
eksoplanet 18
ekvator 7
elektromagnetiske stråler 24, 25
elektroner 15, 16, 20
ellipse 6, 14, 22
elliptisk galakse, 19
Eratosthenes 21
- Eris (dvergplanet) 13
Eros (asteroide) 26
Europa (Jupiter-måne) 11
- F**
fase (til Månen eller Venus) 7, 22
fisjon 23
formørkelse, se måne- eller sol-
formørkelse
fullmåne 7, 8
fusjon 15, 16, 17, 20
- G**
Gagarin, Jurij 25
galakse 18, **19**, 20, 26, 27
galaksehopp 19
Galilei, Galileo 5, 11, **22**
gammastråling 25
Ganymedes (Jupiter-måne) 11
gasskjemper 6
gassky 16, 17
gassplanet 10, 11, 12, 26
geosentrisk 21
gravitasjon (kraft) 6, 7, 10, 16, 17,
20, 22, 23
gravitasjonsloven 22
grunnstoff 10, 17, 20
- H**
halvskygge 8
Haumea (dvergplanet) 13
heliosentrisk 21, 22
helium 10, 12, 15, 16, 20
helskygge 8
Hubble, Edwin 20
Hubble-teleskopet 12, 13, **25**
Huygens (romsonde) 11
hvit dverg (død stjerne) 16, 17
Hydra (Pluto-måne) 13
hydrogen 10, 11, 12, 15, 16, 17, 20
Hyperion (Saturn-måne) 11
- I**
infrarød stråling (varmestr.) 24, 25
Io (Jupiter-måne) 11
ionehale 14
irregulær galakse, 19
- J**
James Webb Space Telescope 25
Jorda **6**, 7, 8, 13, 14, 16, 17, 21,
22, 23, 25, 27
- Jupiter 6, **10**, **11**, 13, 22, 26
- K**
kalender 6, 21
karbondioksid 9, 10
Karlsvogna 28
Kattøyetåken 17 (+ forsiden)
Keck-observatoriet 24
Kepler, Johannes 22
kjerne 9, 10, 11, 12, 14, 17
kjernereaksjon 15, 16, 17
komet 6, 7, 10, **14**
Komet Hale-Bopp 14
Komet McNaught 14
Komet, Halleys 14
Kopernikus, Nikolaus 21, 22
korona 8
Krabbetåken 17
krater 7, 9, 15, 22
krumt rom 23
Kuiperbeltet 12
kulehopp, se stjernehop
- L**
Leonidene (meteorsverm) 14
linseteleskop 26
lysbrytning 23
lysforurensing 24
lysår 18
- M**
M13 (stjernehop) 18
Maat Mons (vulkan på Venus) 9
magnetfelt 10, 15, 16
Makemake (dvergplanet) 13
Mars 6, **10**, 13, 26
Melkeveien 18, **19**, 27
Merkur 6, **9**, 13, 26
meteor 14
meteoroider 14
meteoritt 14
månedag 5
måneformørkelse 8
Månen **7**, **8**, 21, 22, 25
mørk energi **20**, 23
mørk materie 20
- N**
ne (månefase) 7
Neptun 6, **12**, 13
New Horizons (romsonde) 13
Newton, Isaac 22, 23

Nix (Pluto-måne) 13
Nordisk Optisk Teleskop 24
nordlys, se polarlys
Nordpolen 7
Nordstjernen, se Polaris
ny (månenfase) 7
nøytroner (kjernepartikkel) 17, 20
nøytronstjerne 17

O

Olympus Mons (fjell på Mars) 10
Opportunity (robotbil på Mars) 26
Orion (stjernebilde) 4, 28
Oriontåken (M42) 26, 28

P

Paranal-observatoriet 24
Parkes-observatoriet 24
Phobos (Mars-måne) 10
Phoenix (romsonde) 10
planetarisk tåke 16, 17
Pleiadene (stjernehop) 18, 16, 26
Pluto 6, **12**, 13
Polaris 27
polarlys 16
protoner (kjernepart.) 15, 16, 20
Proxima Centauri (stjerne) 13
Ptolemaios 21

R

radiobølger 24, 25
reflektor, se speilteleskop
refraktor, se linseteleskop
relativitetsteori 23
Rigel (stjerne) 28
ringsystem 11, 12
romfart 25, 26
rød kjempe (stjerne) 16, 17
røntgen (stråling) 24, 25

S

Saturn 6, **11**, 13, 26, 30
skuddår 6
SOHO (romsonde/satellitt) 15, 25
Sola 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14,
15, 16, 17, 19, 21, 22
soldag 5
soldøgn 9
solflekk 15
solformørkelse 8
solhøyde 7
solsystem **6**, 12, 13, 14, 18, 19

solvind 15, 16
sort hull 17, 19
speilteleskop 26
spiralgalakse, 19
Spitzer-teleskopet 25
Sputnik 1/2 25
steinplaneter 6
Stellarium (programvare) 26
stjerne 6, 7, 15, **16**, 17, 18, 19, 20,
21, 26, 27, 28, 29
stjernebilde 18, 21, 27, 28
stjernehop 18
stjerner kart 26, **29**
stjerneskudd, se meteor
støvhale 14
supernova 17
sørlys, se polarlys
Sørpolen 7

T

teleskop 5, 10, 12, 16, 17, 18, 20,
22, 23, **24**, **25**, **26**
tidevann 7
Titan (Saturn-måne) 11, 26
trykk 9, 15, 16
tyngdekraft, se gravitasjon

U

ultrafiolett (stråling), 15, 24, 25
Uranus 6, **12**, 13

V

vakuum 25
Valles Marineris (kløft på Mars) 10
varmestråling (infrarød str.) 15
Venus 6, **9**, 13, 22, 26

X

XMM-Newton (romteleskop) 25

Å

åpen stjernehop, se stjernehop
årstid 7



ISBN 978-82-990556-4-2 (PDF)