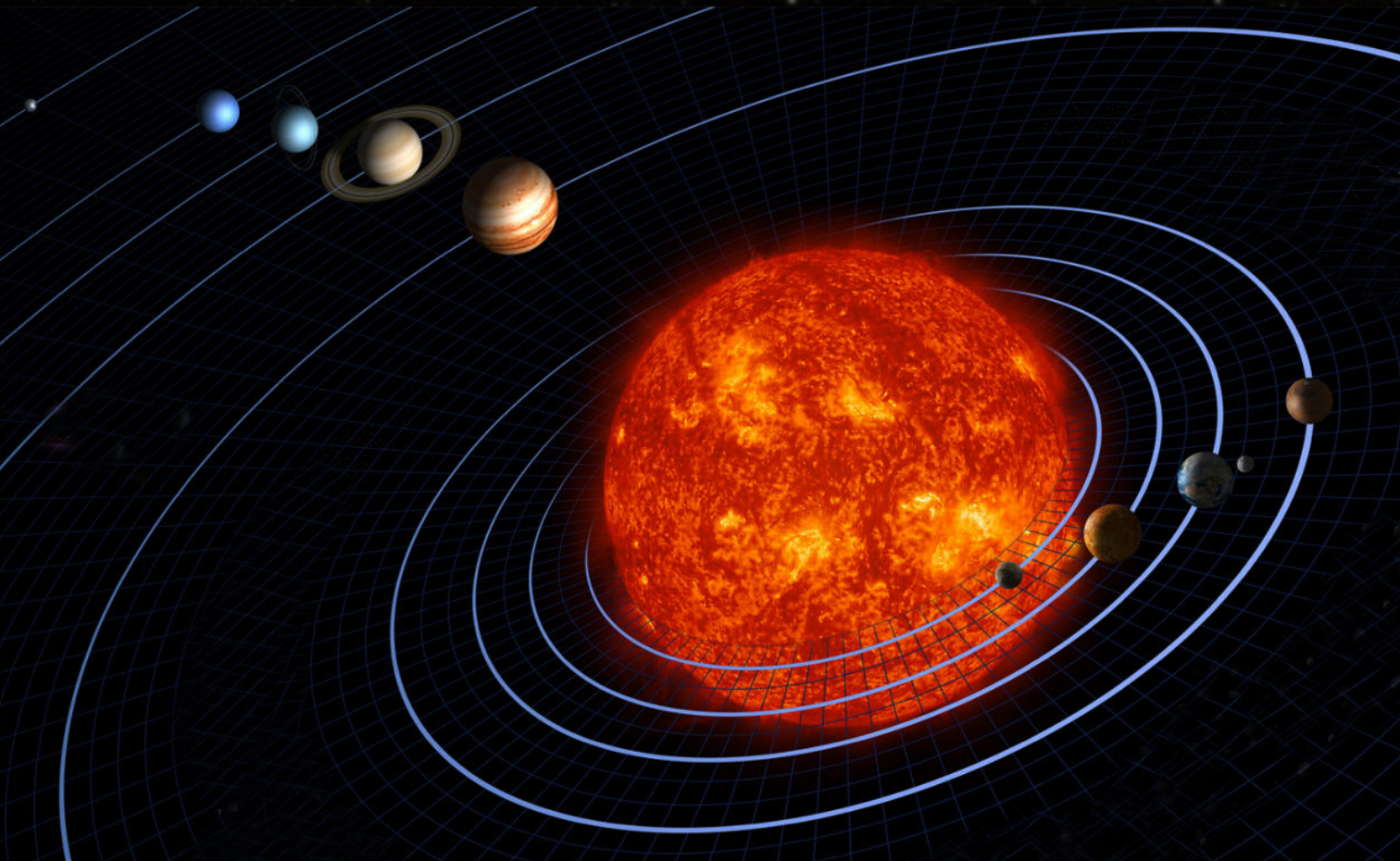


PLANETSTIEN

Solsystemet i målestokk 1:1 milliard langs Storånå og Stokkelandsvannet



PLANETSTIEN

Denne folderen gjengir Planetstien i Sandnes slik den er fysisk plassert ut langs Storånå og Stokkelandsvannet i målestokk 1:1 milliard. Ta gjerne med deg denne folderen på den lærerike og kjekke turen fra planet til planet.

På tur langs Storåna og Stokkelandsvannet kan en stifte nærmere bekjentskap med planetene våre. Vårt solsystem er uendelig stort, så stort at det er vanskelig å danne seg en oppfatning av størrelsene. En vandring langs Planetstien vil gi et innblikk i dimensjonene som råder. Her er Sola, Jorda og de øvrige planetene plassert ut i riktig avstand i forhold til hverandre i målestokk 1: 1 milliard det vil si at når en beveger seg

1 meter langs stien, tilsvarer det 1 million kilometer ute i verdensrommet.

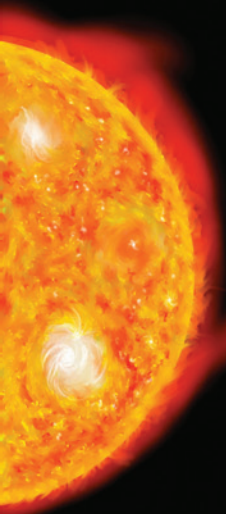
Langs Planetstien er det mulig å bevege seg helt fra Sola til Pluto, det utgjør til sammen en strekning på 5,95 km. De fleste planetene ligger langs Storåna, mens Neptun og Pluto er å finne langs Stokkelandsvannet. Planetene er plassert i "riktig" avstand fra hverandre. Ved hver planet-

stasjon er det informasjon om den enkelte planeten og en bronseplate med et relieff av planeten i samme målestokk slik at en også kan ta på og føle størrelsen. Sola har i denne målestokken en diameter på 1,39 m utformet som en stålkule.

På bronseplatene er det opplysninger om planetene i blindeskrift.

Det finnes flere steder å parkere hvis du ikke bor i nærheten av Planetstien. Det er også fullt mulig å sykle, men ta hensyn til de som går. Best parkeringsmuligheter er det ved starten, like ved Sola. Her kan du parkere ved Bruelandsenteret eller ved den gamle Sandnes stasjon-

SOLA



MERKUR



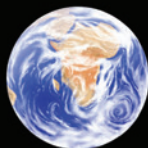
Avstand fra Sola, 59,9 milliarder km

VENUS



Avstand fra Sola, 108 milliarder km

JORDA



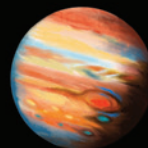
Avstand fra Sola, 150 milliarder km

MARS



Avstand fra Sola, 228 milliarder km

JUPITER



Avstand fra Sola, 778 milliarder km

SATURN



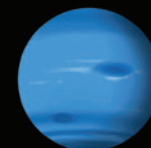
Avstand fra Sola, 1.427 milliarder km

URANUS



Avstand fra Sola, 2.870 milliarder km

NEPTUN

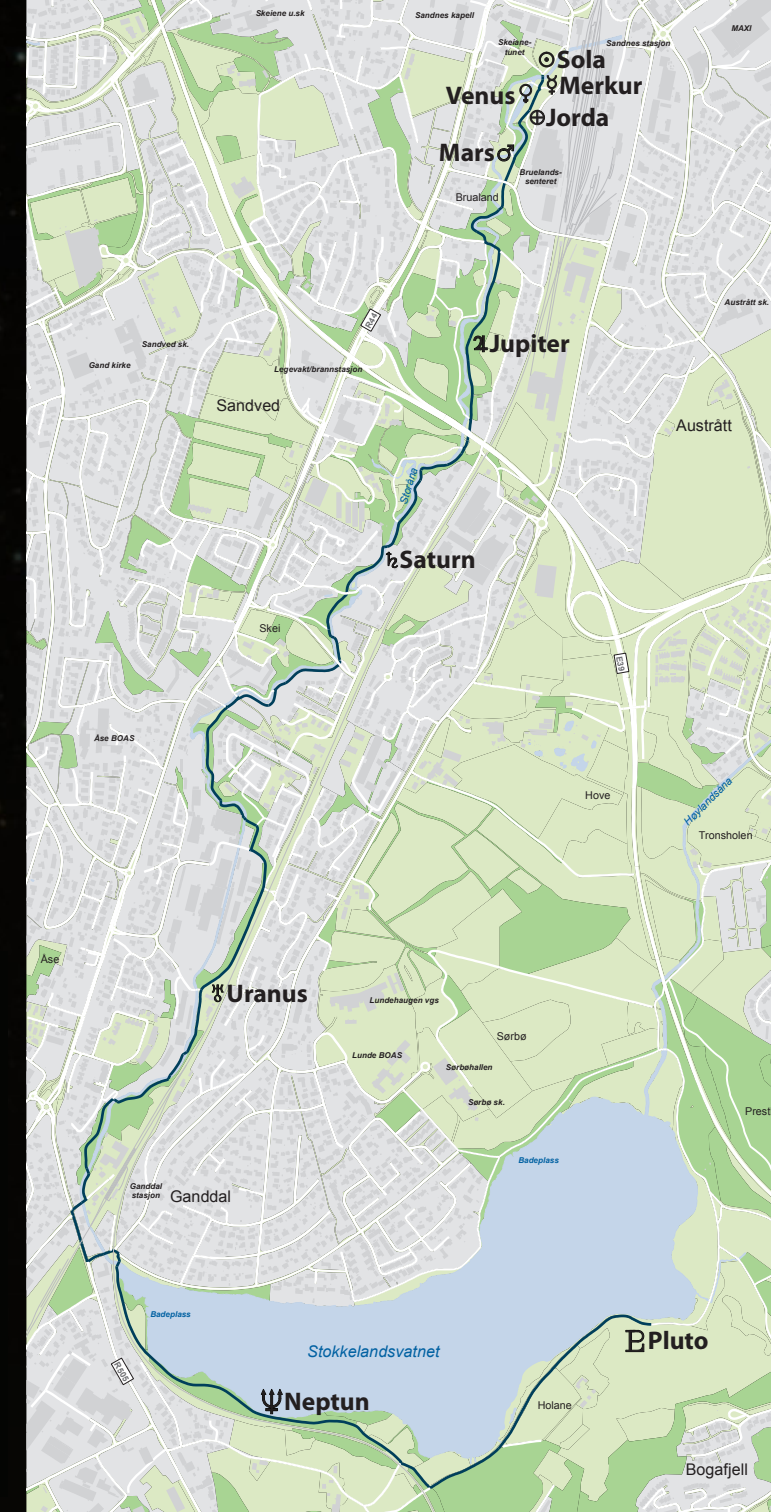


Avstand fra Sola, 4.497 milliarder km

PLUTO



Avstand fra Sola, 5.946 milliarder km



SOLA

Sola er stjernen i sentrum av solsystemet, og alle planetene går i bane rundt den. Som alle stjerner er den en kule av glødende gass. Temperaturen på den synlige overflaten, som kalles fotosfæren, er 5.500 °C, mens i sentrum når den 15,5 millioner grader. Det er her inne at solenergien produseres, energien som gjør livet på Jorda, og dermed oss mennesker, mulig.

Sola har en diameter på 1,4 millioner km, som er 109 ganger Jordas diameter. Massen er 333.000 ganger Jordas, eller 3.000 milliarder milliarder kg. Den består i hovedsak av de to letteste grunnstoffene hydrogen (71% av massen) og helium (27%). Alle de andre grunnstoffene utgjør altså bare rundt 2%. Fordi temperaturen er så høy, er gassen i form av et plasma, der elektronene ikke er bundet til atomkjernene. Som Jorda roterer Sola om sin egen akse. Tiden for en omdreining ved ekvator er 25 dager, som er kortere enn nær polene, der den er 34 dager.

Solenergien oppstår ved kjernereaksjoner i sentrum av Sola, der temperaturen er høy nok til at kjernene i hydrogenatomet, protoner, kan smelte sammen og danne heliumkjerner. I denne prosessen blir noe av massen til protonene omdannet til energi, i henhold til Einsteins berømte formel, $E = mc^2$.

Akkurat som Jorda har Sola et magnetfelt, men det er langt mer variabelt. Rundt hvert 11. år skifter feltet retning, så den magnetiske nordpolen blir sydpol, og omvendt. Når dette skjer er feltet på det svakeste. Allerede før vår tidsregning oppdaget kinesiske as-

tronomer at det kunne opptre mørke flekker, solflekker, på soloverflaten. Disse opptrer hyppigst når magnetfeltet er på det sterkeste, og vi snakker om et solflekkmaksimum. Hver enkelt flekk kan være større enn Jorda og ha et magnetfelt som er 1.000 ganger sterkere enn på Sola forøvrig. Det sterke magnetfeltet blokkerer strømmen av varm gass som kommer opp fra Solas indre. Dette forklarer hvorfor temperaturen her er rundt 1.000 °C lavere enn på resten av Sola, noe som gjør at flekkene ser mørke ut.

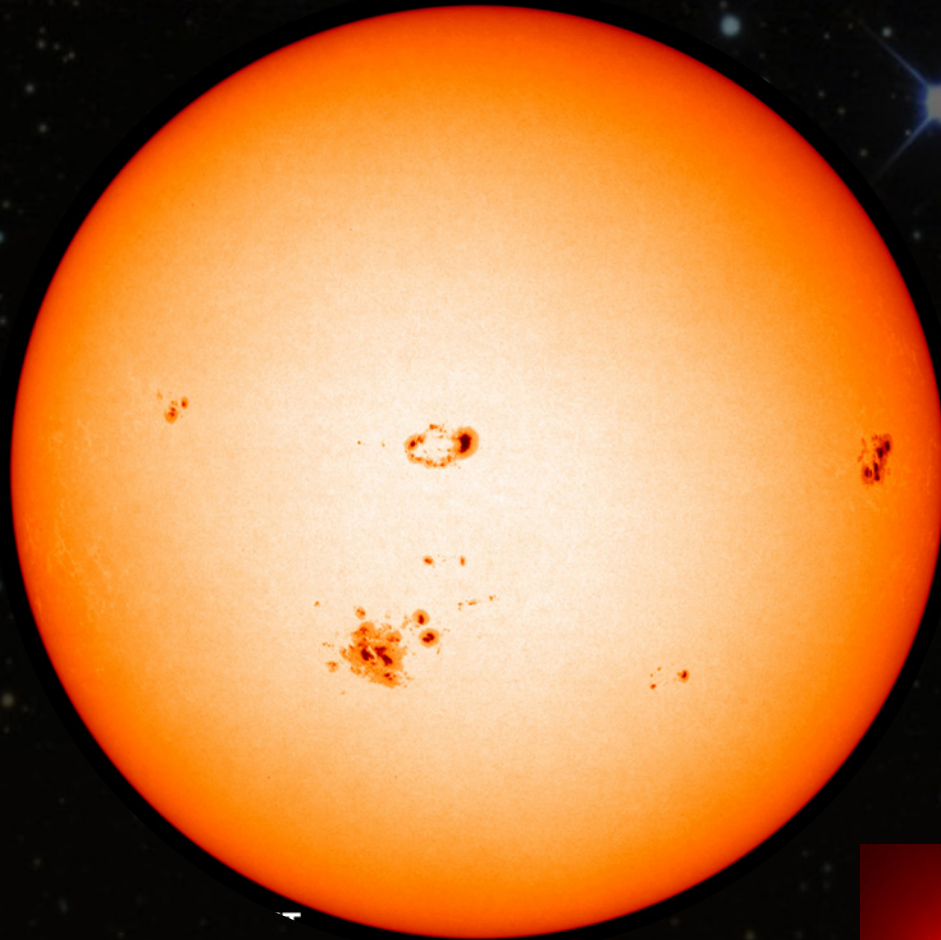
Sjokkbølger i Solas atmosfære akselererer protoner og elektroner til hastigheter som er høye nok til at de unnslipper Solas gravitasjonsfelt. Dette gir opphav til solvinden, som strømmer utover i solsystemet. Styrken på solvinden varierer i takt med den magnetiske aktiviteten, og særlig nær solflekkmaksimum kan det komme til voldsomme utbrudd, solstormer.

Når solvinden etter 3-4 dager når fram til Jorda, blir de ladede partiklene avbøyd av Jordas magnetfelt. Bare rundt de magnetiske polene trenger de inn i atmosfæren, hvor de kolliderer med luftmolekyler. Dette gir opphav

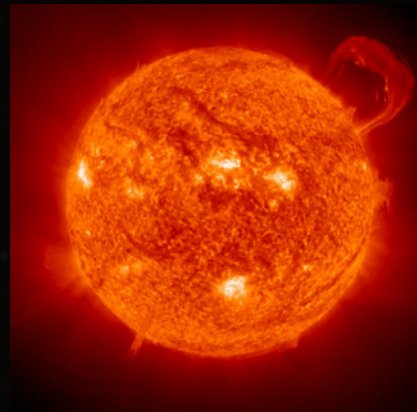
til polarlys, nordlys og sydlis. Det mest praktfulle polarlyset opptrer når en solstorm treffer Jorda. Fordi partiklene i solvinden har elektrisk ladning, kan de forårsake forstyrrelser i elektriske systemer. Solstormer kan derfor gi skader på satellitter, og de sterkeste kan til og med føre til sammenbrudd i strømforsyningen i større områder.

Som stjerne er Sola litt større enn middels stor. Den ble dannet sammen med planetene og resten av solsystemet fra en kosmisk sky av gass og støv for 4,5 milliarder år siden. Siden den ble dannet, er den langsomt blitt varmere, og solstrålingen er økt med rundt en fjerdepart. Om ytterligere 5 milliarder år vil Sola begynne å blåse seg opp og bli til det vi kaller en rød kjempestjerne. Den vil da bli så stor at den vil sluke Merkur og Venus, mens det ser ut til at Jorda så vidt vil gå klar. Før den tid er imidlertid Sola blitt så varm at Jorda har mistet både atmosfæren og havene.

Se aldri direkte på Sola med noen form for kikkert! Det kan føre til varige øyenskader.



Sola sett i lyset av en enkelt spektrallinje. I dette lyset er solflekken lyse. Buen av ionisert gass oppe til høyre kalles en protuberans.



MERKUR

Merkur er planeten nærmest Sola. Overflaten ligner mye på Månens og er tett besatt med store og små kratere. Høydedrag kan strekke seg over 150 km med topper på over 3.000 meter høyde, ofte med bratte skrenter. De fleste kratere er oppstått ved bombardement av meteoriter og kometer tidlig i solsystemets historie. Det ser ikke ut som det har skjedd noe særlig der siden dengang. Planeten har ingen atmosfære.

Merkur er den minste av de klassiske planetene, med en diameter på 4.900 km ved ekvator, 38% av Jordas diameter. Massen er bare 5,5 % av massen til Jorda. Ellipsebanen rundt Sola er den mest langstrakte av alle planetbanene, bortsett fra Plutos. Middellavstanden fra Sola er 57,9 millioner km, eller 0,39 ganger Jordas, men på det nærmeste er avstanden bare 50 millioner km, på det fjerneste 70 millioner km.

Merkur roterer om sin egen akse på 58,6 dager (et Merkur-døgn) mens den går rundt Sola på 88 dager (et Merkur-år). Dette betyr at det bare er 1½ Merkur-døgn i et Merkur-år! Fordi rotasjonsaksen står nesten vinkelrett på baneplanet har ikke Merkur årstider i vår forstand. Men avstanden til Sola varierer så mye at planeten mottar dobbelt så mye solvarme når den er nærmest enn når den er lengst unna. Temperaturen på dagsiden kan nå 430 °C. På

nattsiden faller den til -160 °C, fordi det ikke er noen atmosfære som kan jevne ut forskjellen mellom dag og natt. Det finnes kratere ved nord- og sydpolen hvor Sola aldri skinner på bunnen, og der kan temperaturen komme ned i 180 kuldegrader.

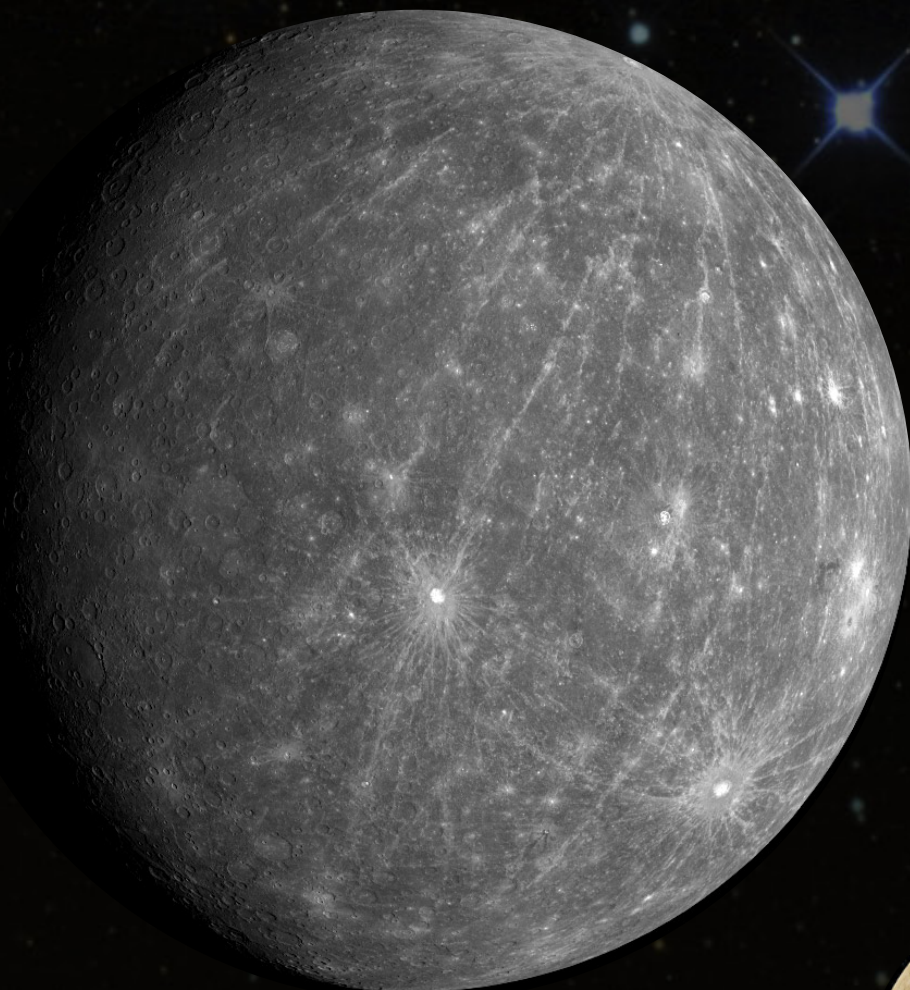
Det råder usikkerhet om den indre oppbygningen til Merkur. Vi antar at den har en kjerne av jern med en diameter på rundt 3.300 km, omgitt av en kappe av stein med en tykkelse på omkring 600 km. Ytterst er det en skorpe som er 100-300 km tykk. Fordi Merkur har et magnetfelt med en styrke på omtrent 1% av Jordas, må litt av kjernen være i flytende form.

Litt under halvparten av Merkur ble fotografert av den amerikanske romsonden Mariner 10, som fløy forbi i en avstand av bare 300 km i 1974-75. Neste besøk fant først sted i 2008, da sonden Messenger fløy forbi. Etter en serie

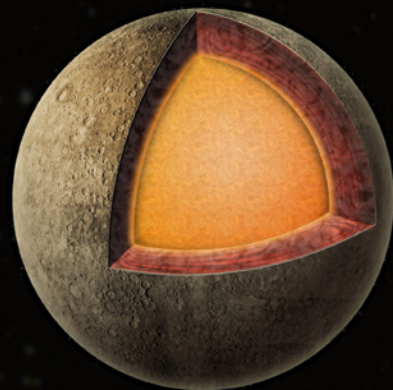
kompliserte manøvre skal denne etter planen gå inn i bane rundt planeten i 2011.

Fordi Merkur går i bane så nær Sola, står den som regel over horisonten når det er lyst. Det er derfor bare noen få ganger i løpet av året at vi kan se den. Vi finner den da nær horisonten, enten på vesthimmelen rett etter solnedgang, eller på østhimmelen rett før soloppgang. Hvis horisonten er klar, er den da ikke vanskelig å se med det blotte øyet, bare man kikker på akkurat riktig sted. Akkurat som Månen og Venus har Merkur faser, fordi bare en del av den siden av planeten som vender mot oss er solbelyst.

Merkur er oppkalt etter den romerske guden Mercurius, grekernes Hermes, som var gudenes sendebud, den raskeste av gudene og gud for handel og reiser, og for tyver.



Merkurs indre.



VENUS

Venus er Jordas søsterplanet, og når den skinner som sterkest er den det mest lyssterke himmellegemet sett fra Jorda etter Sola og Månen. Den går i en nesten sirkelformet bane rundt Sola, og bruker 225 dager på et omløp - et Venus-år. Det er den eneste planeten som bruker lengre tid på å rotere om sin egen akse, 243 dager, enn på et omløp rundt Sola: «Døgnet» er lenger enn «året». Den roterer også i motsatt retning av de andre planetene, bortsett fra Uranus.

Venus har en diameter ved ekvator på 12.100 km, bare 5% mindre enn Jorda, og massen er 81% av jordmassen. Som Jorda er Venus en steinplanet, men ellers er det få likhetspunkter mellom de to søstrene. Den er innhyllet i en atmosfære som inneholder 90 ganger mer gass enn Jordas, og som består av drivhusgassen CO₂, iblandet 3,5% nitrogen. På grunn av drivhuseffekten er temperaturen på hele overflaten rundt 460 °C året rundt, varmere enn på Merkur som er nærmere Sola. I en høyde av 50-70 km over bakken er det et tett skylag som det aldri er blitt observert sprekker i, så vi kan ikke se overflaten fra Jorda. Skyene består av en blanding av vandndamp, iskrystaller, svovelsyre og svoveldioksid.

Overflaten på Venus ble først fotografert av den sovjetiske romsonden Venera 9, som landet der i 1975. Den er en knusktørr steinørken, temperaturen er så høy at regn fra skyene fordampes igjen lenge før det når

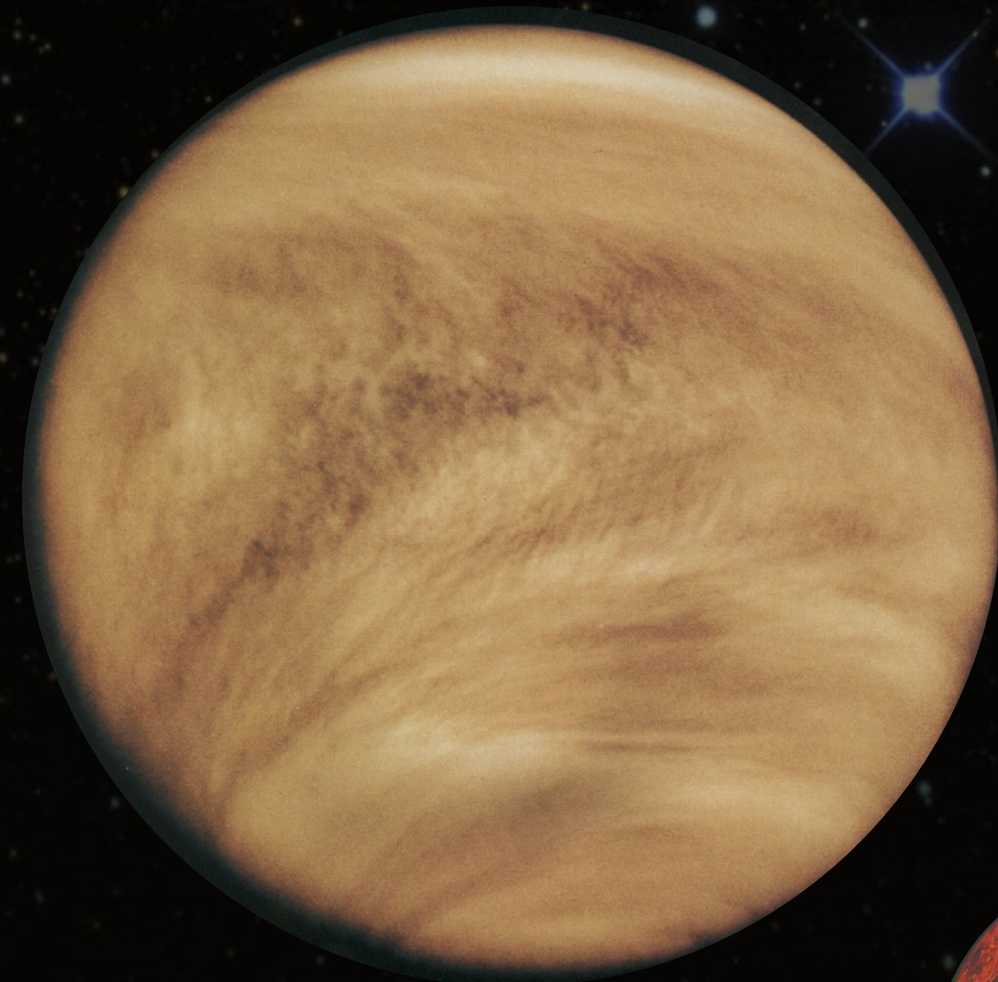
bakken. Planeten ble kartlagt med radar fra den amerikanske romsonden Magellan 1990-94, med en oppløsning på bare 120 meter. Ca 8% av overflaten er høyland, som kan sammenlignes med kontinentene på Jorda, mens resten er et lavt sletteland, som tilsvarer bunnen av de store verdenshavene hos oss. Sammenlignet med Merkur og Månen er det forbausende få meteorkrater på Venus, men derimot mange spor av vulkansk aktivitet. Mye tyder på at hele overflaten ble forvandlet av en vulkansk prosess for ½-1 milliard år siden.

Venus har ikke noe målbart magnetfelt, så den har neppe noen flytende jernkjerne, slik Jorda har. Men ellers vet vi svært lite om dens indre.

Siden Venus går i bane innenfor Jorda, står den aldri langt vekk fra Sola på himmelen; den største vinkelavstanden er 47°. Dette betyr at vi enten ser den som Aftenstjernen på vesthimmelen etter solnedgang, eller som

Morgenstjernen på østhimmelen før soloppgang. Fordi bare en del av den halvdelen av planetskiven som vender mot oss har solskinn, viser Venus faser, akkurat som Månen. For å se disse kreves en liten kikkert. Den første som observerte dem var Galileo Galilei i 1610. Han fant at fasene han så stemte overens med systemet til Kopernikus, der Jorda og de andre planetene kretser rundt Sola, men ikke med det gamle (geosentriske) systemet, der både Sola og planetene antas å gå i bane rundt Jorda. Dette bekreftet Galileis syn på at systemet til Kopernikus var det riktige.

Venus er oppkalt etter den romerske kjærlighetsgudinnen, grekernes Afrodite, som var gift med krigsguden Mars, grekernes Ares. Allerede for 5 500 år siden visste sumererne, som bodde i den sydlige delen av dagens Irak, at Aftenstjernen og Morgenstjernen er samme planet, Venus. Dette er den eldste astronomiske oppdagelsen vi vet om.



Overflaten til Venus er kartlagt med radar av romsonden Magellan.



JORDA OG MÅNEN

Jorda er vår egen planet. Den er spesiell på mange måter: Det er den eneste planeten med flytende vann på overflaten, den eneste planeten med nevneverdig oksygen i atmosfæren og den eneste planeten vi vet det er liv på. Disse fenomenene er ikke uavhengige av hverandre: Det er havene som har gjort liv i den form vi kjenner det mulig, og oksygenet i atmosfæren stammer fra de grønne plantene.

Jordas rotasjonsakse, fra Nordpolen til Sydpolen, danner en vinkel på $23,5^\circ$ med omløpsbanen rundt Sola. Dette betyr at i løpet av året vil Solas høyde over horisonten på et gitt sted variere med 47° . Når Nord-polen bikker i retning av Sola, ser vi den høyest på himmelen på den nordlige halvkule, sollyset er mest intenst og dagene er lengst. Vi har sommer i nord. Et halvt år senere er det Sydpolen som bikker mot Sola, som står lavt på himmelen og bare går i en kort bue fra soloppgang til solnedgang hos oss: Vi har vinter, mens det er sommer på den sydlige halvkule. Jordaksens helning har en mye større effekt på temperatur og klima enn at jordbanen er en ellipse, slik at avstanden til Sola varierer i løpet av året. Det er faktisk slik at Jorda er rundt 3% nærmere Sola i januar enn i juli.

Jorda er også den eneste planeten med kontinentaldrift, med landmasser som driver rundt på overflaten. Når disse kolliderer, bygges det opp fjellkjeder, som så langsomt brytes ned igjen av vær og vind. Dette gjør at overflaten fullstendig endrer utseende i løpet av "bare" noen få hundre millioner år, og de fleste spor av Jordas tidligste historie er derfor forlenget utslettet. Jordas indre er lagdelt. Ytterst har vi

jordskorpen som består av stein. Denne kan være 50 km tykk under kontinentene, men er bare rundt 6 km tykk under verdenshavene. Under denne skorpen finner vi mantelen. Denne består for det meste av fast men deformerbare stein, men inneholder også flytende magma, som gir opphav til lavaen i vulkaner. Mantelen strekker seg til nesten 3.000 km dyp og inneholder 85 % av jordens masse. Innenfor mantelen ligger den flytende kjernen, som i hovedsak består av jern med litt nikkel. Elektriske strømmer her gir opphav til Jordas magnetfelt. Innerst har vi den faste kjernen, som har samme sammensetning, men som er størket på grunn av det høye trykket. Temperaturen her er over 6.000°C , varmere enn på overflaten av Sola.

Jordas måne er den femte største i solsystemet, og den nest største i forhold til planeten som den kretser rundt. Diameteren er 28% av Jordas, massen 1,2% og tyngdekraften på overflaten bare sjettedel av hva vi er vant til. Den har ingen atmosfære. Månen er det eneste himmellegeme utenfor Jorda mennesker har besøkt, første gang av Apollo 11 romferden med Neil Armstrong og «Buzz» Aldrin i 1969.

Avstanden fra Jordas sentrum til Månen er i middel 384.000 km, en distanse som lyset bruker ca 1,3 sekunder på å tilbakelegge. Flere av de første måneferdene satte igjen laser-reflektorer på Månen. Ved å sende laserpulser mot disse og måle tiden det tar før det reflekterte signalet kommer tilbake, kan avstanden bestemmes med meget stor nøyaktighet. Det viser seg at avstanden øker med 3,8 cm i året.

Månekraterne, som vi kan se med en liten kikkert, ble dannet da Månen, som resten av solsystemet, ble bombardert med meteoror og kometer i solsystemets første milliard år. Overflaten er dekket av et lag med knusktørt steinstøv, som kalles regolitt. Dette er laget av meteoror som har slått ned med høy hastighet, over 40.000 km/t . Overflaten er meget mørk, omtrent som kull. Fargen er imidlertid ikke den samme over alt. De mørkeste områdene, som historisk, men helt uriktig, kalles «hav», er bunnen av enorme nedslagskratere. De lysere områdene er høyland, som for det meste består av bergarten anortositt. Dette er en sjelden type stein på Jorda, men den finnes ved Egersund.



MARS

Mars er kjent som «den røde planet». Den karakteristiske fargen skyldes at den ørkenaktige overflaten, som er dekket med støv, sand og stein, inneholder store mengder rustfarget jernoksid. Planeten har en tynn atmosfære, så tynn at det ikke finnes flytende vann på overflaten, men det er store mengder is. Det er ennå ikke funnet spor etter liv.

Mars er omtrent halvparten så stor som Jorda, diameteren ved ekvator er 6.800 km, eller 0,53 jorddiameter. Massen er 11% av Jordas. Marsåret, tiden for et omløp om Sola, er 1 år 10½ måned, mens døgnet lengde er omtrent som vårt, 24 timer 40 minutter. Det er altså 668½ marsdøgn i et marsår.

Mars har en atmosfære med trykk og tetthet på overflaten som bare er ca 0,6% av Jordas. Den består av 95,3% CO₂, 2,7% nitrogen, 1,6% argon og bare 0,1% oksygen og 0,02% vanndamp. Det er likevel nok vanndamp til at det ved soloppgang og solnedgang danner seg dis, som under gunstige betingelser kan observeres selv i små teleskoper fra Jorda.

Selv i et lite teleskop kan man også se strukturer på planeten når den står nærmest Jorda, noe som skjer med mellomrom på 2 år 1½ måned. I nord er det en stor, ensformig flat sandørken, mens man rundt ekvator og sydover kan skjelve fjellformasjoner og sletter. Mest utpreget er de hvite polkappene som dekker nord- og sydpolen. De består av vanlig is og tørris (frosset CO₂).

Polaksen til Mars heller omtrent like mye (25,2°) som Jordas, så Mars har årstider som

vi har det. Når det er vinter, er det kaldt nok til at polkappene vokser ved at CO₂ kondenseres ut som tørris fra atmosfæren. Vi ser derfor at de vokser og minker i takt med årstidene.

Fordi trykket er så lavt, kan flytende vann ikke eksistere på overflaten, som derfor er knusktørr. Dette gjør at de fineste støvpartiklene ikke kitter seg sammen, og lett kan løftes og holdes svevende av vinden selv i den tynne atmosfæren. Det skjer ofte at overflaten i lange perioder er dekket av støvstormer som visker ut konturene i landskapet. Stormene kan vare i månedsvis, og dekke hele planeten.

Mars har en delvis flytende kjerne med diameter rundt 3.000 km som består av jern blandet med rundt 15% svovel. Utenfor kjernen er det en mantel av stein. Ytterst er det en skorpe med tykkelse fra 50 til 125 km, i gjennomsnitt vesentlig tykkere enn jordskorpen. Vi vet ikke om mantelen stadig inneholder flytende magma (lava), som kan gi opphav til vulkanisme. Mange store vulkaner vitner om at den tidligere har gjort det. Den største av dem, Olympus Mons, reiser seg i en høyde av 27.000 km over det omkringliggende slettelandet, og er den største vulkanen i solsystemet.

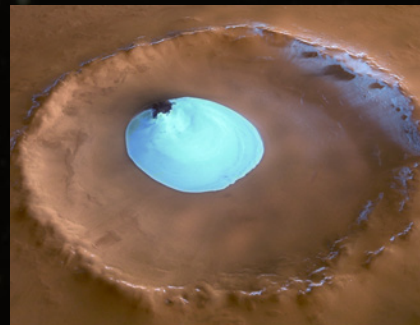
Mars har to små måner, Phobos (gresk: «angst, gru») og Deimos («skrekk») med diameterer henholdsvis 26 og 12 km, så små at de bare er synlige i store kikkerter fra Jorda. Den innerste av dem, Phobos, går i bane kun 7.700 km over marsoverflaten. Sett fra Mars er den likevel bare tredjedelen så stor som vi ser vår måne. Omløpstiden er 7 timer 40 minutter, mindre enn en tredjedel av marsdøgnet. Phobos beveger seg derfor raskt fra vest mot øst over marshimmelen, i motsatt retning av alle andre himmellegemer.

Mars er den best undersøkte av alle planetene utenom Jorda. Overflaten ble først fotografert på nært hold av den amerikanske romsonden Mariner 4 i juli 1965. Bildene som viste en gold, kraterdekket steinørken, knuste alle drømmer om å finne høyere former for liv på planeten. I 1976 landet to amerikanske sonder, Viking 1 og 2, og i 1997 landet den første av så langt tre marsrovere.

Mars har sitt navn etter den romerske krigsguden, som tilsvarer grekernes Ares. Grunnen antas å være at den røde fargen er blitt assosiert med blod.



Et anonymt krater i det nordlige slettelandet på Mars, med is i bunnen og rim langs randen. Krateret er 35 km i diameter.



JUPITER

Jupiter er den største planeten i Solsystemet. Massen er 318 jordmasser, som er 0,1% av solmassen, mer enn alle de andre planetene til sammen. Diameteren er tiendeparten av Solas og 11,2 ganger Jordas. Planeten er en såkalt gasskjempe, som er dekket av en meget tykk atmosfære. De fargerike båndene som preger vårt inntrykk av planeten er skyer i denne atmosfæren.

Atmosfæren har omtrent den samme sammensetningen som Sola, rundt 71% hydrogen, 28 % helium og bare drøye 1% av alle andre grunnstoffer. Sky-laget vi ser er rundt 50 km tykt, og består hovedsakelig av krystaller av frosset ammoniakk, og muligens noe vanndamp. Fargene skyldes små mengder av kjemiske forbindelser som inneholder fosfor, svovel og muligens hydrokarboner. Mange av disse stoffene får sterke farger når de påvirkes av det ultrafiolette lyset fra Sola.

Trass i størrelsen er Jupiter den planeten som roterer hurtigst om sin egen akse, et jupiterdøgn er bare 9 timer 44 minutter langt. Den raske rotasjonen gir opphav til sterke jetstrømmer i atmosfæren, med hastigheter på over 350 km/t. Disse danner lyse soner som er separert av mørkere bånd. Kraftige stormsentra kan ses som hvite eller fargede ovale flekker i skybåndene. Den største av dem kalles Den store røde flekk. Den er blitt observert i minst 180 år, og er antagelig identisk med en flekk som ble sett allerede i 1664-65. Sterke oppadgående strømmer i atmosfæren skaper kraftige tordenvær, med lyn tusen ganger sterkere enn noe som er observert på Jorda. Innerst har Jupiter antagelig en kjerne av stein og is, med en masse som er

svært usikker. Utenfor kjernen regner vi med at det er en tykk mantel av frosset metallisk hydrogen. Hydrogen i denne form har vært laget i laboratorier på Jorda, men bare i meget korte øyeblikk ved trykk på over en million atmosfærer. Denne mantelen er omgitt av et hav av flytende hydrogen med oppløst helium. Over dette igjen ligger den tykke og kalde atmosfæren, med dråper av flytende helium og neon som regner ned på hydrogenhavet under.

Rundt Jupiter kretser fire av de seks største månene i solsystemet. De ble oppdaget av Galileo Galilei i 1610, og kalles derfor de galileiske månene. Den innerste, Io, er dekket av svovel og frosset svoveldioksid. Dette er objektet i solsystemet med størst vulkansk aktivitet, med over 400 aktive vulkaner. Den er litt lenger vekk fra Jupiter enn vår måne er fra Jorda. Gravitasjonskraften fra Jupiter deformerer Io i stadig skiftende retninger, og friksjonsvarmen fra denne knaingen er energikilden til vulkanene.

Utenfor Io er Europa. den minste av de galileiske månene Den er dekket av et islag, rundt 100 km tykt, med mange og tydelige sprekker. Under isen er det med sikkerhet et hav av

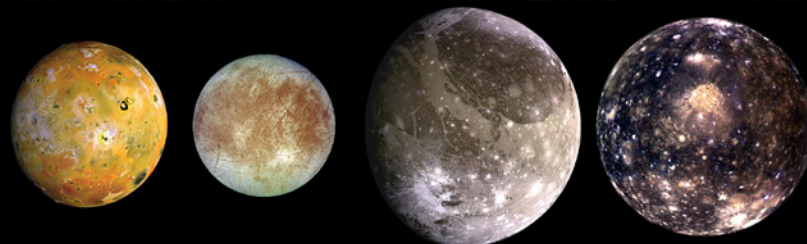
saltvann. Det er ikke umulig at dette havet kan inneholde noen form for primitivt liv. Den tredje månen, Ganymedes, med en diameter på 5270 km, er den største månen i solsystemet, og er større enn Merkur. Den har en overflate dekket av is og stein. Den ytterste av de fire store månene, Kallisto, har en overflate av stein dekket av gamle nedslagskratere fra solsystemets ungdom.

I tillegg til de galileiske månene har Jupiter mer enn 50 kjente mindre måner, og nye oppdages stadig. Den omgis også av et system av tynne ringer.

Jupiter og månene dens ble først besøkt av den amerikanske romsonden Pioneer 10 og 11 i 1973 og så av Voyager 1 og 2, 6 år senere. Systemet ble grundig undersøkt av sonden Galileo, som gikk i bane rundt Jupiter fra 1995 til 2000.

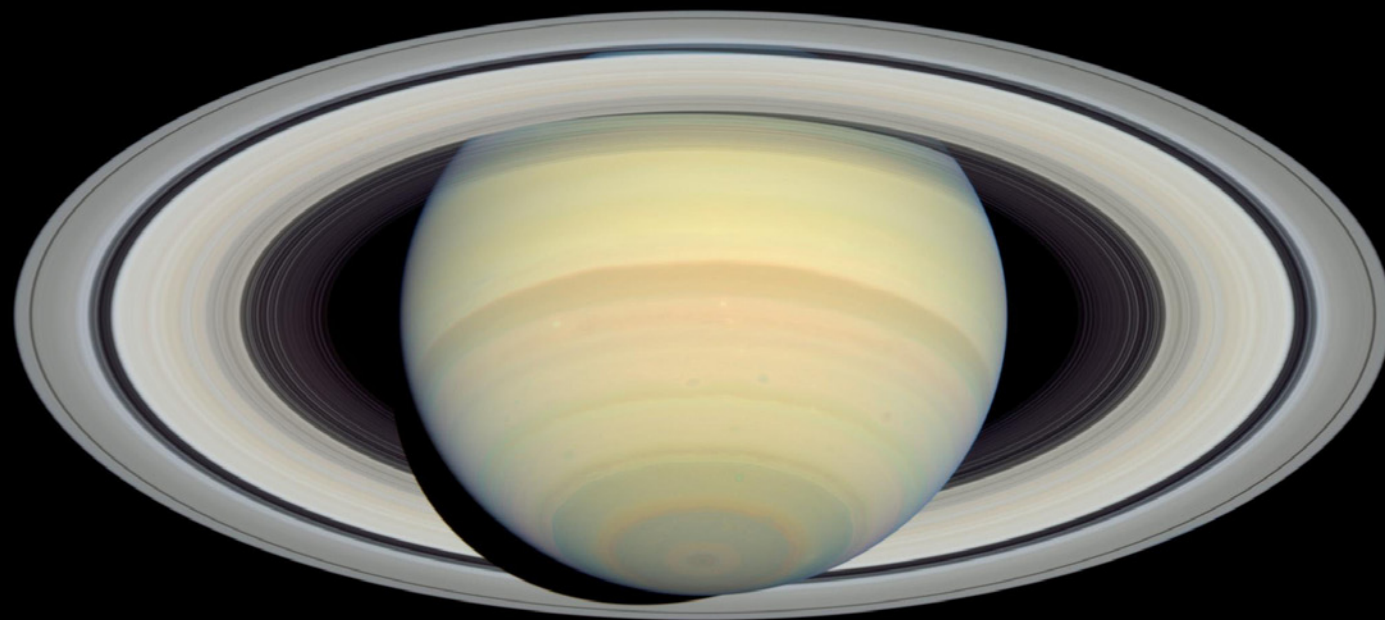
Jupiter er oppkalt etter romernes himmelgud, gudenes konge, som het Zevs hos de gamle grekerne.

De galileiske månene i samme målestokk. Fra venstre Io, Europa, Ganymedes og Kallisto.

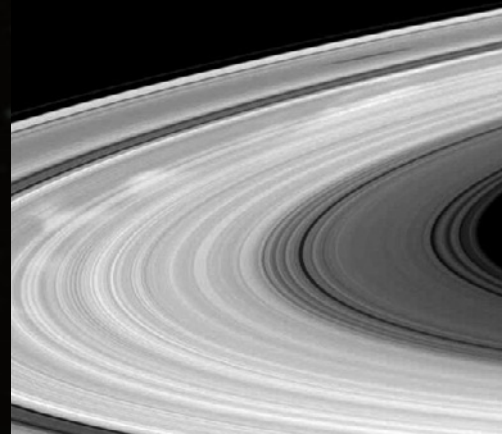


SATURN

Saturn, «Ringenes herre», er den nest største planeten i solsystemet. Som Jupiter er det en gasskjempe, med en masse på 95 jordmasser og en diameter 9,5 ganger Jordas. Oppnavnet sitt har planeten fått etter det imponerende ringsystemet som omgir den, og som er et flott syn selv i et lite teleskop.



Saturns ringer sett fra romsonden Cassini. Ytterst er A-ringene med et smalt mørkt bånd, Encke-delningen, nær den ytre kanten. Så følger Cassini-delningen som et bredere mørkt bånd, og så den brede B-ringene. Innenfor et smalt mørkt gap, Maxwell-delningen, ligger Krepp- (eller C-) ringene nærmest Saturn.



Tettheten til Saturn er den laveste av alle planetene, lavere enn tettheten til vann. Planeten roterer nesten like fort som Jupiter, saturndøgnet er på 10 timer og 57 minutter. Den raske rotasjonen gjør planeten tydelig flatttrykt, polaksen fra nordpolen til sydpolen er 10% kortere enn diameteren ved ekvator. Atmosfæren ligner på Jupiters, men skybåndene er langt mindre fargerike enn hos den store naboen, og det er vanskelig å skjelle detaljer. Også planetens indre ligner antagelig på Jupiter. Som denne har Saturn et sterkt magnetfelt, og polarlys kan observeres rundt polene.

Da Galileo Galilei i 1610 rettet kikkerten sin mot Saturn, oppdaget han at planeten hadde noen merkelige «ører». Det var nederlenderen Christian Huygens i 1655 som forstod at Saturn er omgitt av «en tynn, flat ring, som ikke berører planeten». I dag vet vi at ringen, eller bedre systemet av ringer, består av isklumper i størrelser fra støvkorn til småbiler, ispedd litt karbon og steinstøv. Ringene er mindre enn 1 km tykke. De to kraftigste av dem, kalt A-ringene og B-ringene, ligger mellom 137.000 og 92.000 km fra planetens sentrum, adskilt av et ca. 5.000 km bredt gap, Cassini-delningen. Innenfor B-ringene ligger den

svakere Krepp-ringene eller C-ringene. Både innenfor denne igjen og utenfor A-ringene finnes det mye svakere ringer (disse er ikke vist på bronseplaten).

Saturn har det største og mest kompliserte systemet av måner i solsystemet. I 2010 var banen til mer enn 60 kjent, men i tillegg kom flere enn 100 mulige kandidater. Noen av de mindre månene går i bane inne i ringsystemet, og man kan se hvordan gravitasjonen fra disse forårsaker forstyrrelser i ringene.

Den største månen er Titan, som er 50% større enn vår måne og den eneste månen i solsystemet med en skikkelig atmosfære. Denne består hovedsakelig av nitrogen, med litt metan og etan, som er hovedingrediensene i naturgass. Atmosfæretrykket på overflaten er 50% større enn på jorda. Det finnes også skyer av metandamp, som kan kondensere og falle som regn. På overflaten, hvor temperaturen er rundt 180 kuldegrader, danner det seg sjøer og elver av flytende metan og etan, men disse kan også fryse, avhengig av det lokale været.

To andre merverdige måner er Iapetus og Enceladus. Iapetus er mye mørkere på den

ene siden enn den andre, så den er mye lettere å se når den står vest for Saturn enn når den står på østsiden. Enceladus har stor vulkansk aktivitet, med vulkanene som spyrt ut vanddamp og andre flyktige gasser i stedet for lava.

Pioner 11 fløy forbi Saturn og tok bilder i 1979, Voyager 1 i 1980 og Voyager 2 i 1981. I 2004 gikk den amerikanske romsonden Cassini inn i bane rundt planeten. I 2010 var den fortsatt i full aktivitet med å undersøke Saturn og dens mange måner. Cassini hadde også med seg den europeiske sonden Huygens, som landet på Titan kort tid etter ankomst i systemet.

Saturn har sitt navn etter den romerske guden Saturnus, gud for jordbruk og avling.

URANUS

Uranus er den første planeten som er blitt oppdaget siden antikken, selv om den faktisk kan skimtes med det blotte øyet på en mørk natt. Den ble funnet av den tyskfødte engelskmannen Sir William Herschel, som så den som en uskarp stjerne 13. mars 1781. Fire dager senere fant han at den hadde flyttet seg i forhold til stjernene rundt, så han trodde at han hadde oppdaget en ny komet.

Allerede etter kort tid begynte imidlertid astronomene å mistenke at han i stedet hadde oppdaget en ny planet, fordi objektet beveget seg i en nesten sirkelformet bane rundt Sola, og innen to år var dette allment akseptert. Planeten var faktisk blitt observert tidligere, men ble tatt for å være en stjerne og er tegnet inn på et stjernekart fra 1690. Men ingen før Herschel hadde lagt merke til at den beveger seg langsomt i forhold til de virkelige stjernene.

Uranus har en masse på 14,5 jordmasser og en diameter 4 ganger Jordas. Den ble lenge betraktet som en gassplanet, en mindre utgave av Jupiter og Saturn. Nyere undersøkelser tyder imidlertid på at atmosfæren bare inneholder 5-10% av planetens masse. Atmosfæren består hovedsakelig av hydrogen og helium, men inneholder 2,3% metan, hovedbestanddelen i naturgass. Metanen gir planeten en karakteristisk blå farge sett i selv et lite teleskop.

Under atmosfæren antar vi at det finnes et kjempehav som inneholder mesteparten av planetens masse og volum. Det består av en

blanding av vann, amoniakk og metan. Dette er stoffer som i astronomisk sammenheng ofte opptrer som is. Uranus kalles derfor en «is-kjempe», i motsetning til gass-kjempene Jupiter og Saturn, trass i at mesteparten av den er i flytende form. Aller innerst har den en kjerne omtrent så massiv som hele Jorda, og som stort sett består av de samme stoffene: Stein og jern blandet med nikkel.

Uranus er merkelig ved det at den er «veltet over på siden». Mens rotasjonsaksene til alle de andre planetene mer eller mindre peker vinkelrett på baneplanet, ligger den for Uranus nesten i baneplanet. Dette betyr at når det er sommer på den nordlige halvkulen, peker nordpolen nesten direkte mot Sola. Et halvt Uranus-år senere, dvs. etter 42 av våre år, peker så sydpolen mot Sola. Dette betyr at er større forskjell på sommer og vinter på Uranus enn på noen annen planet.

Uranus har fem store måner, som alle går i bane rundt planetens ekvator, og følgerlig vinkelrett på planetens baneplan. I tillegg kommer mer enn 20 småmåner, som virrer rundt i alle retninger. Alle månene har navn

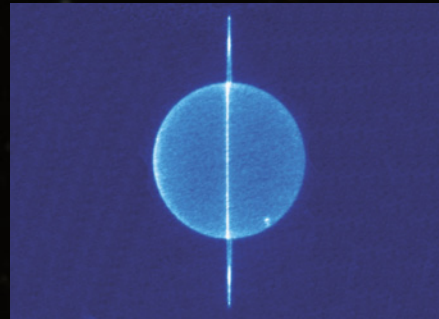
etter skikkelser i William Shakespeares skuespill og Alexander Popes dikt.

Planetene har også et system av tynne og svake ringer som er det eneste ringsystemet rundt noen planet utenom Saturn som er observert fra Jorda. Ringene ble oppdaget ved en tilfeldighet fra det flybårne Kuiper-teleskopet i 1977 da de et kort øyeblikk formørket en stjerne.

Uranus ble undersøkt og fotografert av romsonden Voyager 2 i 1986.

Uranus er den eneste planeten som har et gresk, og ikke et romersk, gudenavn. Uranus eller Ouranos var den gamle greske himmelguden, kjent som «gudenes far» og gift med jordgudinnen Gaia, «Moder Jord». Ouranos og Gaia ble regnet som besteforeldrene til de kjente olympiske gudene, som Zeus (romernes Jupiter), Hera (romernes Juno) og Poseidon (romernes Neptun). Ouranos og Gaia var for lengst detroniserte og ble ikke lenger aktivt dyrket som guder i historisk tid.

Uranus med ringen sett i infrarødt lys. En av månene sees som en lys flekk nede til høyre.



NEPTUN

Neptun er den ytterste av de regulære planetene i solsystemet, og er den siste som ble oppdaget. Den er en «is-kjempe» som ligner mye på naboen Uranus, både når det gjelder størrelse og sammensetning. Den er det eneste objektet i solsystemet som er oppdaget på grunnlag av en teoretisk beregning.

Tidlig på 1800-tallet fant man avvik i banen til planeten Uranus i forhold til forutsigelser på grunnlag av Newtons gravitasjonslov. Franskmannen Urbain Le Verrier, og uavhengig av ham engelskmannen John Adams, mente at avvikene kunne forklares av påvirkning fra en til da ukjent planet utenfor Uranus. Begge regnet seg fram til hvor på himmelen en slik planet måtte befinne seg for å forklare avvikene. Da tyskeren Johann Galle ved Berlin-observatoriet mottok et brev med resultatet av Le Verriers beregninger 23. september 1846, fant han planeten på himmelen samme kveld. Men akkurat som Uranus var Neptun blitt observert lenge før den offisielt ble oppdaget, av selveste Galileo Galilei i 1612. Han merket den av som en stjerne på tegninger han laget av Jupiter og dens måner.

Med en diameter på 49.500 km er Neptun 3% mindre enn Uranus, men massen på 17,1 jordmasser betyr at den inneholder 18% mer masse. Vindhastigheter på over 2.000 km/t er

blitt målt i atmosfæren. Dette er de kraftigste vindene målt på noen planet. Av og til kan man observere kjempestore stormer.

Planetene er 30 ganger lenger vekk fra Sola enn Jorda er, og sollyset bruker 4 timer på å nå planeten. Sett fra Neptun er Sola bare litt større enn Jupiter sett fra Jorda når den er på det nærmeste, og sollyset har bare 0.11% av styrken det har hos oss.

Selv om Uranus og Neptun ligner mye på hverandre, finnes det en bemerkelsesverdig forskjell: Neptun sender ut 2.6 ganger mer energi i form av mikrobølger enn den mottar fra Sola. Dette gjør at temperaturen på de to planetene er omtrent lik, selv om Uranus mottar 2.5 ganger mer energi fra Sola. Hva slags fysiske eller kjemiske prosesser i planetens indre som er kilden til denne energien er ikke kjent.

Neptun kan ikke observeres uten optiske hjelpemidler, men er lett å se selv i en liten kik-

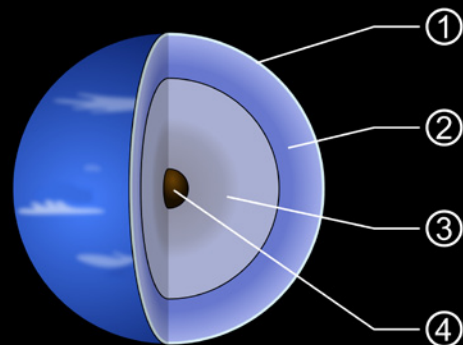
kert. Som Uranus ses den som en blålig liten skive i et teleskop.

Neptun har en stor måne, Triton, som er den eneste større månen i solsystemet som roterer i motsatt retning rundt planeten av det vår egen måne gjør, den sies å ha retrograd bevegelse. Størrelsen er omtrent 3/4 av vår måne. Som Uranus har også Neptun et system av ringer, men de er meget tynne og fragmentariske.

Planetene og dens måner ble fotografert av Voyager 2 i 1989, som også oppdaget ringene.

Neptun har sitt navn etter den romerske havguden, grekernes Poseidon.

Neptuns indre: (1) Øvre atmosfære med toppen av skyene, (2) atmosfæren. (hydrogen, helium, metan), (3) Havet (kappen) med, vann, ammoniakk og metan. (4) Kjerne av stein og jern/nikkel.



PLUTO

Fra oppdagelsen i 1930 til 2006 ble Pluto regnet som den 9. planeten i solsystemet. Den var da den minste av planetene. I 2006 mistet den status som en «ekte» planet, og regnes nå i stedet som en dvergplanet. Den beveger seg i en meget langstrakt elliptisk bane rundt Sola med en omløpstid på hele 248 år.

Før 2006 ble Pluto ofte omtalt som den ytterste planeten, men dette var strengt tatt ikke helt riktig. Når den er nærmest Sola er avstanden 4,4 milliarder km, og da er den litt nærmere Sola enn Neptun er. Sist dette skjedde var fra februar 1979 til februar 1999. På det fjerneste er den hele 7,3 milliarder km fra Sola. Da er intensiteten av sollyset den mottar bare 0,04% av verdien hos oss.

Pluto ble oppdaget av bondegutten Clyde Tombaugh i februar 1930. Han var blitt engasjert av Lowell-observatoriet året før til å fotografere himmelen alle klare netter på jakt etter den såkalte Planet X. Tyngdekraften fra denne hypotetiske planeten skulle forklare avvik man mente å ha funnet mellom Neptuns posisjon på himmelen og teoretiske beregninger.

Pluto er så lyssvak at man lenge visste svært lite om den. Selv størrelsen viste seg vanskelig å bestemme, og jo nøyaktigere man målte, jo mindre ble den! Først i 1978 ble massen bestemt til bare å være 0,22 % av Jordas masse, 25 ganger lettere enn den minste av de «gamle» planetene, Merkur. Diameteren er bare 2/3 av Månens. Den er derfor altfor liten og lett til å fylle rollen som

Planet X, som nøyaktigere observasjoner i mellomtiden også har vist at det ikke er behov for.

Pluto har en tynn atmosfære som består av nitrogen og metan. Trykket på overflaten er på det høyeste 6 milliondeler av lufttrykket på Jorda. Når den er nærmest Sola, når temperaturen rundt -220 °C, når den er lengst vekk faller den til -240 °C, bare 33 grader over det absolutte nullpunkt. Da er det så kaldt at deler av atmosfæren fryser, og faller som snø. Bilder fra romteleskopet Hubble viser meget store kontraster mellom mørke og lyse områder på overflaten.

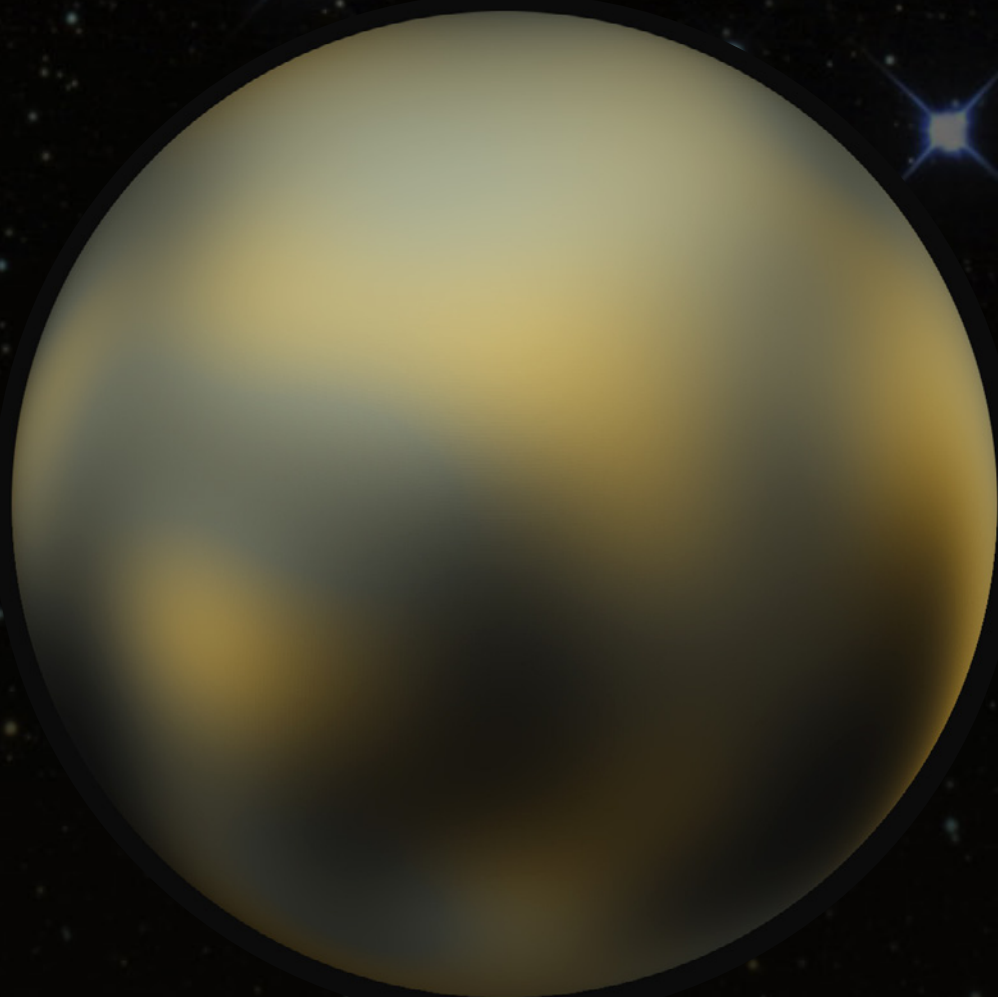
I 1978 ble det oppdaget at Pluto har en måne, Charon, med diameter litt over halvparten av Plutos. Dette gjør det til den største månen i solsystemet i forhold til planeten den går rundt. Den er så stor at det har vært foreslått å betrakte Pluto og Charon sammen som en dobbeltplanet. I 2005 ble to måner til oppdaget, Nix og Hydra, begge ørsmå.

Den 25. august 2006 fattet Den internasjonale astronomiske union et vedtak som har skapt mye strid, nemlig å slette Pluto fra listen over planetene, og i stedet å kalle

den en dvergplanet. Både den langstrakte banen som krysser Neptuns bane, og den lille størrelsen skiller den fra de andre planetene. Banen rundt Sola ligger heller ikke i samme plan som de andre planetbanene. Viktigere var det imidlertid at fra 1992 av begynte man å finne mange andre objekter i bane utenfor Neptun, noen av dem nesten like store som Pluto. Disse objektene danner det som kalles Kuiper-beltet. I 2005 fant man så Eris, som kanskje er både litt større og litt tyngre enn Pluto. Man følte seg derfor tvunget til enten å forlenge listen over planeter, eller å stryke Pluto. Det siste ble resultatet. Sammen med Pluto ble Eris og den største av asteroidene, Ceres, som går i bane mellom Mars og Jupiter, definert som dvergplaneter. Senere har flere Kuiper-objekter fått samme status.

Pluto har ennå ikke vært besøkt av noen romsonde. I 2006 ble den amerikanske New Horizon skutt opp, og ventes å være fremme i 2015.

Pluto er oppkalt etter underverdenens gud i romersk mytologi. Navnet ble forslått av en 11-årig engelsk jente, Venetia Burney. Hunden til Mikke Mus er opp-kalt etter planeten, ikke omvendt.



Pluto og månen Charon fotografert fra romteleskopet Hubble.



Etableringen av Planetstien er gjort mulig gjennom en gave fra SpareBank1 SR-Bank til Sandnes kommune i anledning kommunens 150 års jubileum i 2010.

Per Amund Amundsen i Stavanger Astronomiske forening har bidratt med det faglige innholdet.

Ønsker du å vite mer om vårt solsystem, besøk Vitenfabrikken i Sandnes, www.vitenfabrikken.no eller se sidene til Stavanger Astronomiske forening på www.ux.uis.no/saf/



SANDNES KOMMUNE

