De Zon

en haar spectrum

Marc van der Sluys

Universiteit Utrecht

Universiteit Utrecht, Nikhef

hemel.waarnemen.com

Nikhef

Stonehenge

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Stonehenge

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei

Gegevens
De Zon in getallen

Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α

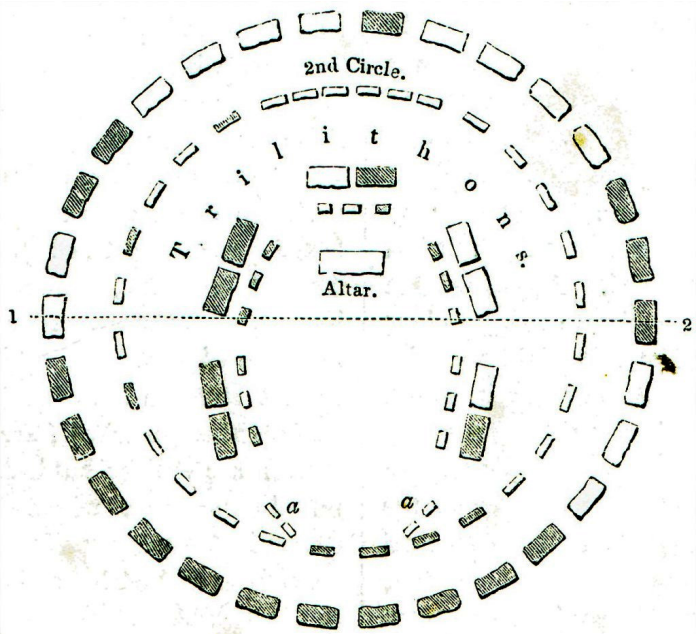
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora

Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring

Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen

Opbouw
Kernfusie

Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Grafheuvel bij Tiel (2023)

Geschiedenis
- De Zon in de oudheid
- Galileo Galilei

Gegevens
- De Zon in getallen

Oppervlak
- De fotosfeer en granulatie
- Zonnevlekken
- Zon in H_α

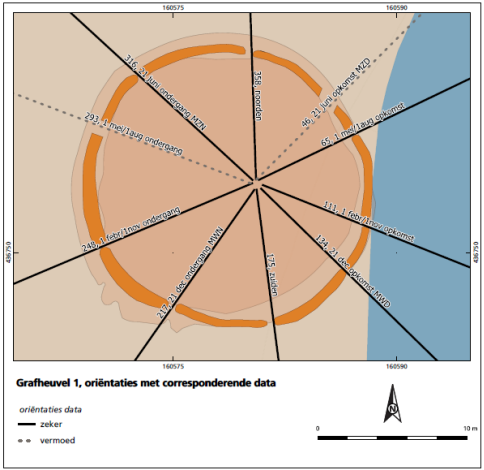
Magnetisme
- Protuberansen en flares
- Aurora

Eclipsen
- Ringvormige en totale eclipsen
- Chromosfeer, corona en Diamond Ring

Zonnespectrum
- Spectra
- Zwarte stralers
- Spectraallijnen

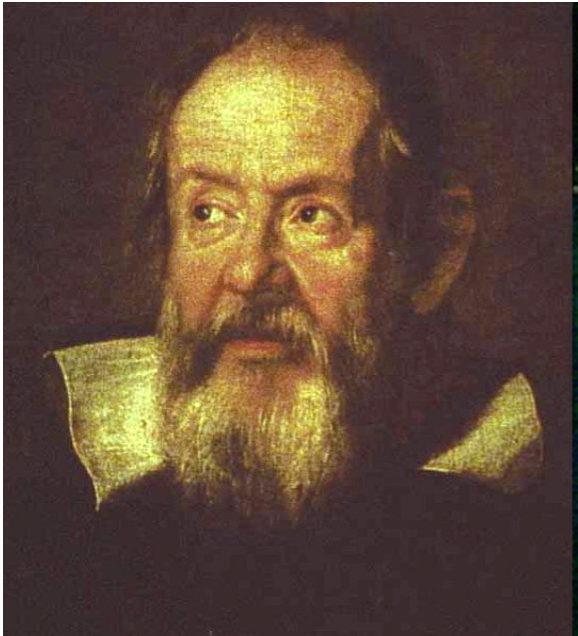
Opbouw
- Kernfusie

Evolutie
- Ontstaan van de Zon
- Nucleaire evolutie
- Toekomst van de Zon



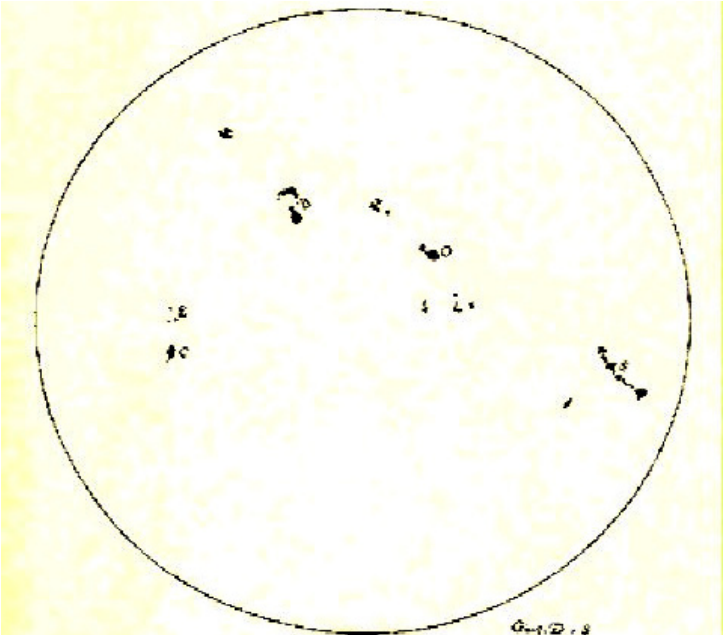
Galileo Galilei

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



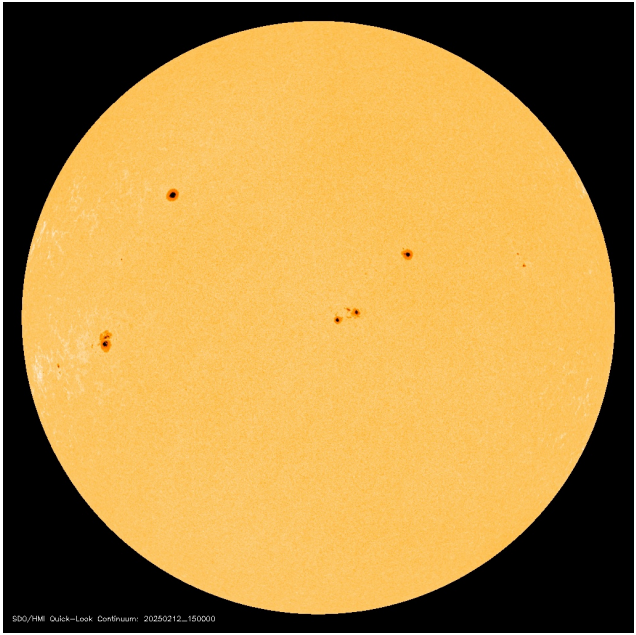
Galilei en de Zon

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Fotosfeer

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



12/02/2025, 16:00, SDO/NASA

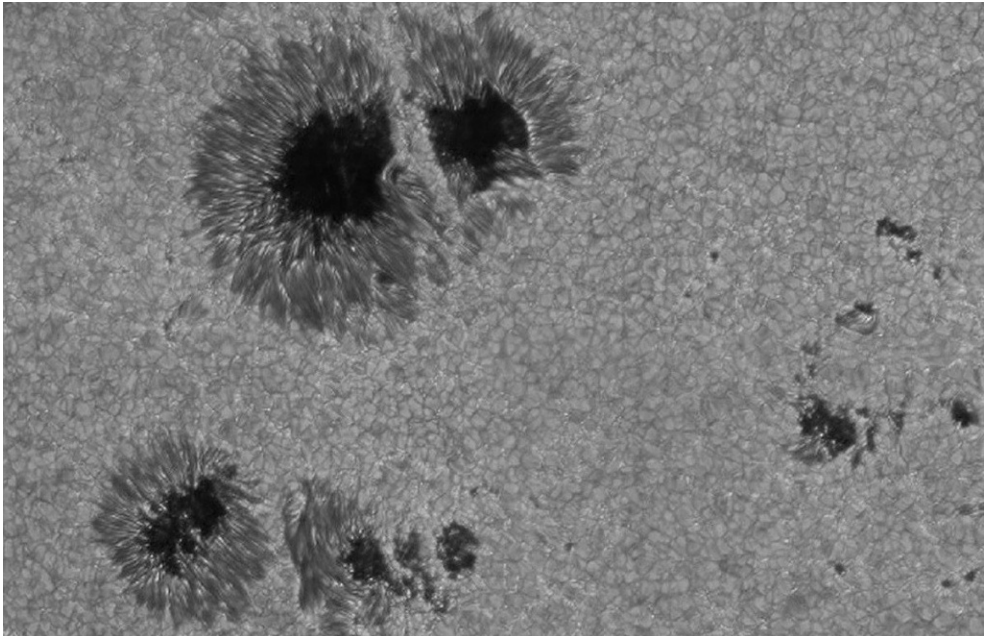
Gegevens van de Zon

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Grootheid		Eenheid	Aarde
Massa	$M_\odot$	$1{,}99 \times 10^{30}$ kg	$333\,000\, M_\oplus$
Straal	$R_\odot$	696 000 km	$109\, R_\oplus$
Dichtheid	$\bar{\rho}_\odot$	$1{,}4$ g/cm^3	$0{,}26\, \bar{\rho}_\oplus$
Lichtkracht	$L_\odot$	$3{,}85 \times 10^{26}$ W	($\sim 3 \times 10^9$ "$L_\oplus$")
Temperatuur:			
Oppervlak	$T_{\mathrm{opp},\odot}$	5500°C	15°C
Centrum	$T_{\mathrm{c},\odot}$	$\sim 16 \times 10^6$ °C	$\sim$ 7000°C
Leeftijd:	$\tau_\odot$	$\sim$ 4,6 miljard jaar	$1\ \tau_\oplus$

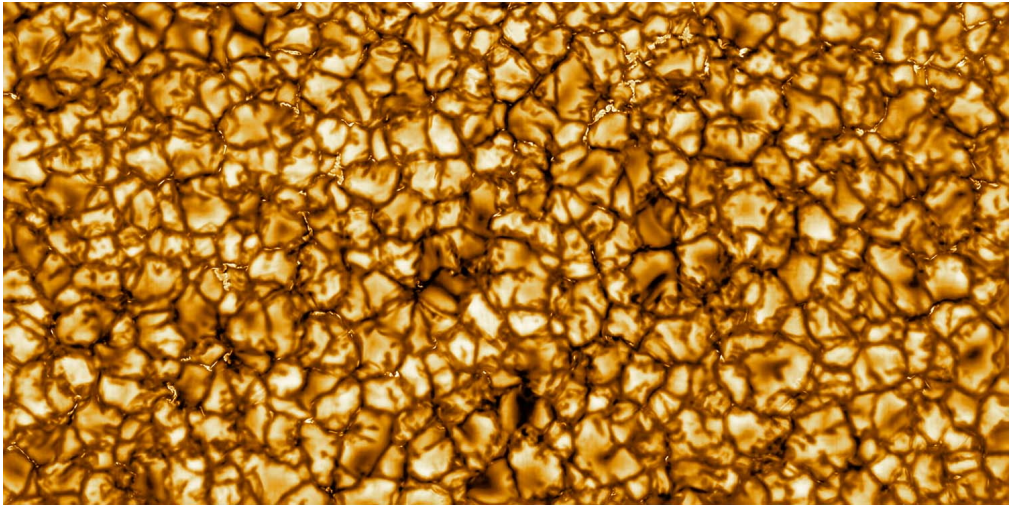
DOT: granulatie

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



K. Inouye Solar Telescope (2020)

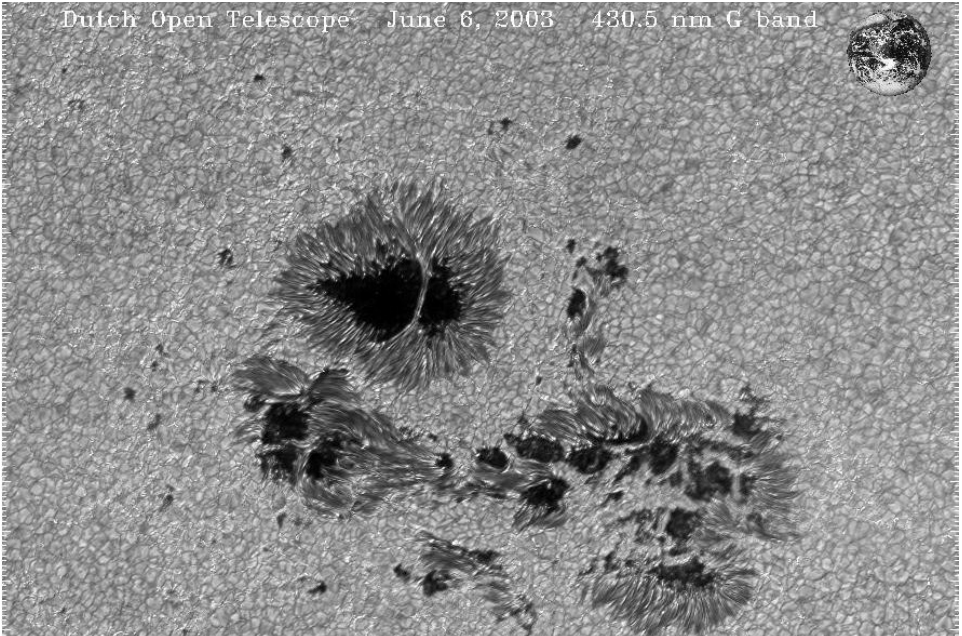
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



First light: 29/01/2020. Details tot 30 km. Credit: NSO/AURA/NSF.

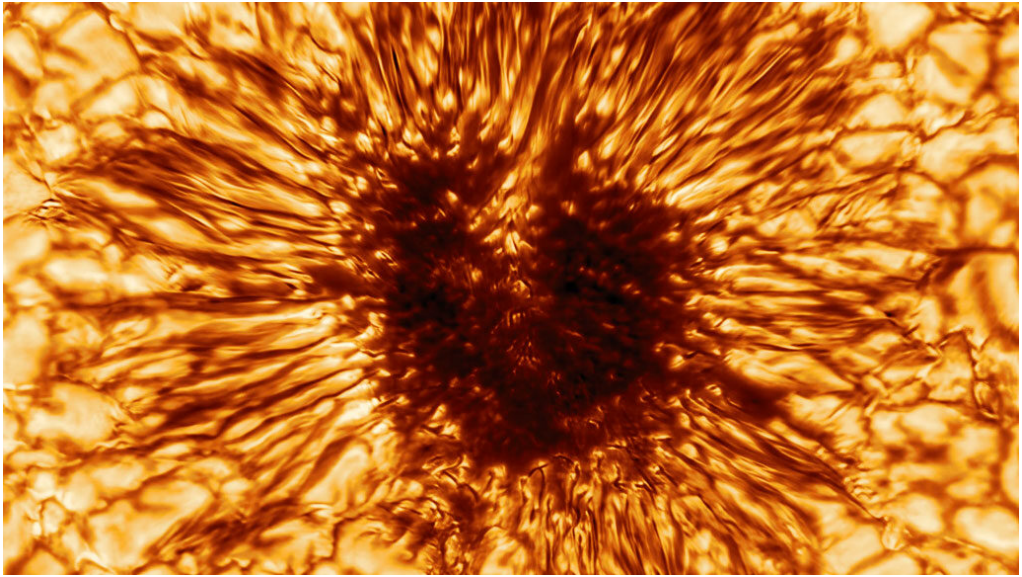
Zonnevlekken

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Zonnevlekken

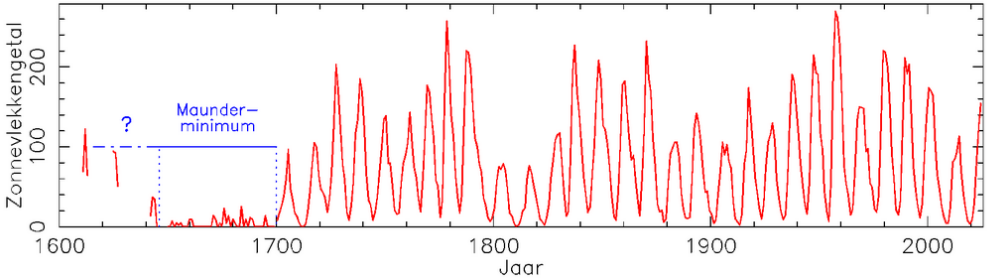
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

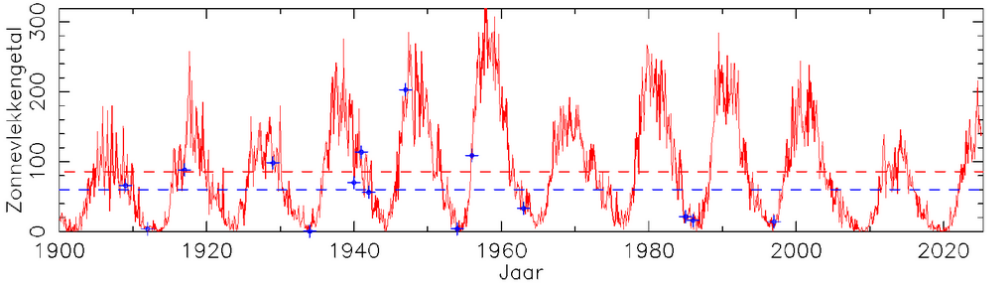


K. Inouye Solar Telescope, Hawaii (2020) Details tot 20 km. Credit: NSO/AURA/NSF.

Zonnevlekken

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



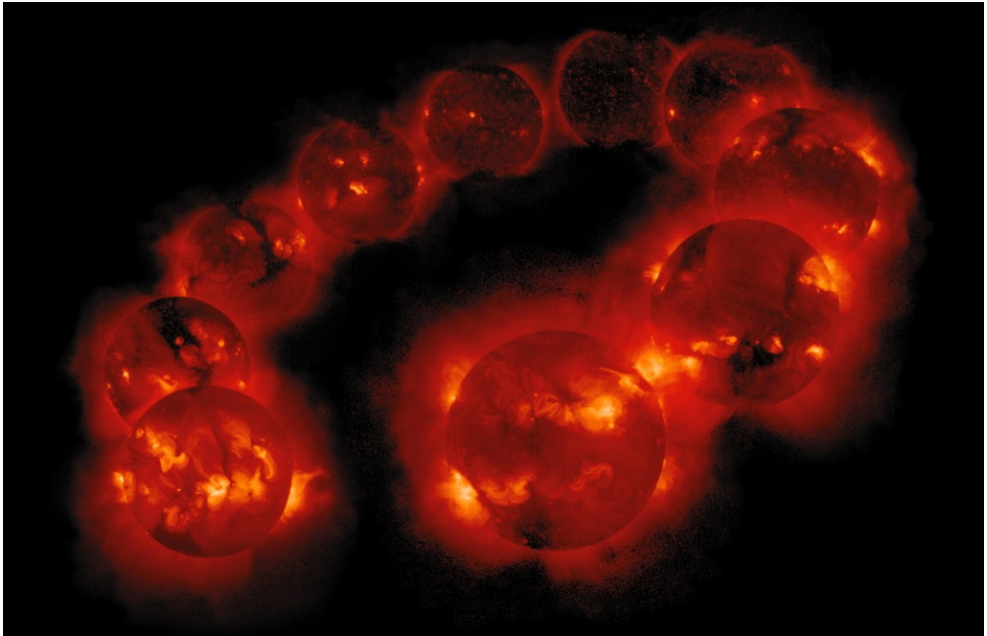


Pieter Bruegel de Oude (1565)

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

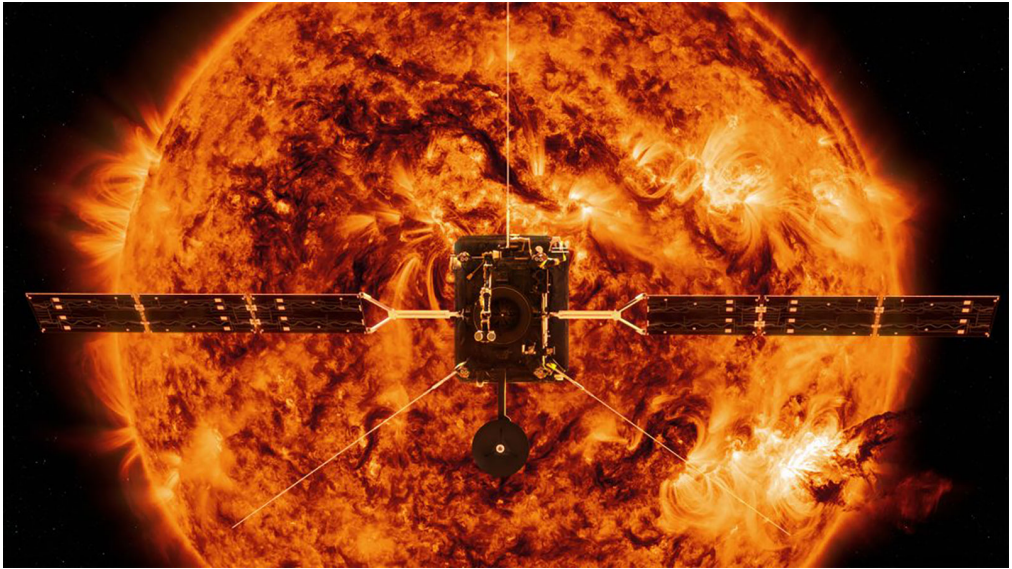
Zonnecyclus

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Solar Orbiter (Solo; 2020)

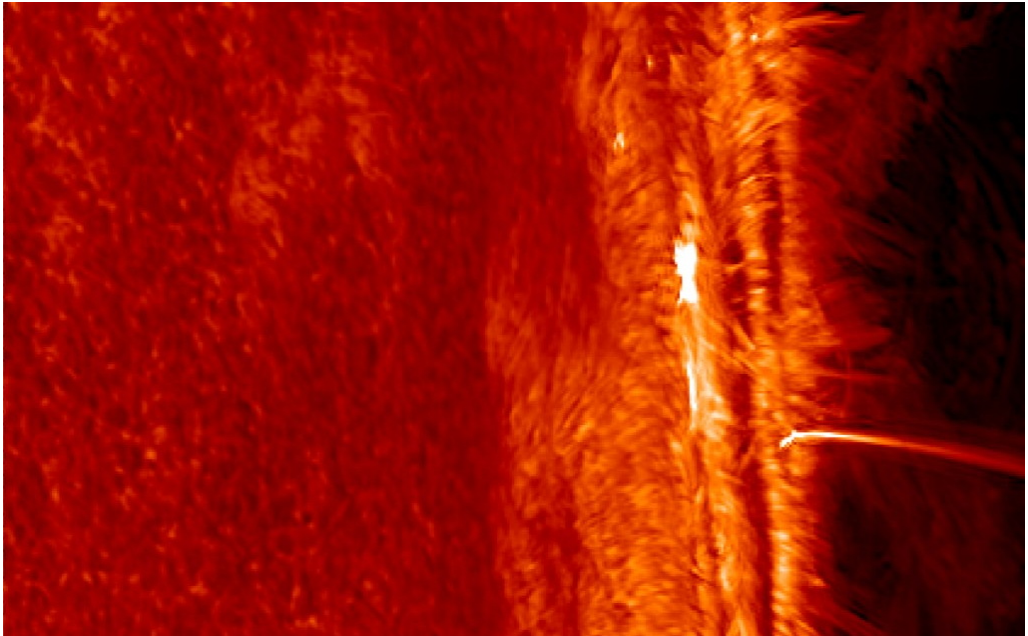
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Gelanceerd in 2020, komt tot 2028 dichter bij de Zon (tot $\sim 60\ R_\odot$) en $b \sim 24 - 33^\circ$.

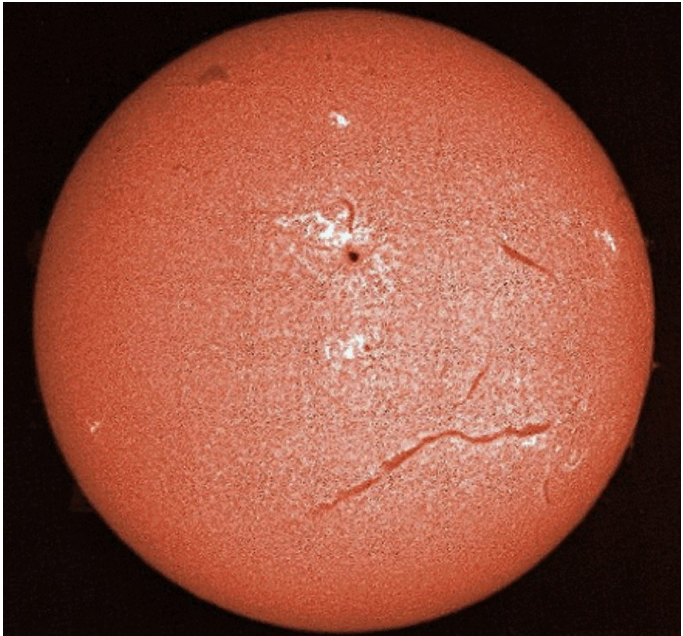
DOT: spiculen

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



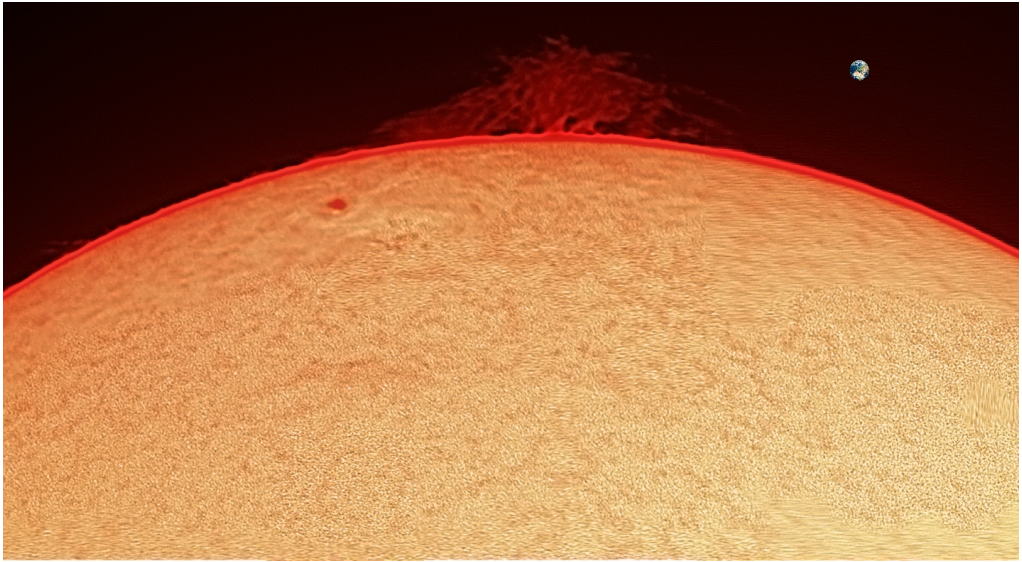
Zon in Hα — Sonnenborgh

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in Hα
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Zon in Hα — Sonnenborgh

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in Hα
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



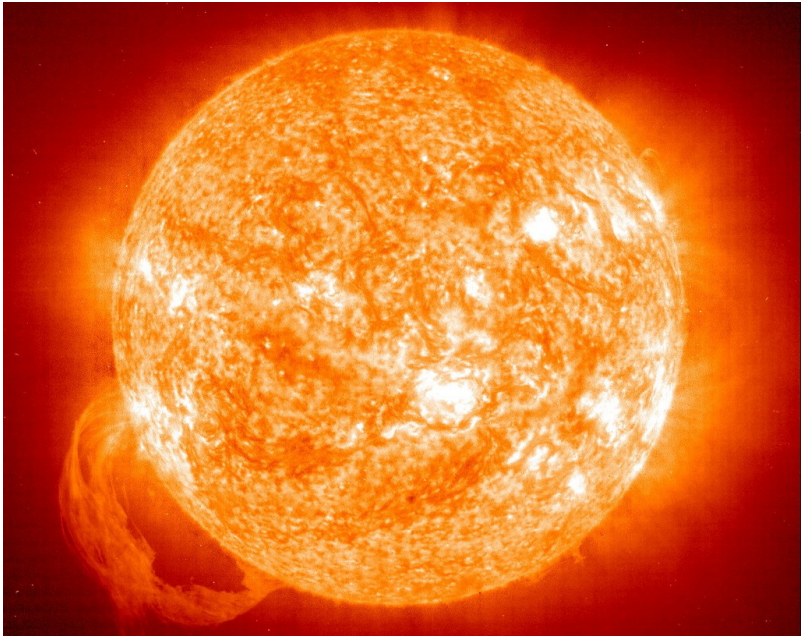
Robert Wielinga, Sonnenborgh, 2022-07-17

Magnetisch veld

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

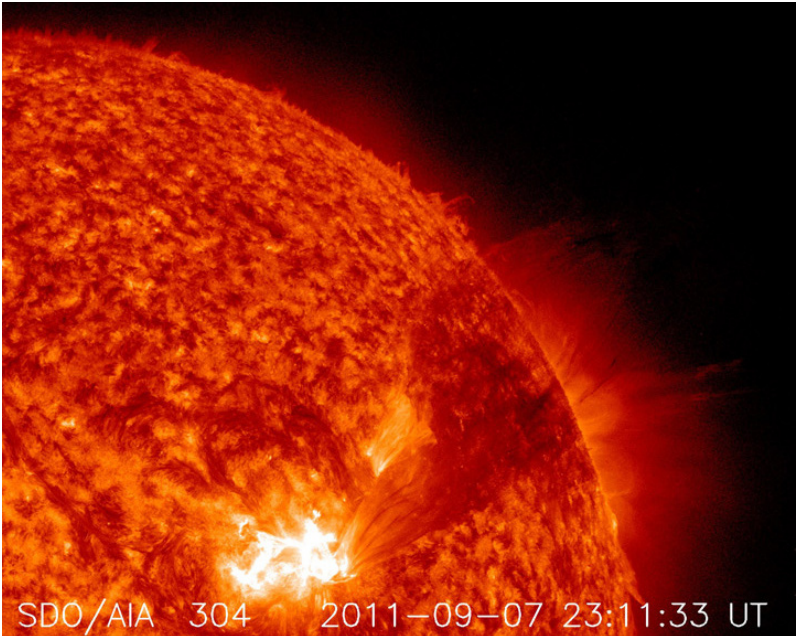
Protuberansen

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



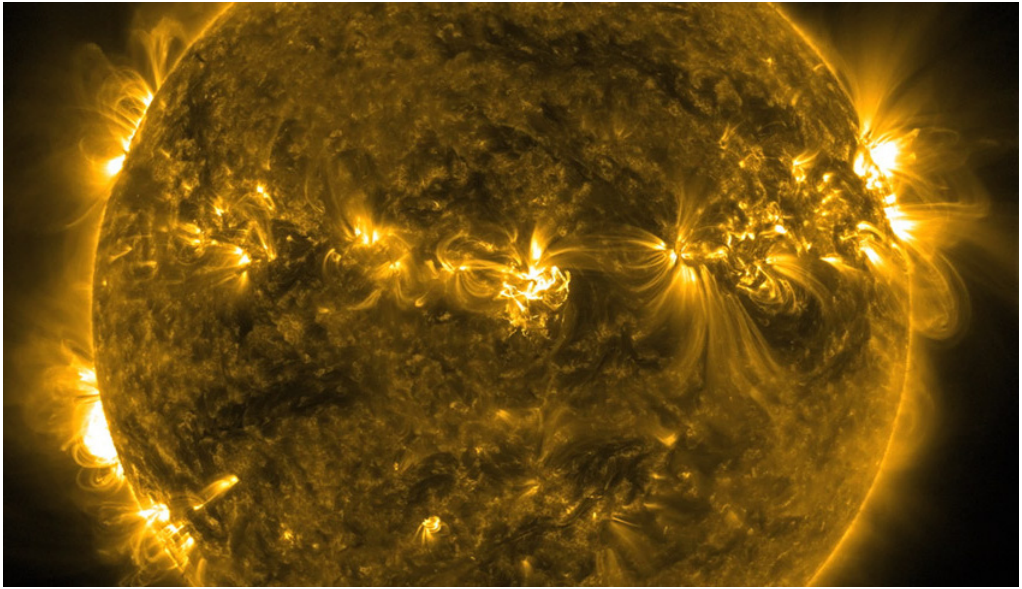
Solar flare, CME

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Actieve gebieden op de Zon

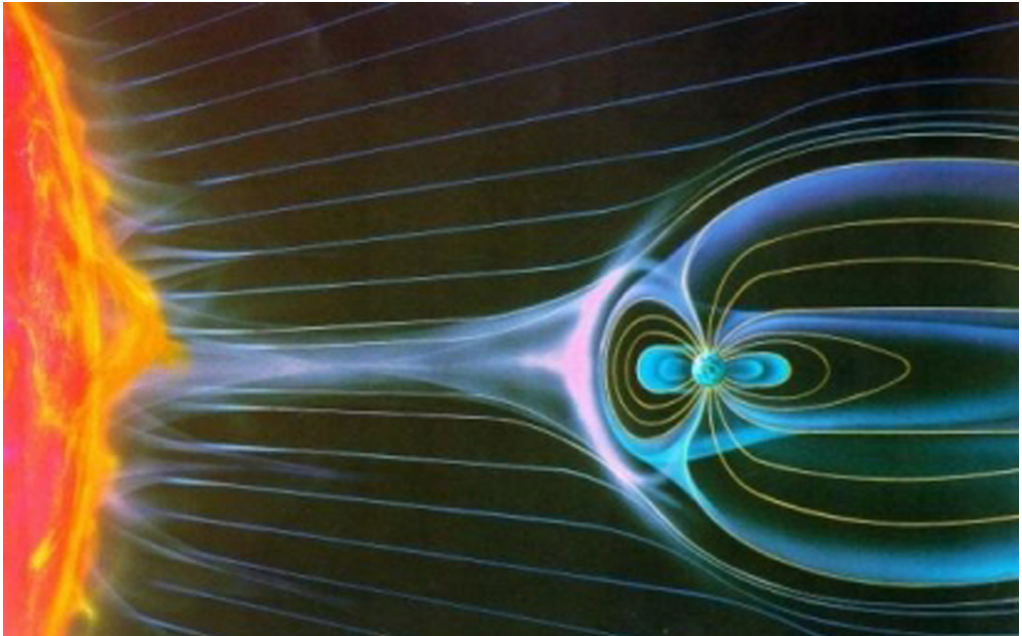
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



SDO/NASA, EUV: 28/09/2011 – 02/10/2011

Zonnewind

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Aurora

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Groen: aangeslagen zuurstof, $h \sim 120$–400 km;

Rood: zuurstof, $h \sim 300$ km;

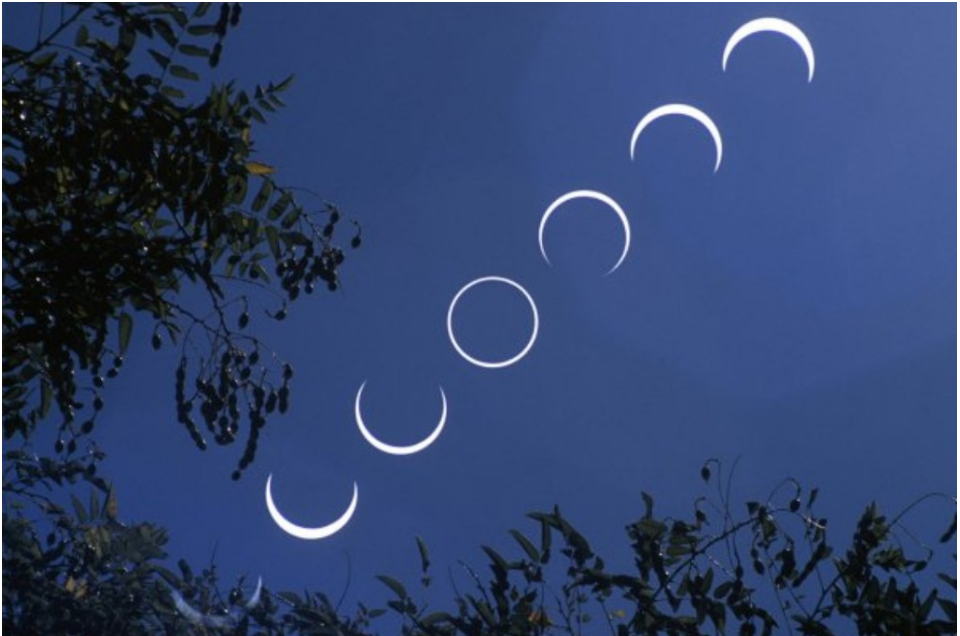
Paars (= blauw + rood): stikstof, $h \sim 120$–200 km.

Gedeeltelijke zonsverduistering

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Ringvormige eclips

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

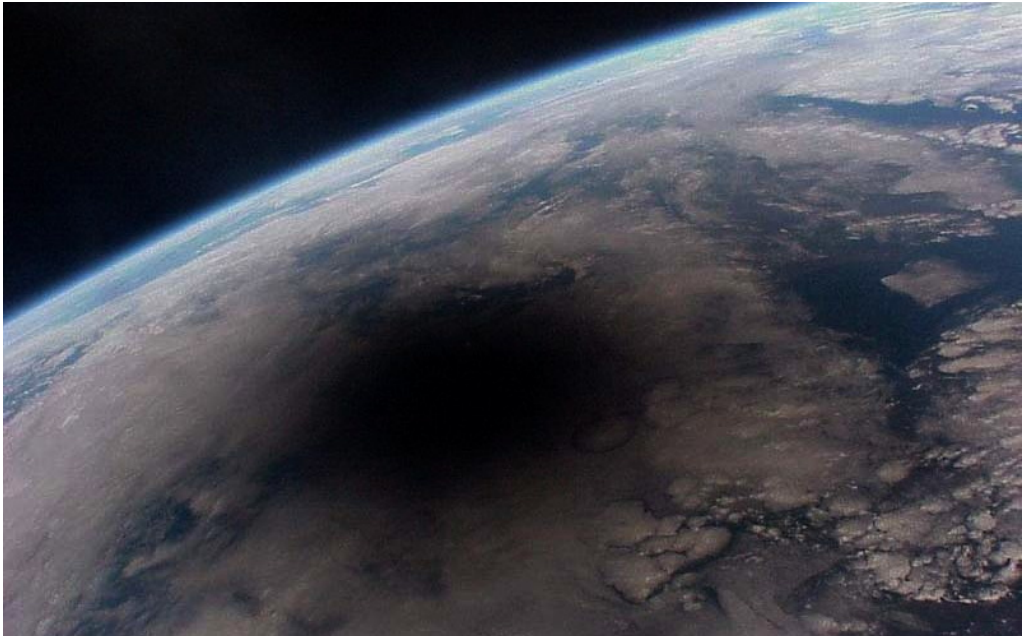


Totale zonsverduistering

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Maanschaduw

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

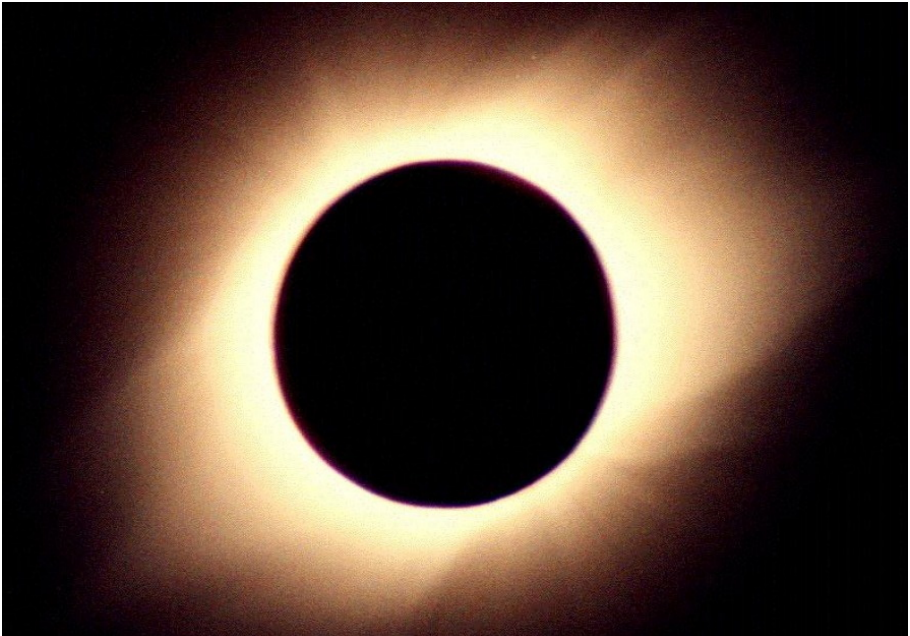


Chromosfeer

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Corona

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

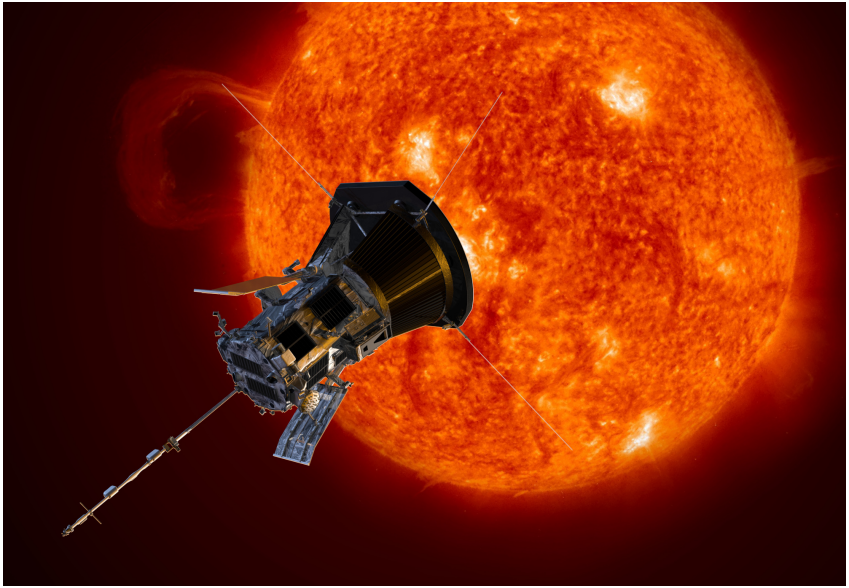


Corona

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Parker Solar Probe

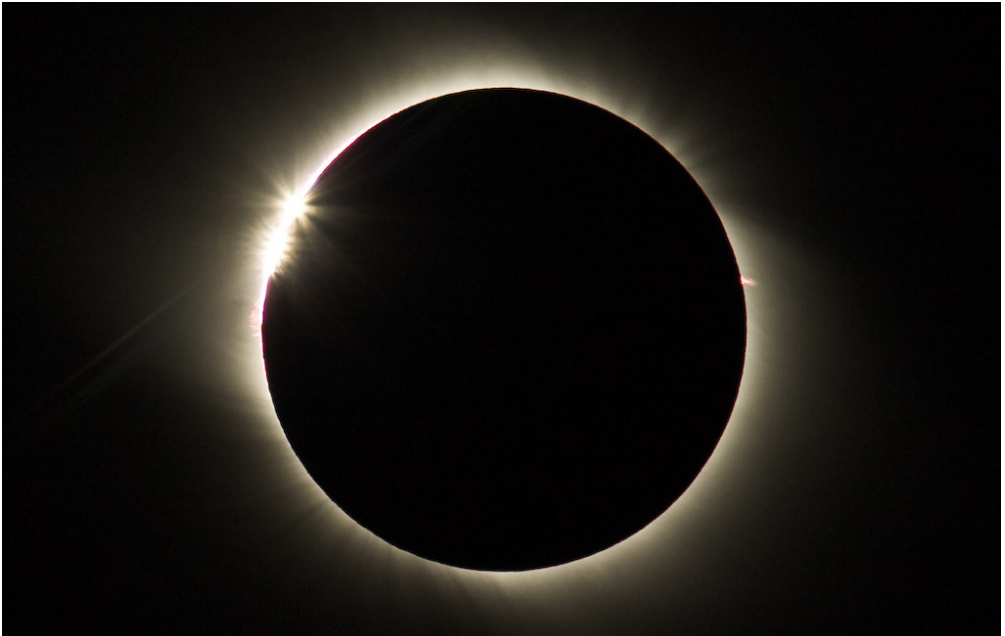
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Gelanceerd in 2018, draait in 80–100 dagen om de Zon, tot 6–8 $R_\odot$ van de fotosfeer.

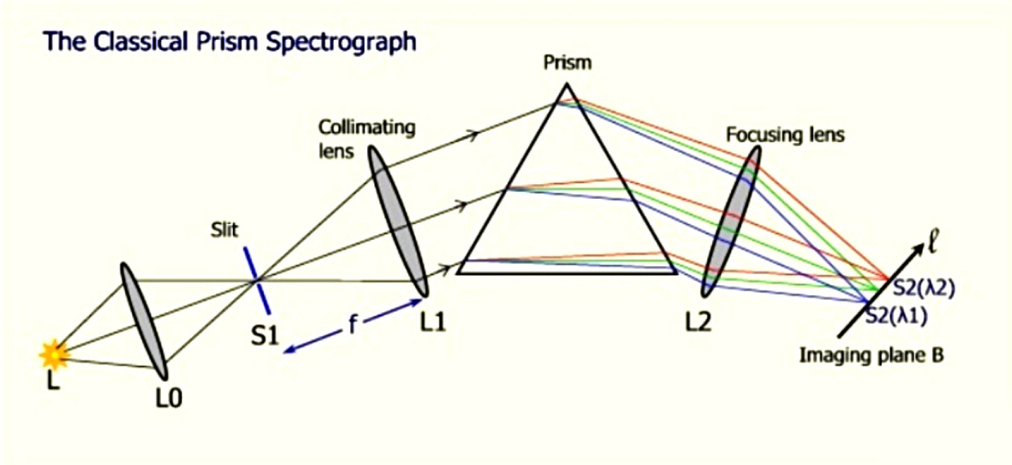
Diamond Ring

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Spectrum via een prisma

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

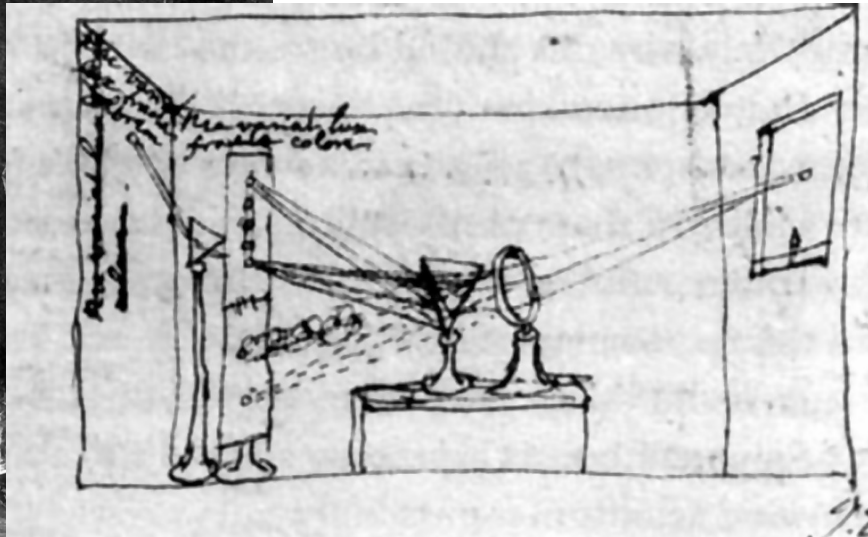


Isaac Newton: *Opticks* (1704)

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Isaac Newton: *Opticks* (1704)

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

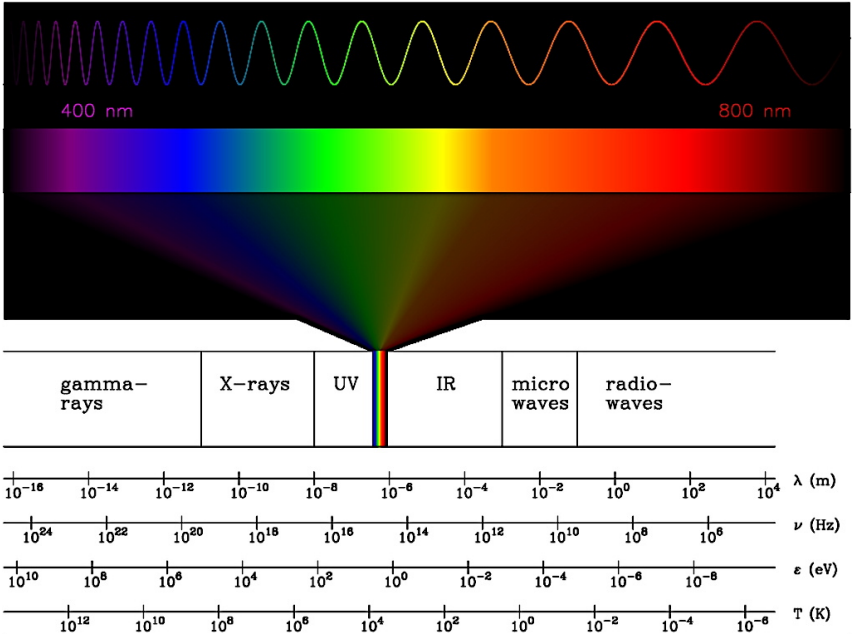


William Herschel: infrarode straling (1800)

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

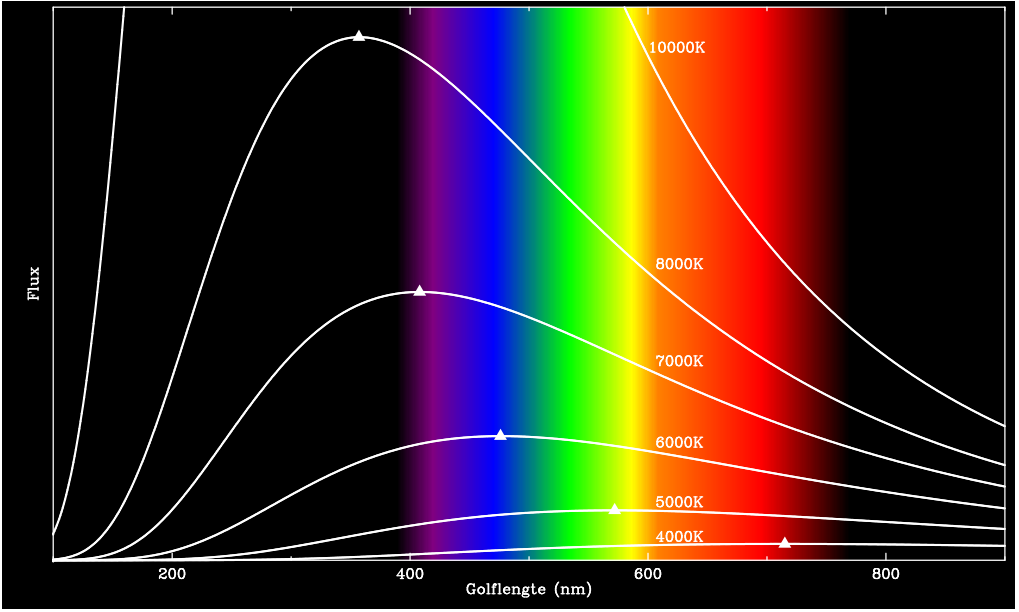
Het electromagnetische spectrum

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



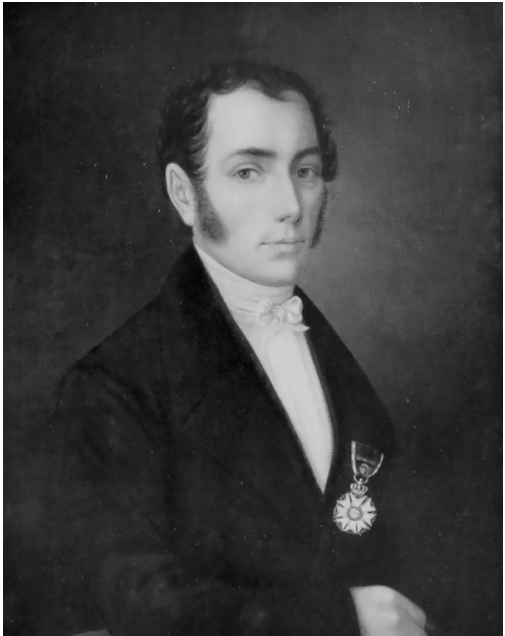
Zwarte stralers met verschillende temperaturen

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Joseph von Fraunhofer

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Spectrum met Fraunhofer lijnen

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei

Gegevens
De Zon in getallen

Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α

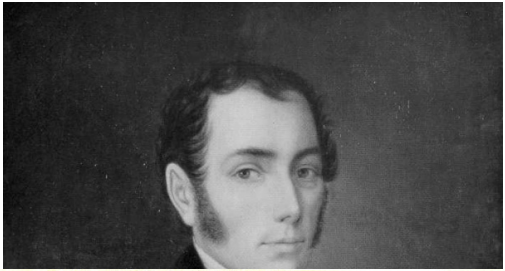
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora

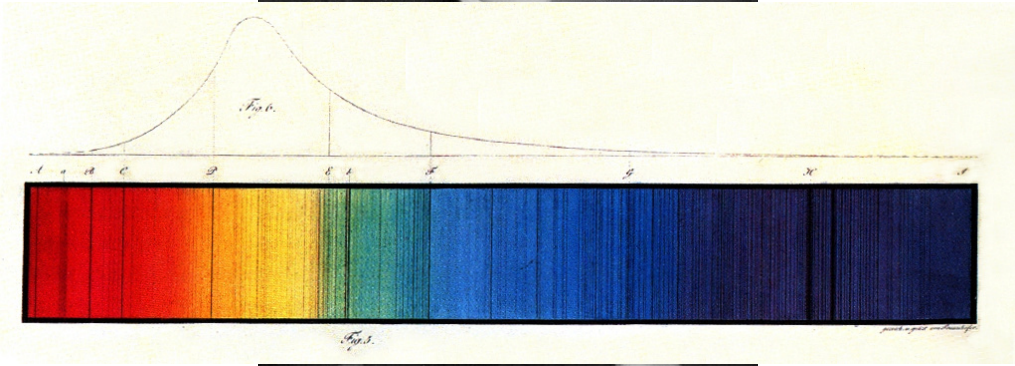
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring

Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen

Opbouw
Kernfusie

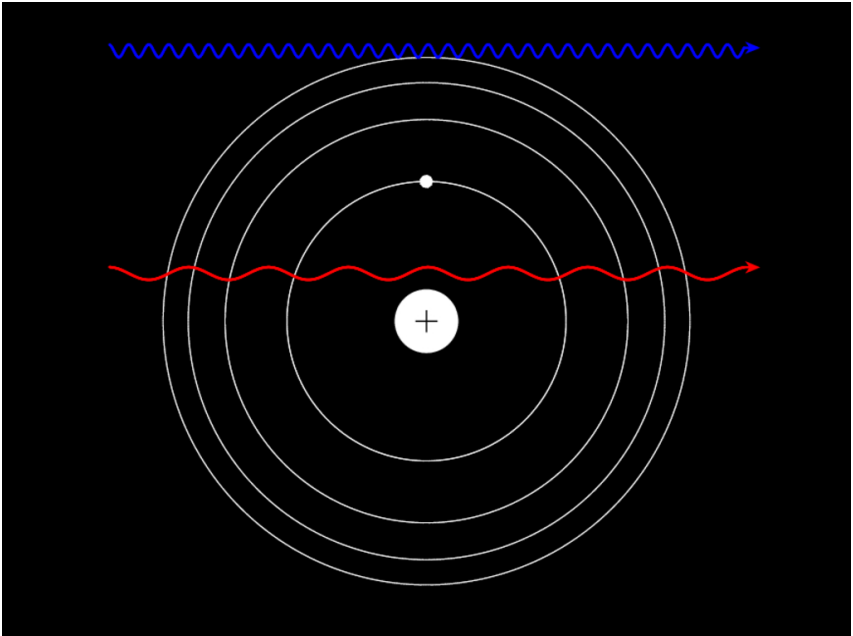
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon





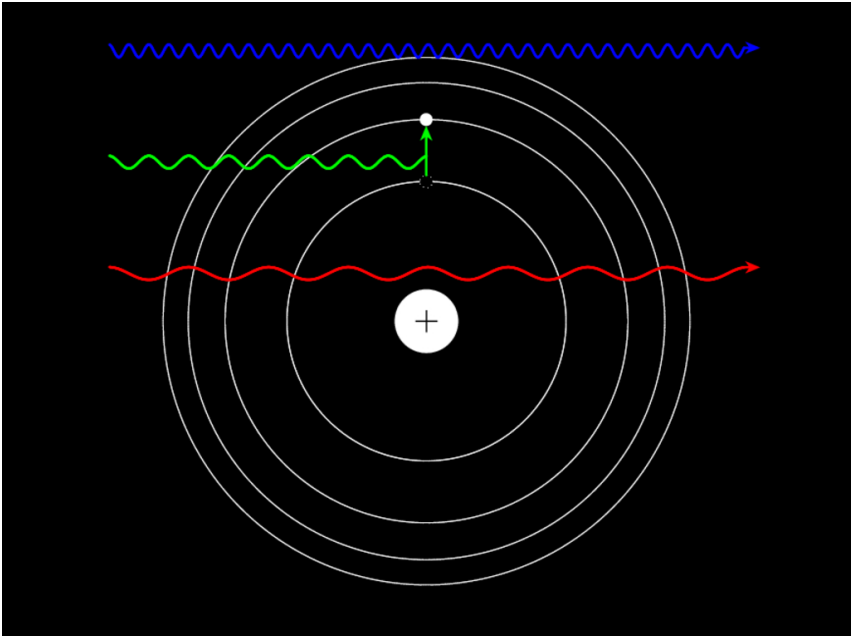
Lijnstraling

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



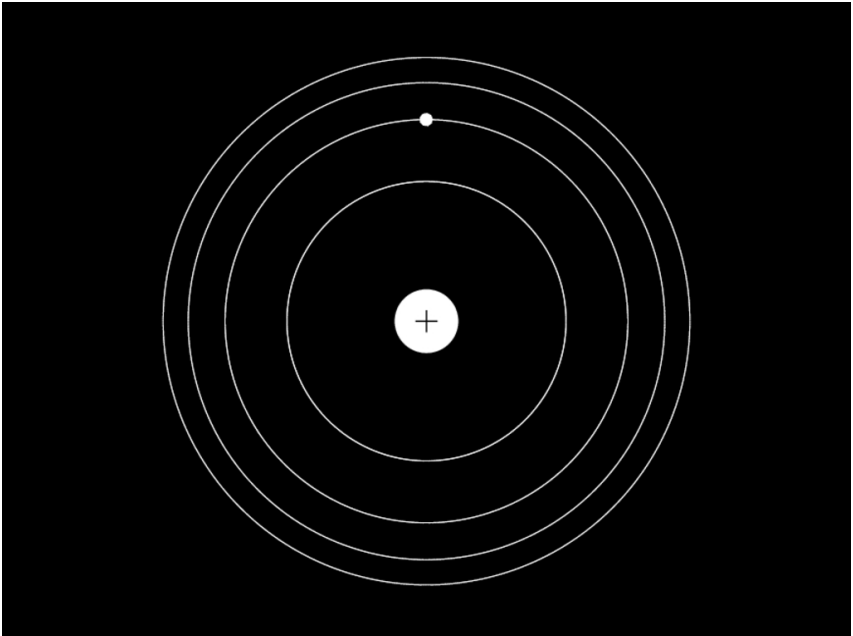
Lijnstraling: exitatie

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



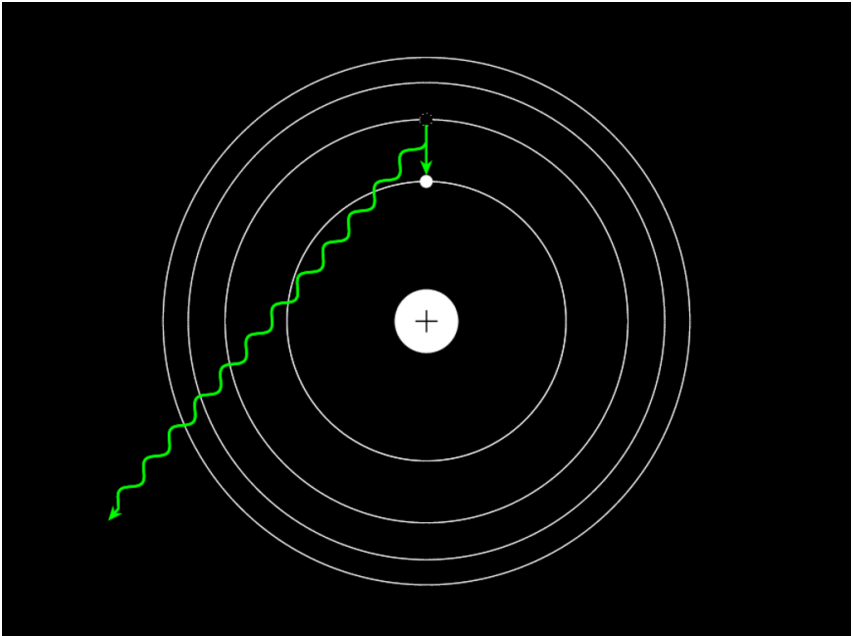
Lijnstraling

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



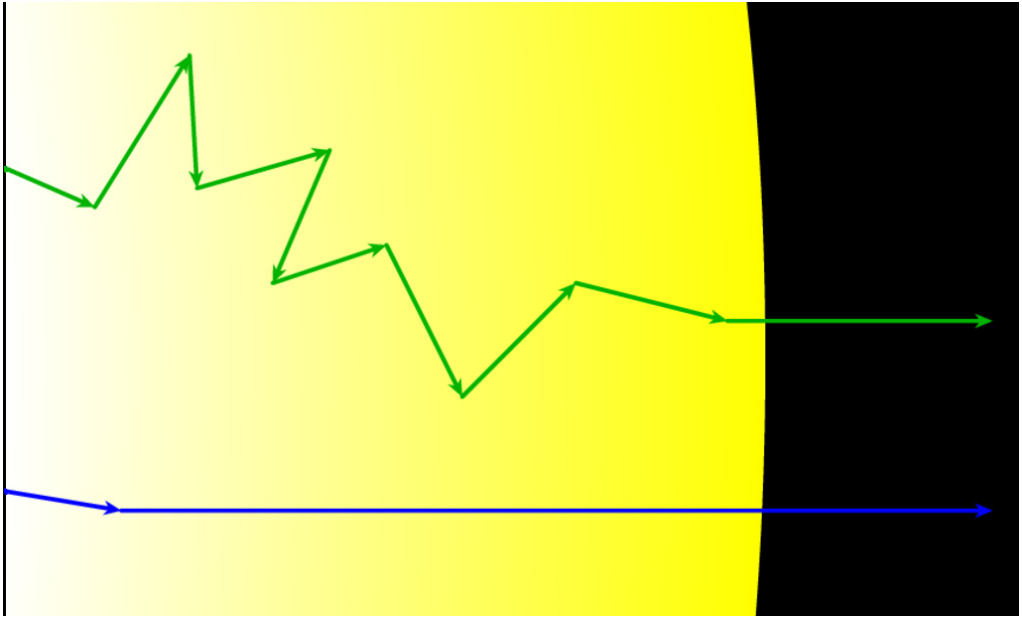
Lijnstraling: de-exitatie

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



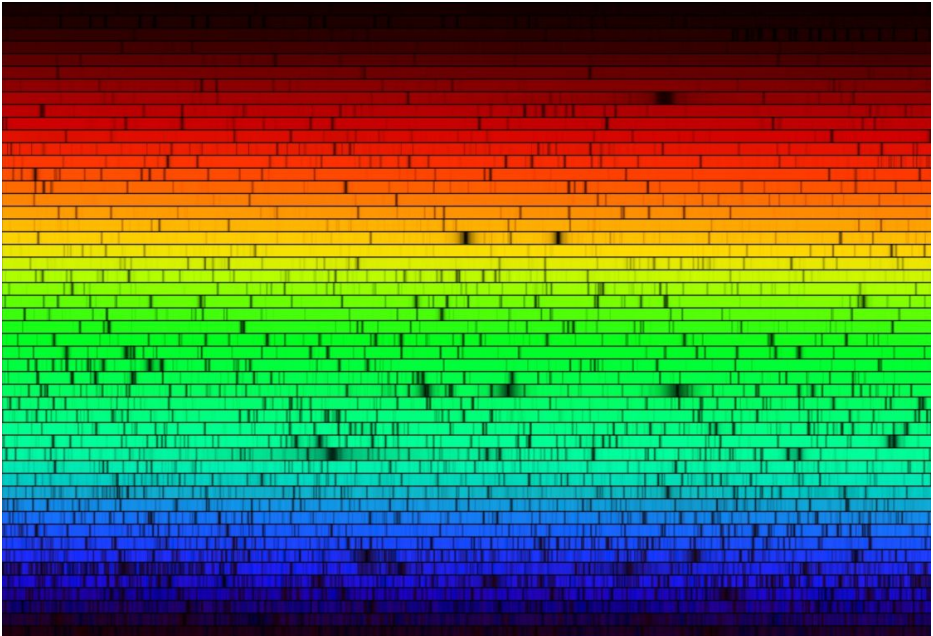
Verstrooiing

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Het Fraunhofer zonnespectrum

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



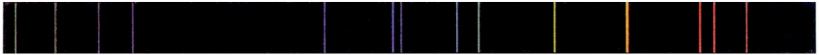
Labspectra

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Continu

Zon

Waterstof



Helium

Natrium

Calcium

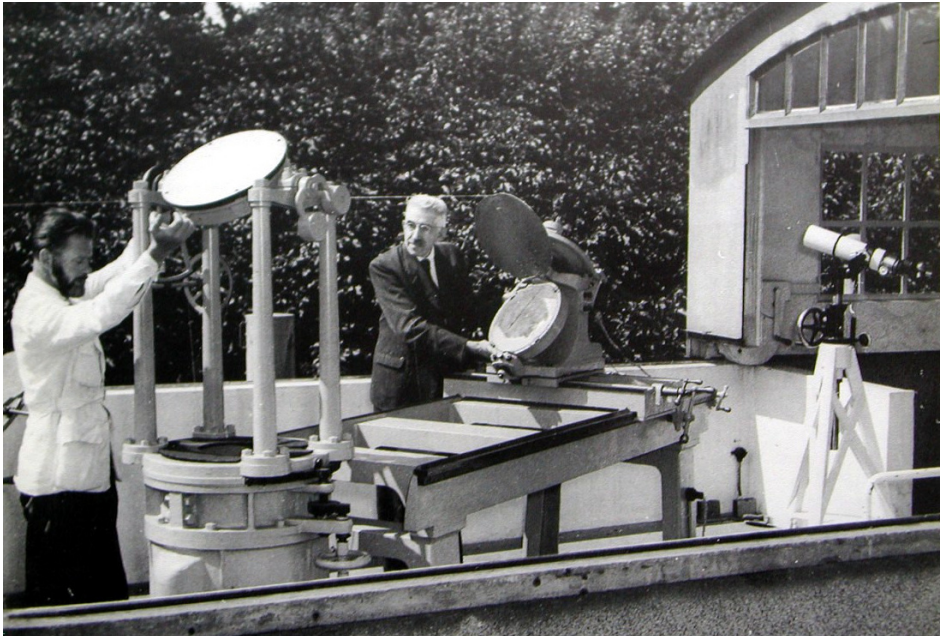
IJzer

Neon

Kwik

De coelostaat op Sonnenborgh

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

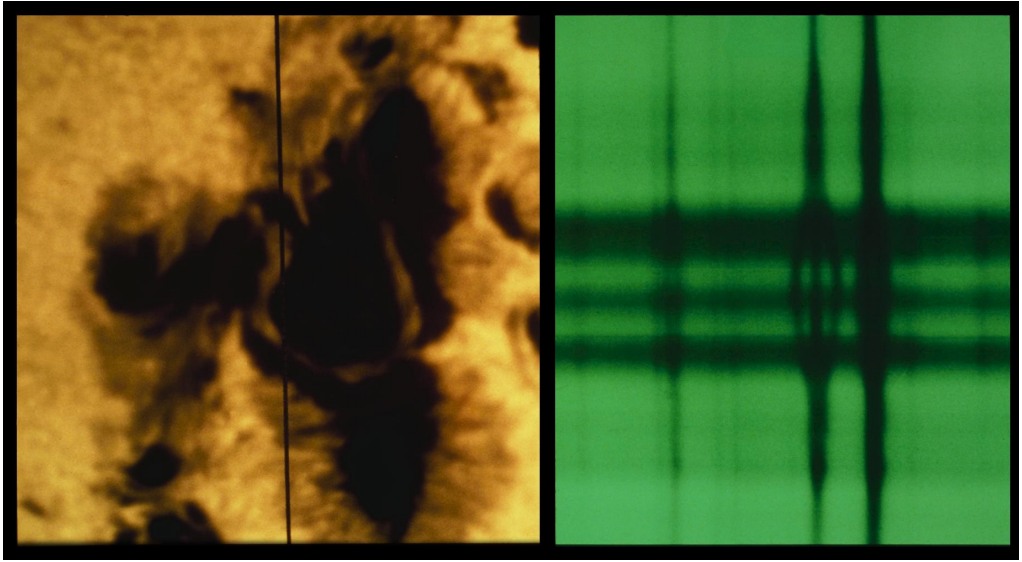


Minnaert bij de zonnespectrograaf

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

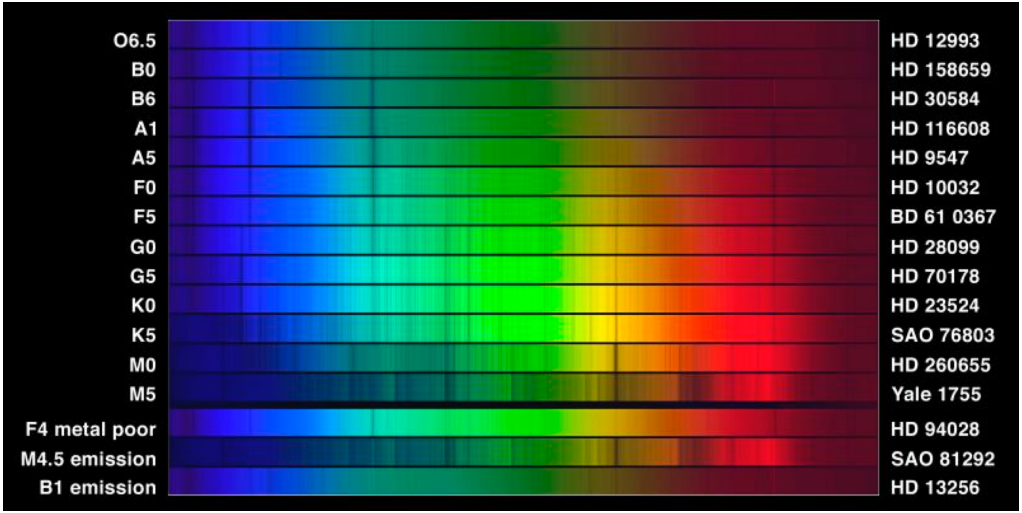
Zeemansplitsing

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



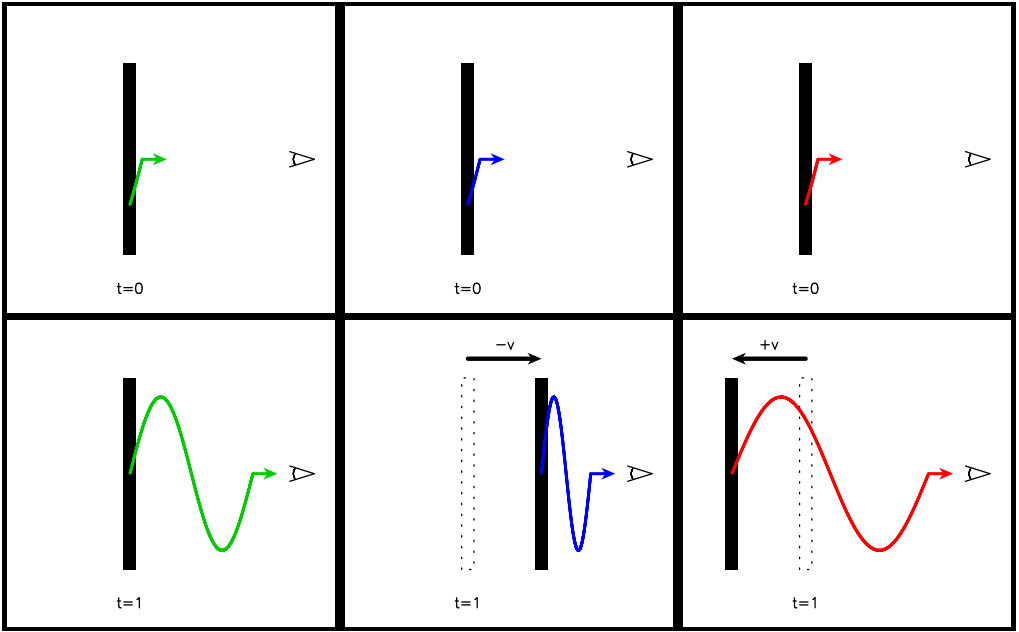
Sterspectra

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



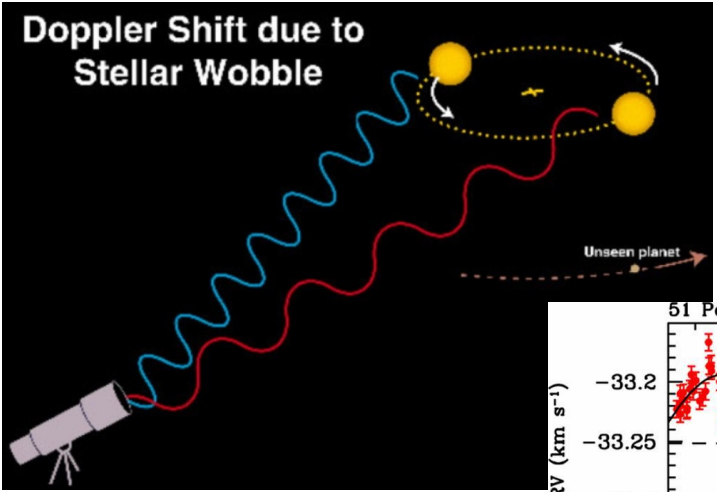
Het Dopplereffect

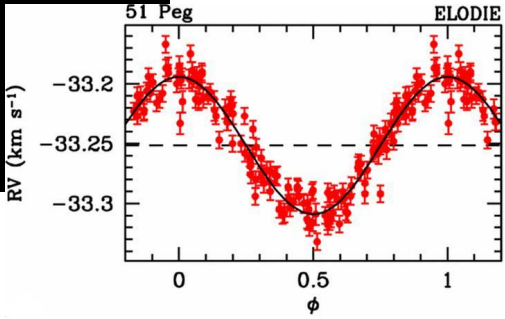
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Ontdekking van exoplaneten door Dopplerverschuiving

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

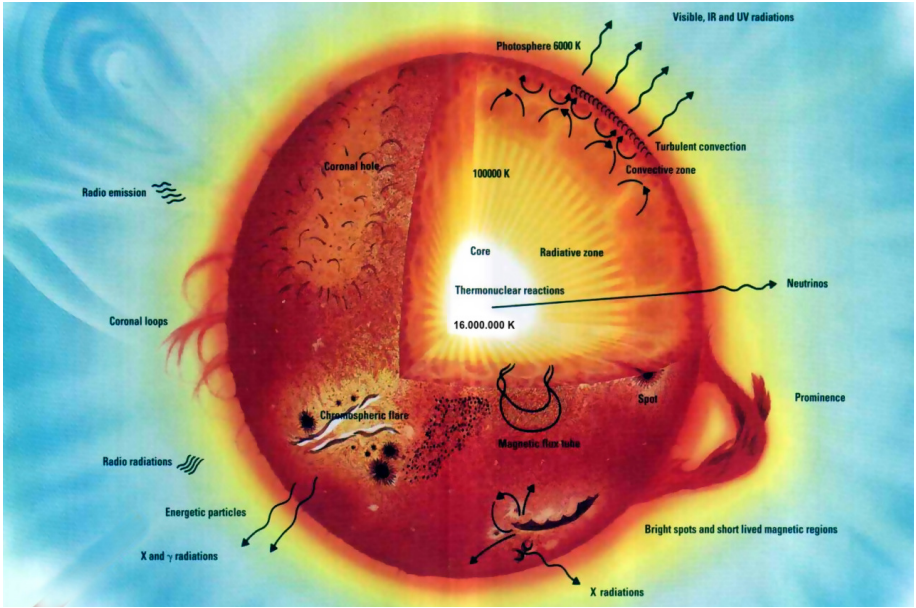




Mayor & Queloz (1995)

Structuur van de Zon

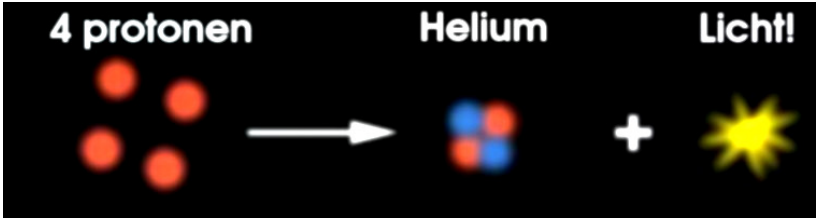
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

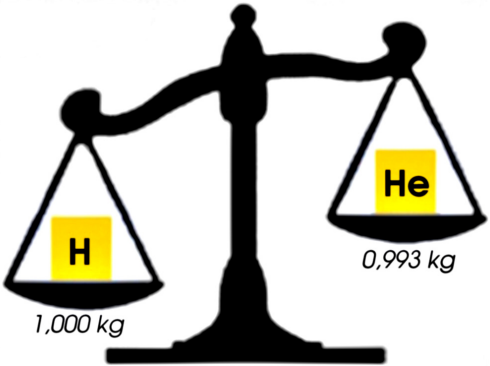


Bron: solarviews.com

Waterstoffusie

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



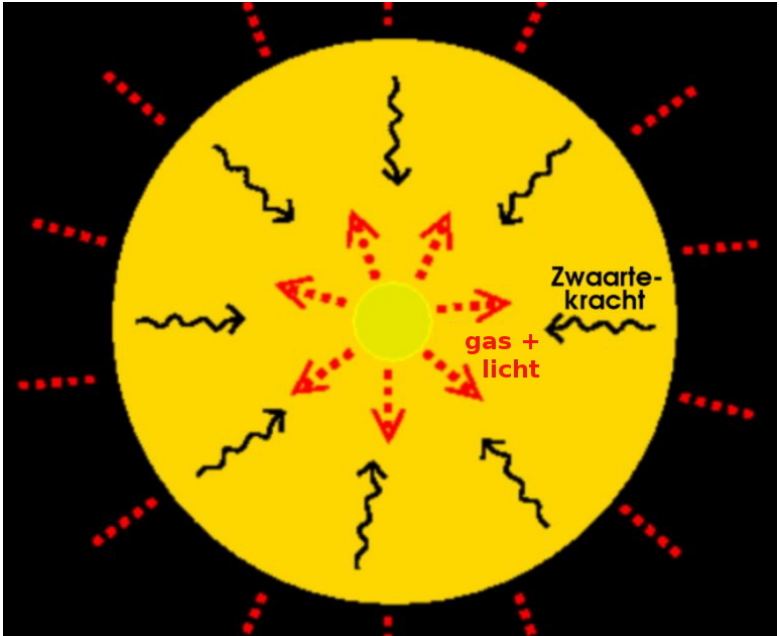


Ontstaan van de Zon

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Hydrostatisch evenwicht

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

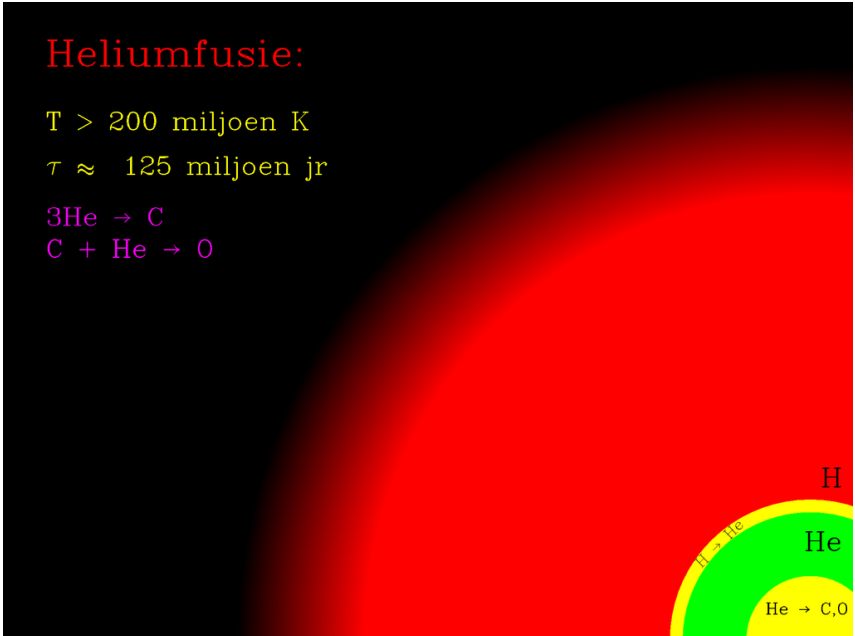


Evolutie van de Zon

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

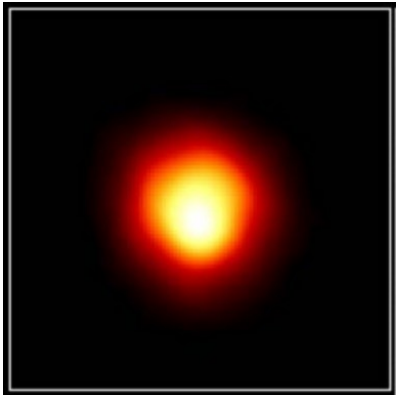
Evolutie van de Zon

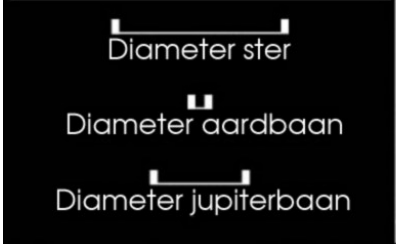
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Betelgeuze

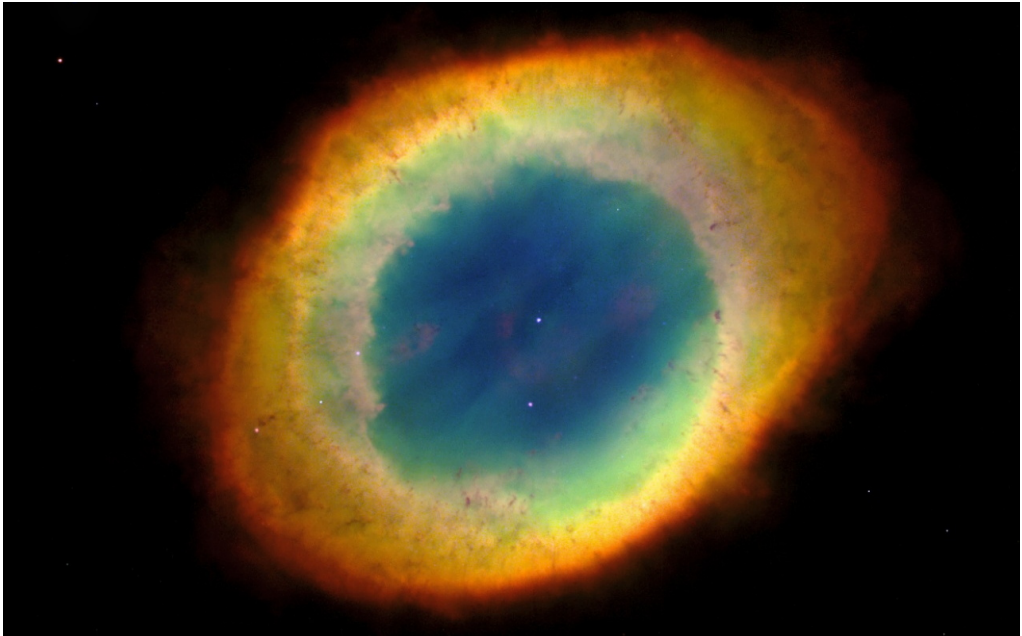
Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon





Planetaire nevel

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon



Verwijzingen naar het handboek

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

Slidenummer en -onderwerp naar paginanummer in het handboek

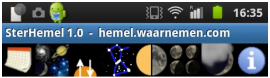
- s.2–3: Stonehenge → p.12–13;
- s.4–5: Galilei → p.21, 25;
- s.7: Gegevens → p.122;
- s.6, 8–11: fotosfeer, zonnevlekken → p.125, 127;
- s.12–22: zonne-activiteit, -cyclus → p.127–130;
- s.23–24: zonnewind, Aurora → p.126;
- s.25–33: zonsverduisteringen, chromosfeer, corona → p.106–107, 126;
- s.34: spectroscopie → p.38;
- s.35–36: Newton → p.21, 38;
- s.37: Herschel → p.27;
- s.38–39: EM spectrum → p.36–37;
- s.40–52: Fraunhofer lijnen → p.38;
- s.53–54: Dopplereffect → p.227;
- s.55: structuur Zon → p.125;
- s.56: waterstoffusie → p.124;
- s.57: ontstaan Zon → p.182–183, 189;
- s.58: hydrostatisch evenwicht → p.184;
- s.59–60: kernfusie → p.124, 184;
- s.61: Rode reus → p.131, 184, 192;
- s.62: Planetaire nevel, witte dwerg → p.177, 181, 184, 192–193.

Geschiedenis
De Zon in de oudheid
Galileo Galilei
Gegevens
De Zon in getallen
Oppervlak
De fotosfeer en granulatie
Zonnevlekken
Zon in H_α
Magnetisme
Protuberansen en flares
Aurora
Eclipsen
Ringvormige en totale eclipsen
Chromosfeer, corona en Diamond Ring
Zonnespectrum
Spectra
Zwarte stralers
Spectraallijnen
Opbouw
Kernfusie
Evolutie
Ontstaan van de Zon
Nucleaire evolutie
Toekomst van de Zon

hemel.waarnemen.com

https://hemel.waarnemen.com

- Actuele, eenvoudig en lastiger waar te nemen hemelverschijnselen
- Zichtbaarheid van Zon, Maan, planeten, meteoren, kometen, deepsky, ISS, . . .
- Astrokalenders, hemelkaarten, maanfasen, hemel vannacht, waarneemweer, tabellen
- Apps (Android/Apple), Facebook, Twitter
- $\sim$ **10 000 pagina's; *Geen* reclame**
- $\sim$**1–2 miljoen** bezoekers per jaar



hemel.waarnemen.com
astrokalender

Tijdstippen zijn in Midden-Europese zomertijd (MEZT)

maandag 19 augustus

03.26: **De Maan** is in het punt van zijn baan dat het dichtst bij de Aarde ligt: het **perigeum**. De afstand tussen de Aarde en de Maan bedraagt 362264 km. De schijnbare diameter van de Maan is groter dan gemiddeld (32'59,1"), door de kleinere afstand. De Maan is op dit moment wassend, voor 94% verlicht en hij is vrijwel de gehele nacht zichtbaar; 's avonds in het (zuid)oosten en tegen de ochtend in het westen of

Deze lezing en links op `https://hemel.waarnemen.com/cursus`