

De Zon

en haar spectrum

Marc van der Sluys



Universiteit
Utrecht

Universiteit Utrecht, Nikhef

hemel.waarnemen.com

Nikhef



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

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

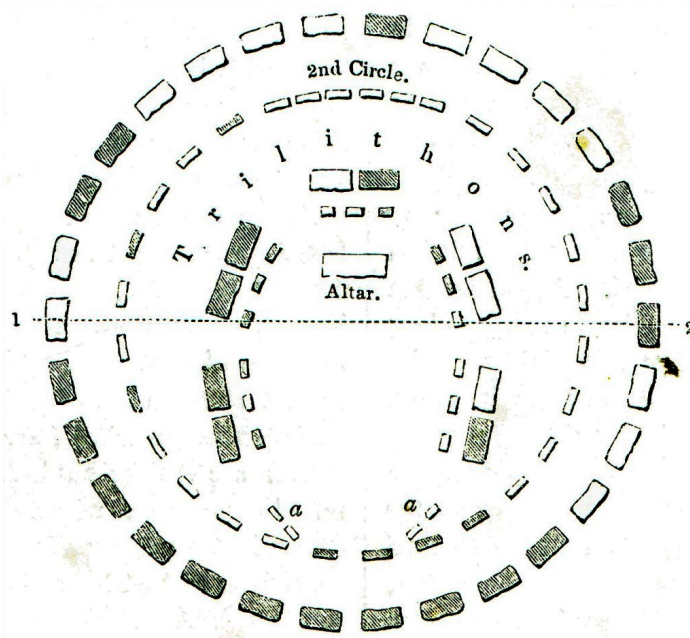
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

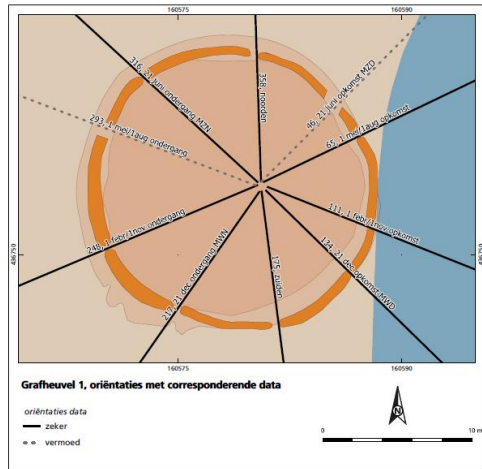
Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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



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

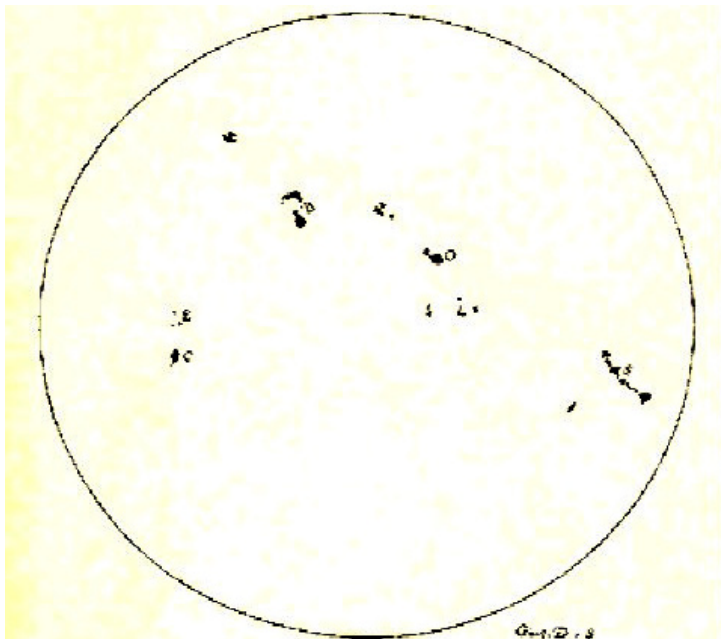
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

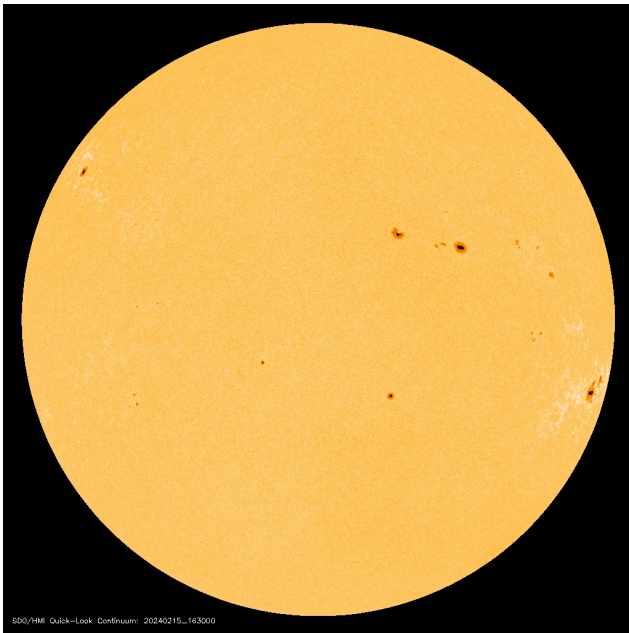
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



SDO/HMI Quick-look Continuum: 20240215_163000

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 eclipsenChromosfeer, 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	$T_{\text{opp},\odot}$	5500°C	15°C
Centrum	$T_{\text{c},\odot}$	$\sim 16 \times 10^6$ °C	~ 7000 °C
Leeftijd:	τ_{\odot}	$\sim 4,6$ miljard jaar	1 τ_{\oplus}

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

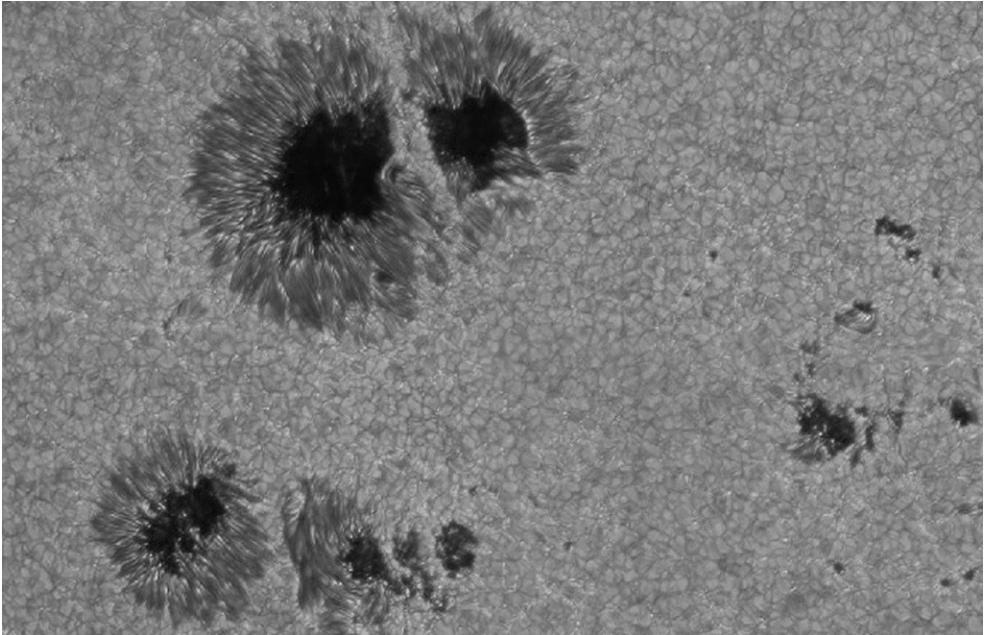
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

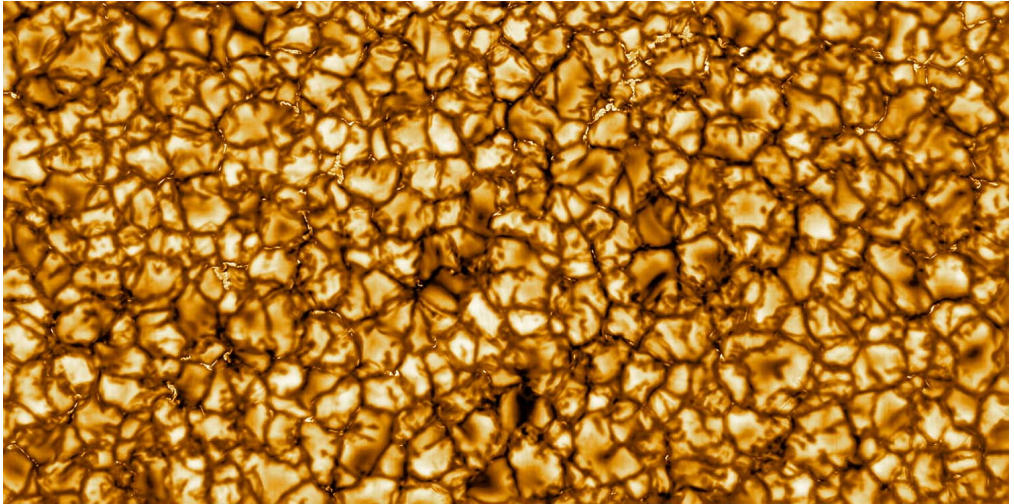
Kernfusie

Evolutie

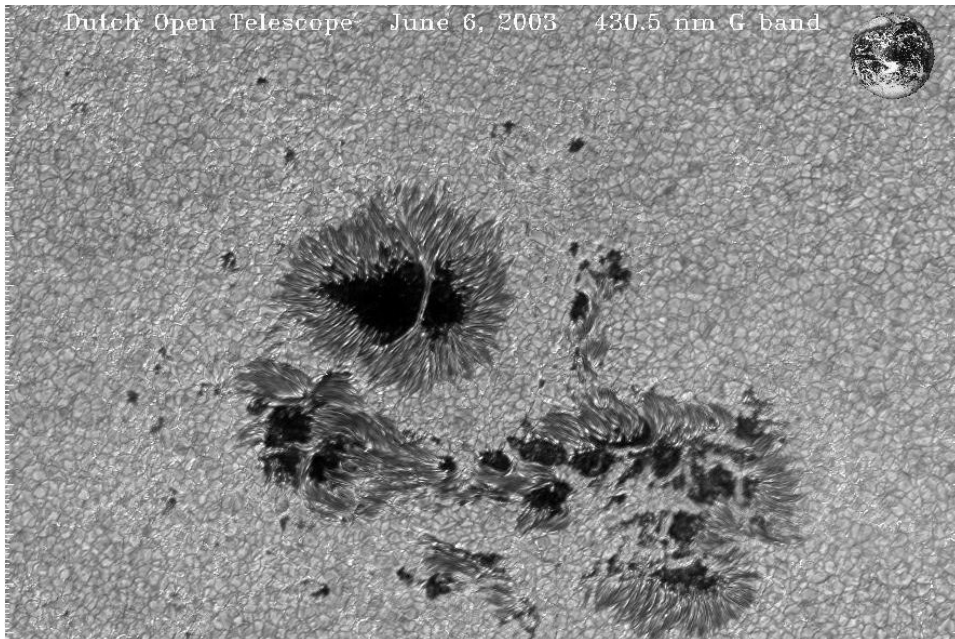
Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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



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

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

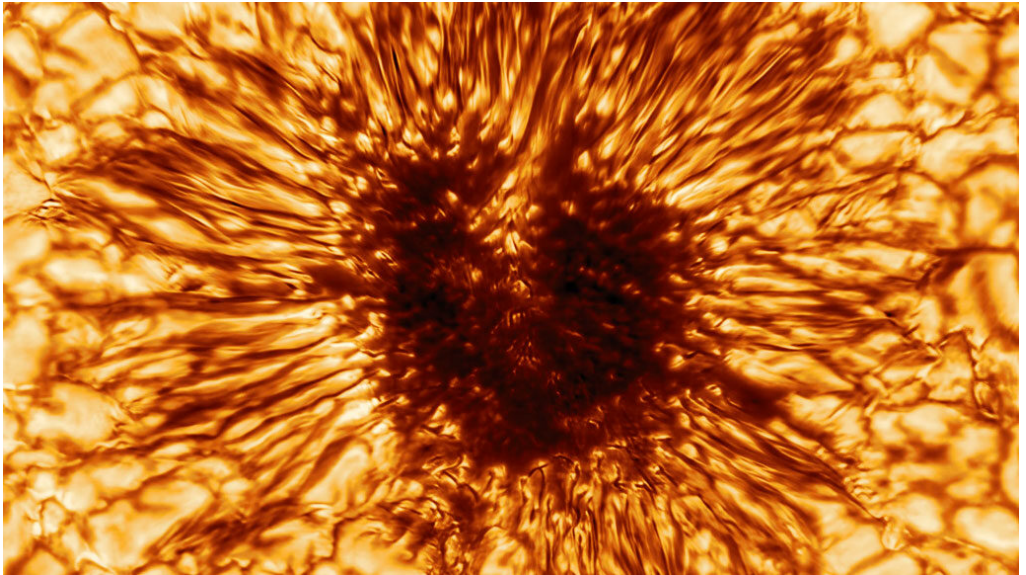
Kernfusie

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.

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

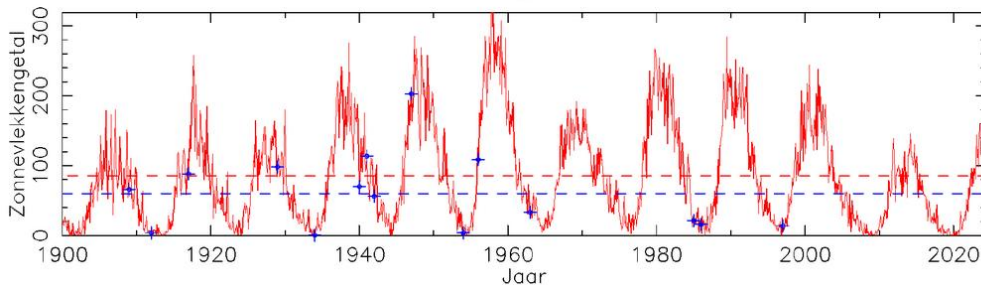
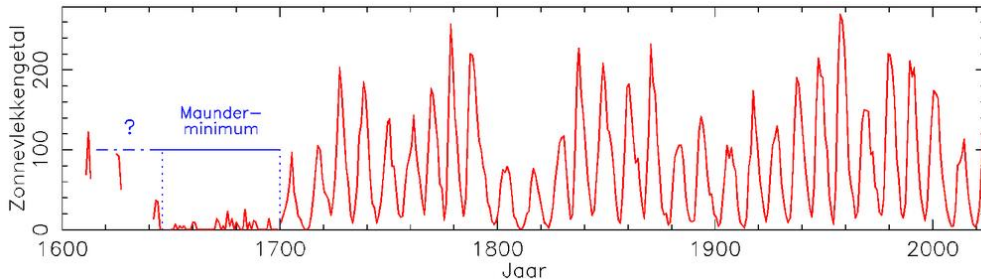
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

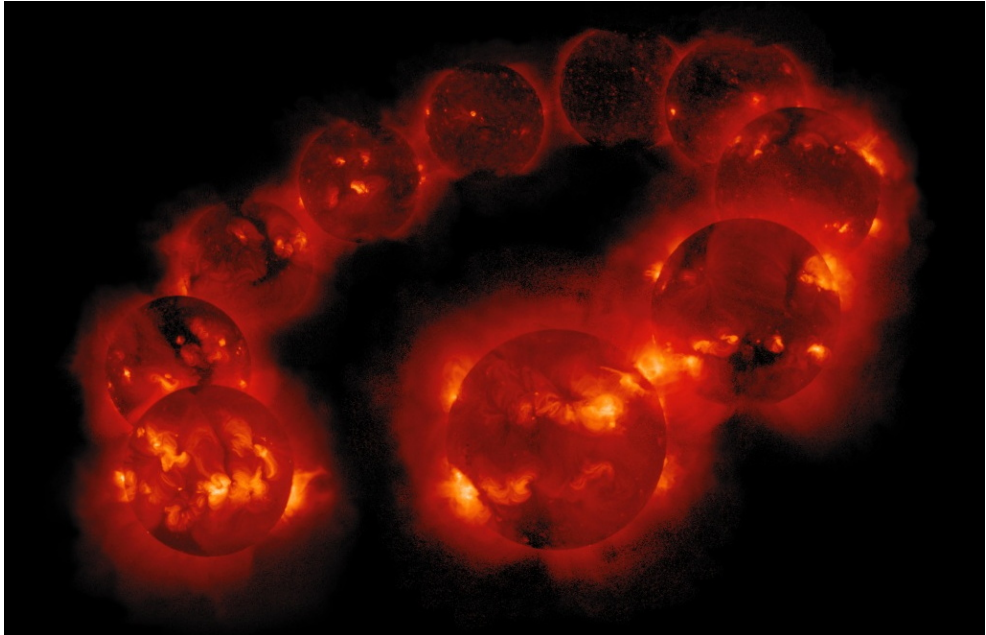
Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon





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

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

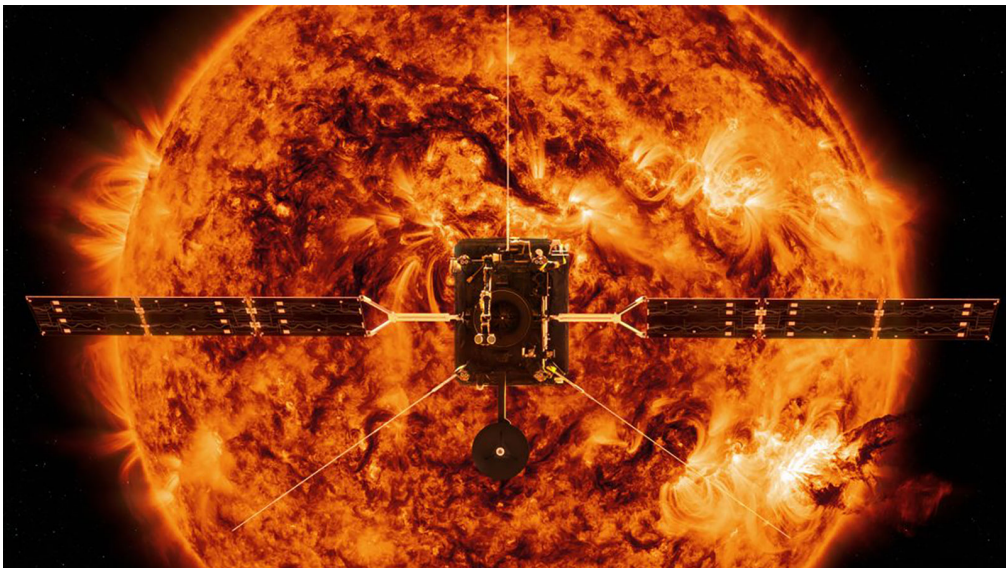
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

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

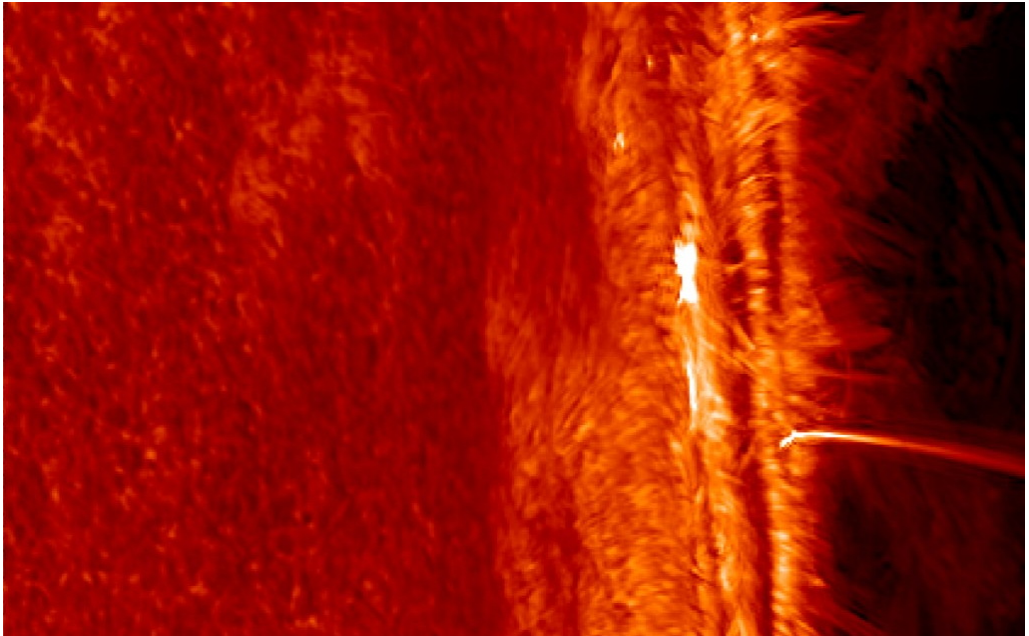
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



Geschiedenis

De Zon in de oudheid

Galileo Galilei

Gegevens

De Zon in getallen

Oppervlak

De fotosfeer en granulatie

Zonnevlekken

Zon in $H\alpha$

Magnetisme

Protuberansen en flares

Aurora

Eclipsen

Ringvormige en totale eclipsen

Chromosfeer, corona en Diamond Ring

Zonnespectrum

Spectra

Zwarte stralers

Spectraallijnen

Opbouw

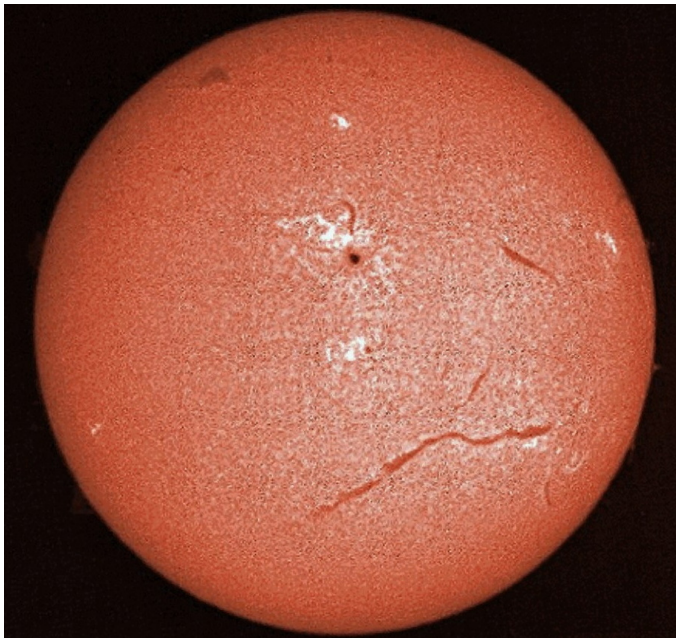
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



Geschiedenis

De Zon in de oudheid

Galileo Galilei

Gegevens

De Zon in getallen

Oppervlak

De fotosfeer en granulatie

Zonnevlekken

Zon in $H\alpha$

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





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

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

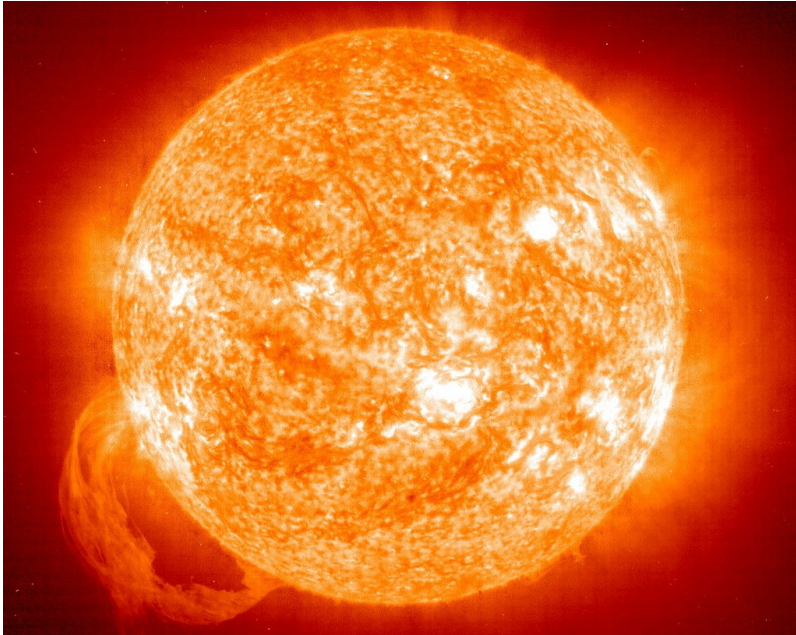
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

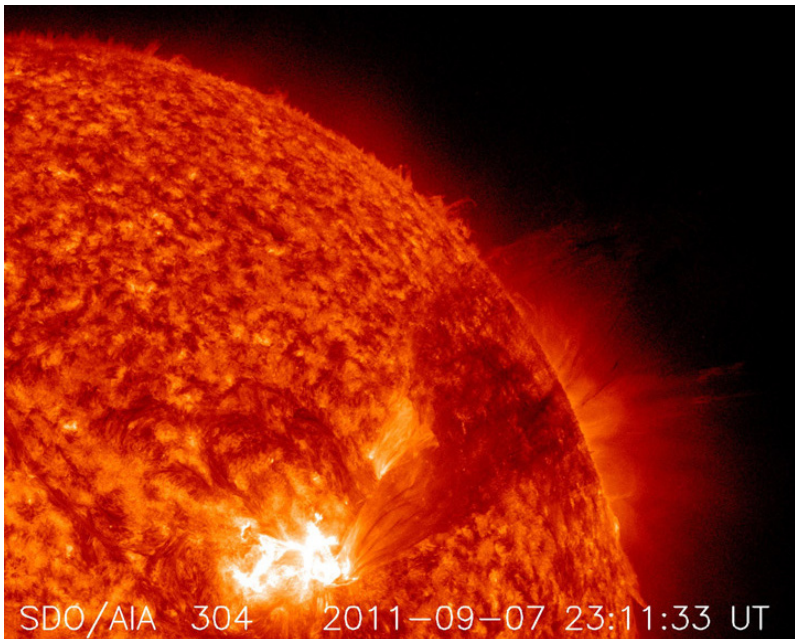
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

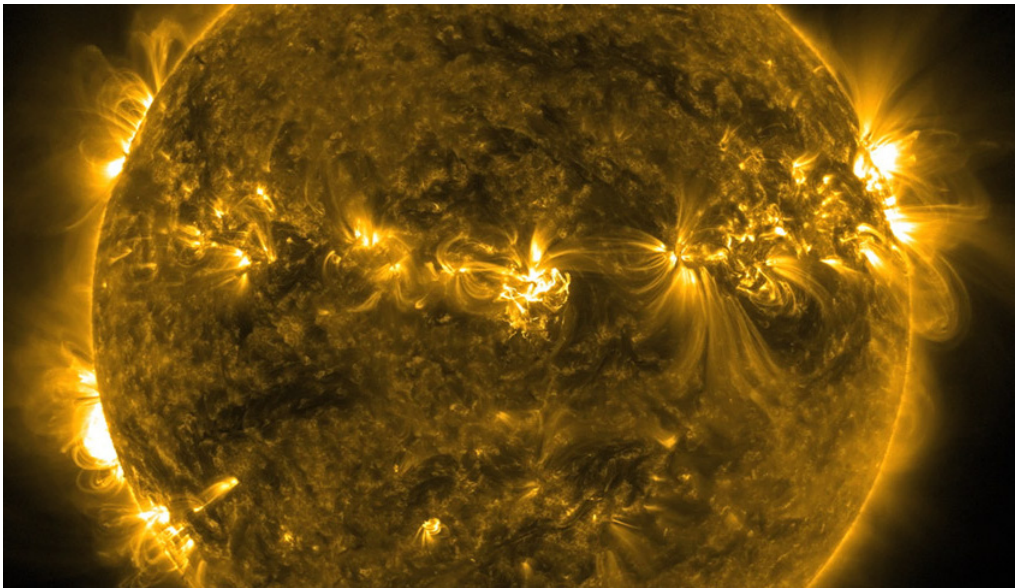
Kernfusie

Evolutie

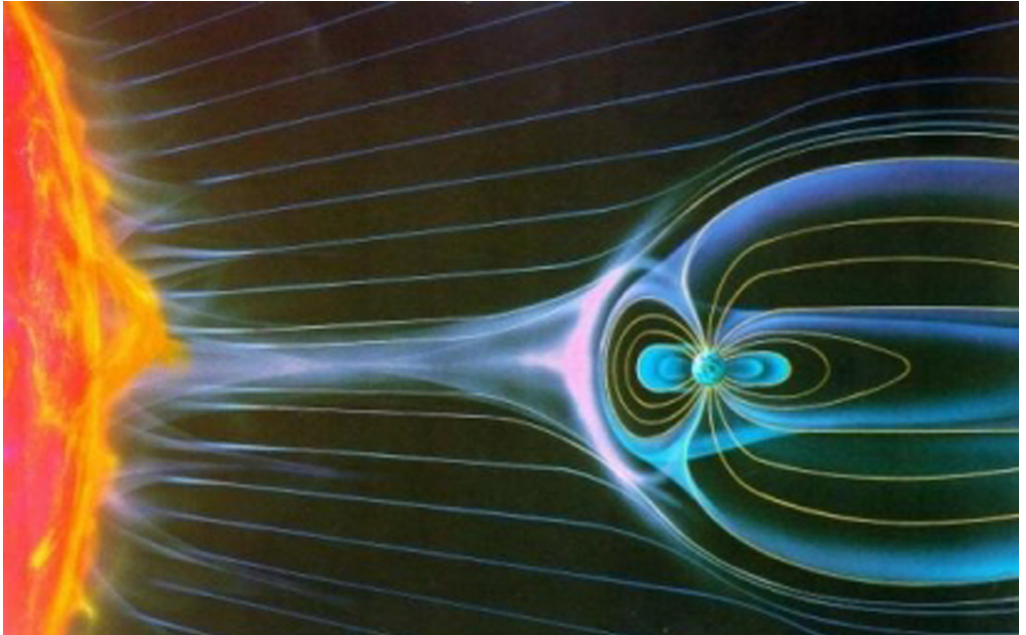
Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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



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

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,
 $h \sim 120\text{--}400$ km;
- Rood:** zuurstof,
 $h \sim 300$ km;
- Paars** (= blauw + rood):
stikstof,
 $h \sim 120\text{--}200$ km.

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



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



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

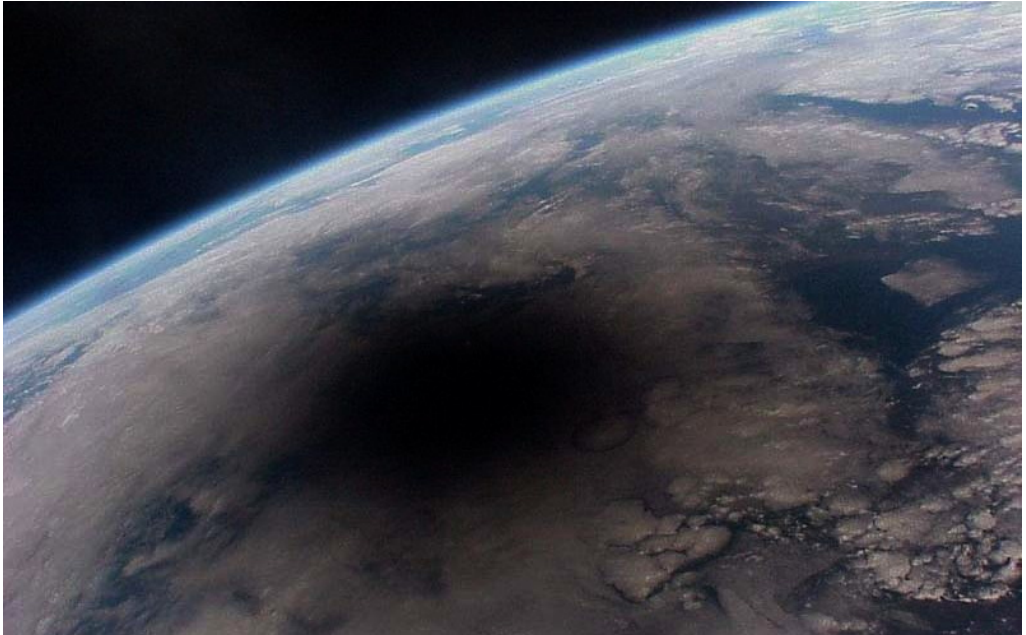
Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon

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

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

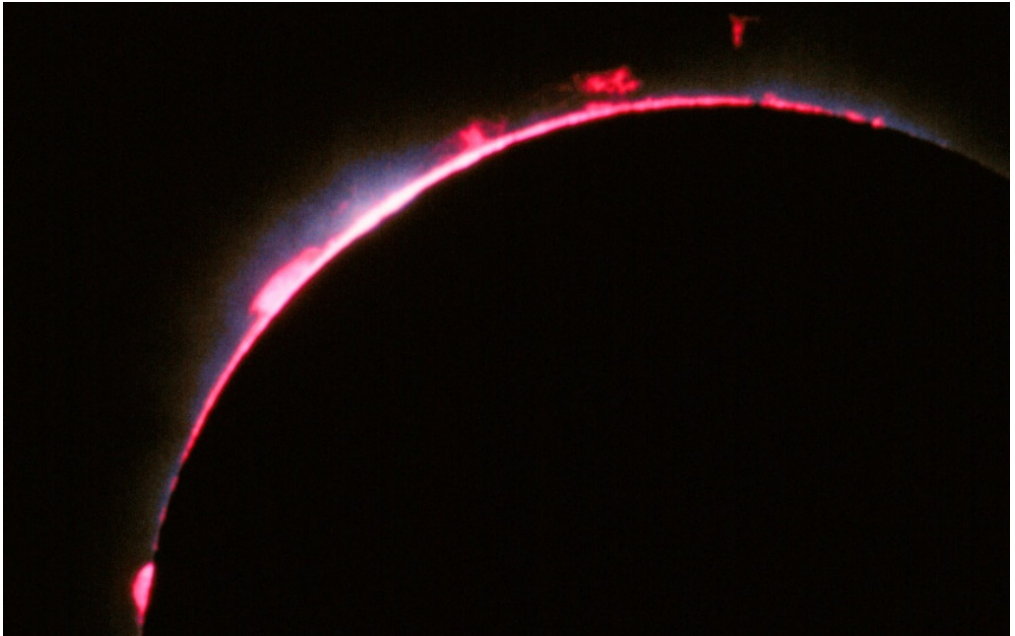
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

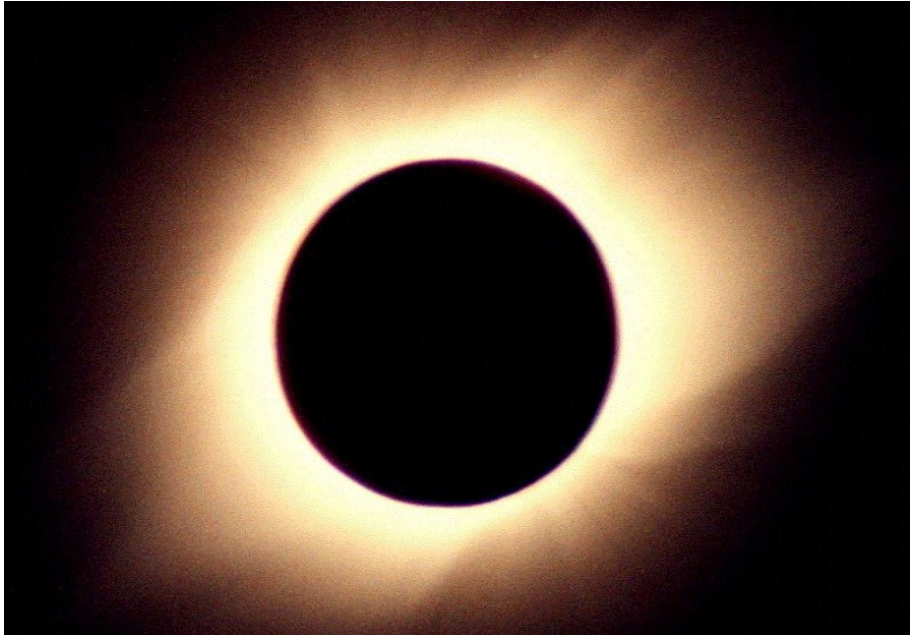
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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



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

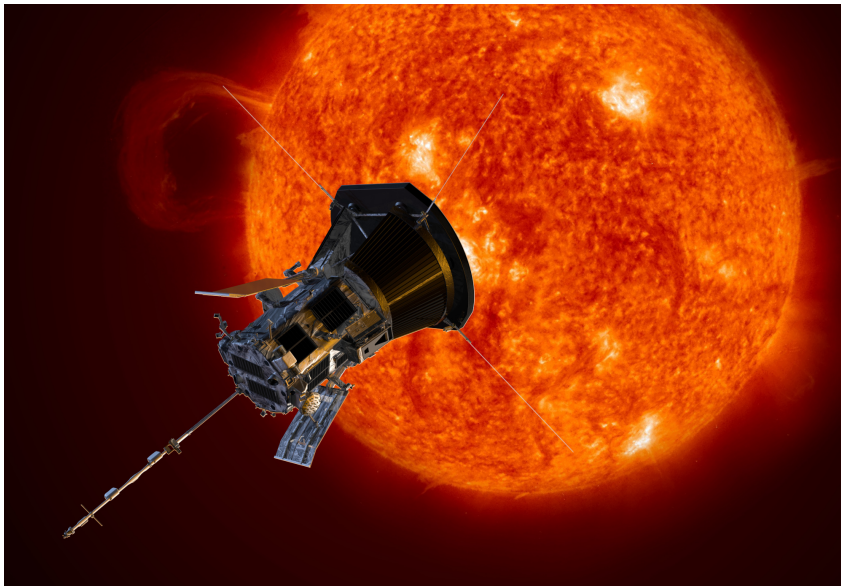
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



Gelanceerd in 2018, draait in 80–100 dagen om de Zon, tot $6\text{--}8 R_{\odot}$ van de 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

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 eclipsenChromosfeer, corona
en Diamond Ring

Zonnespectrum

Spectra

Zwarte stralers

Spectraallijnen

Opbouw

Kernfusie

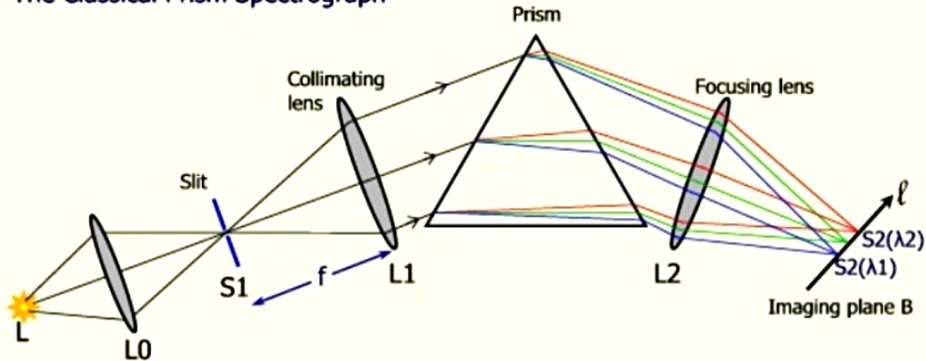
Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon

The Classical Prism Spectrograph



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

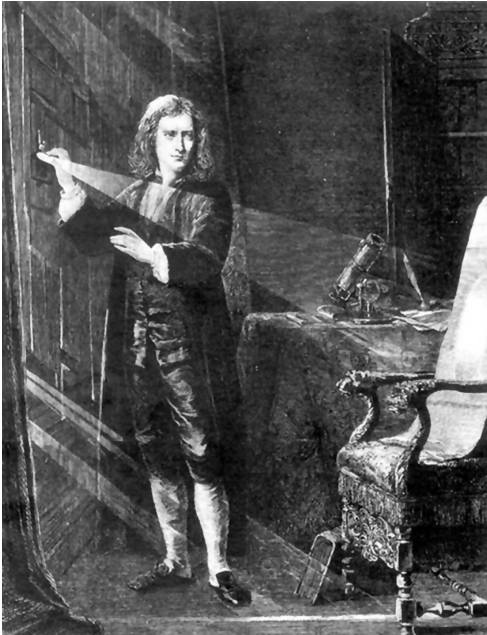
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

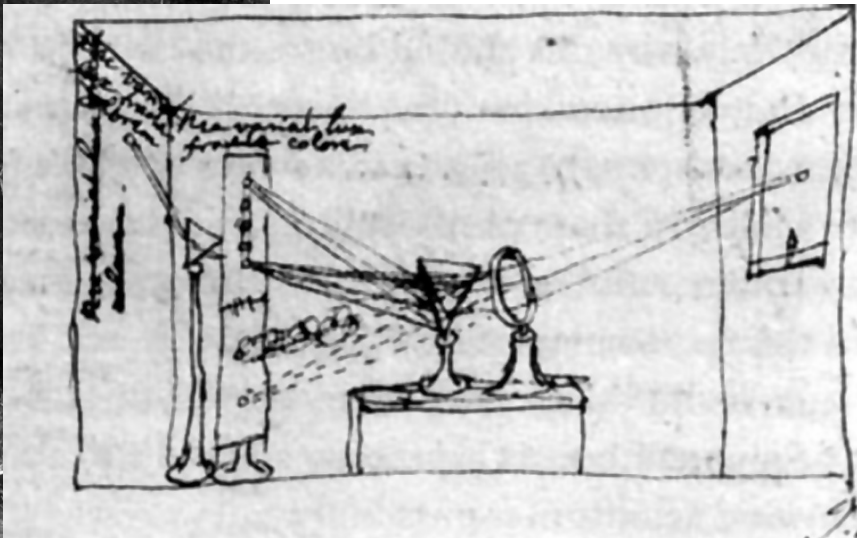
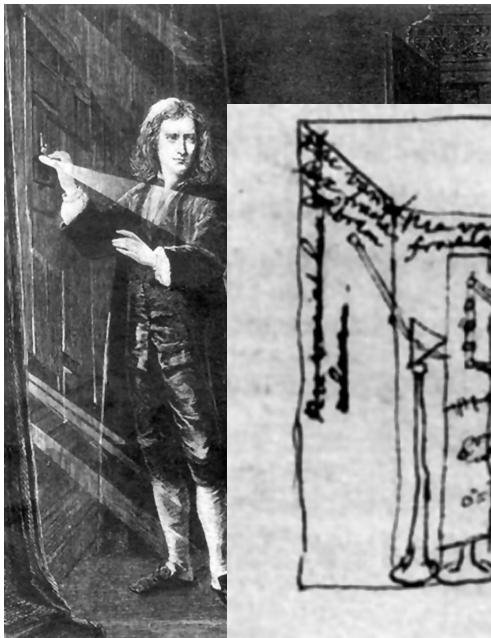
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

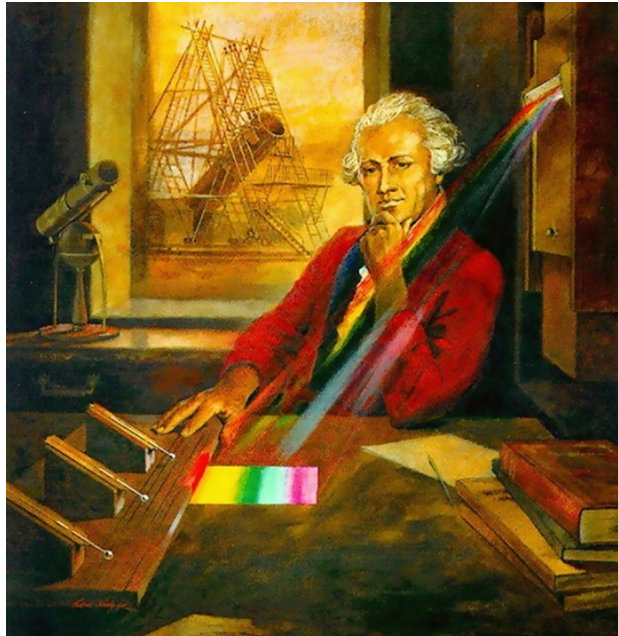
Kernfusie

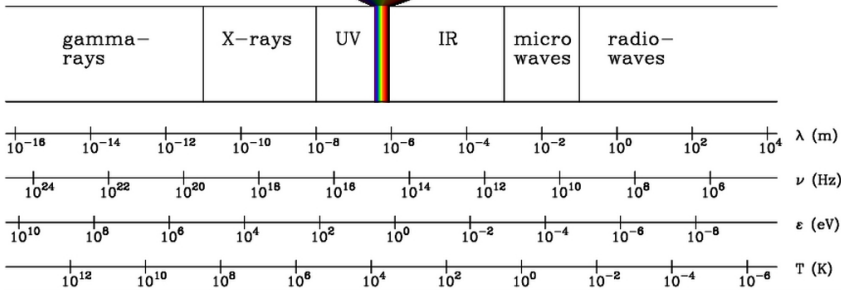
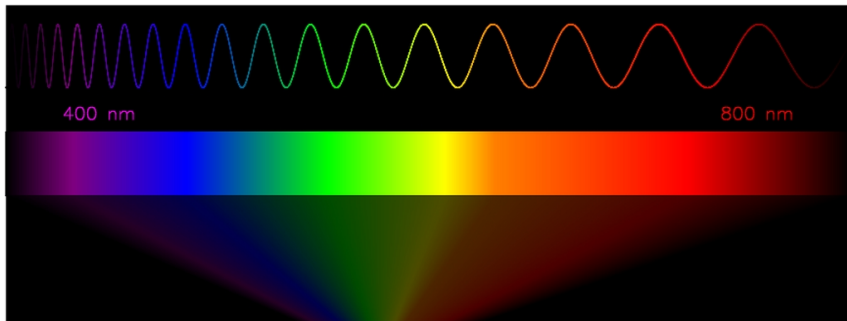
Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon





Geschiedenis

De Zon in de oudheid

Galileo Galilei

Gegevens

De Zon in getallen

Oppervlakt

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

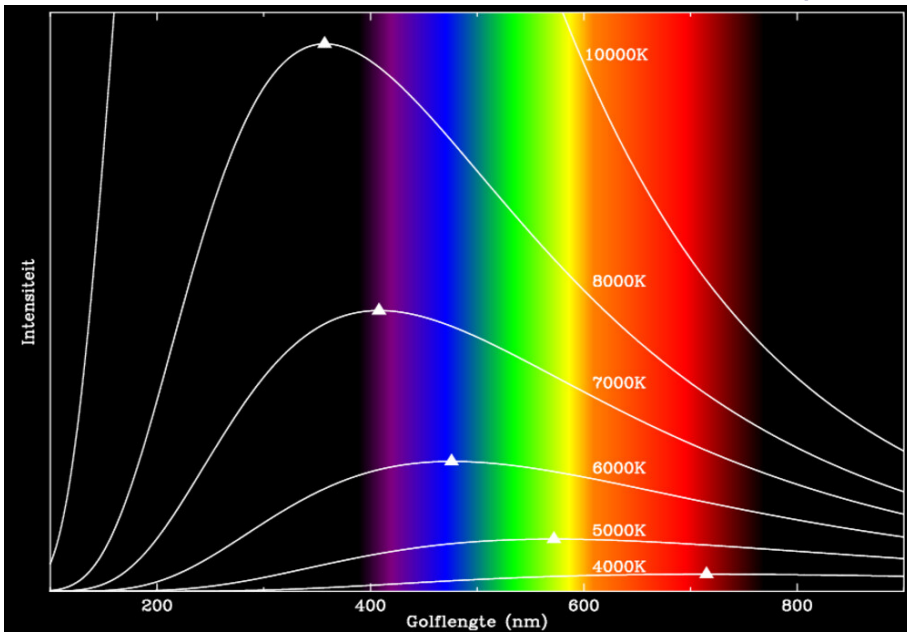
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

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

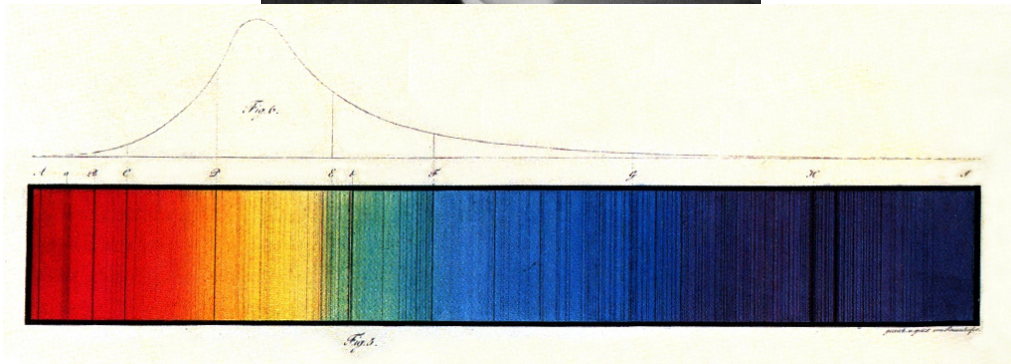
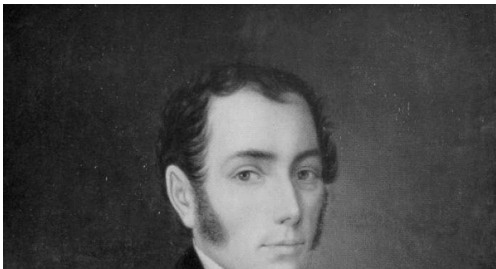
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

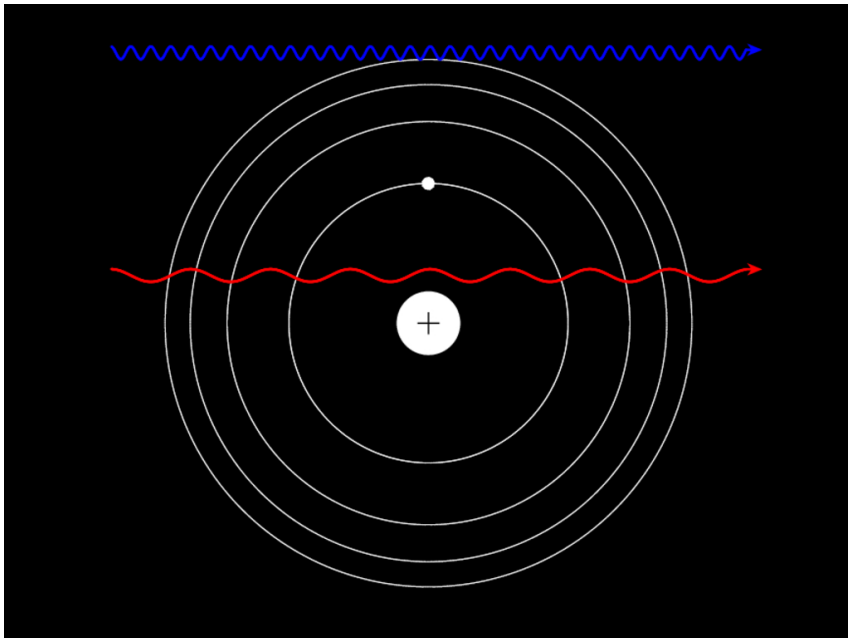
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

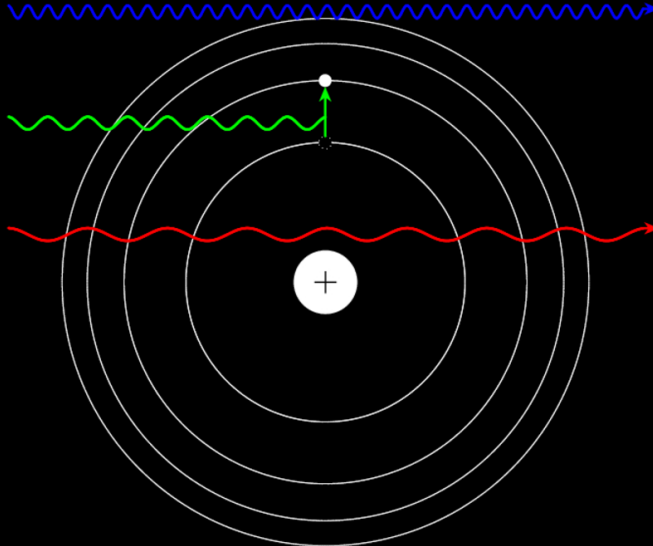
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

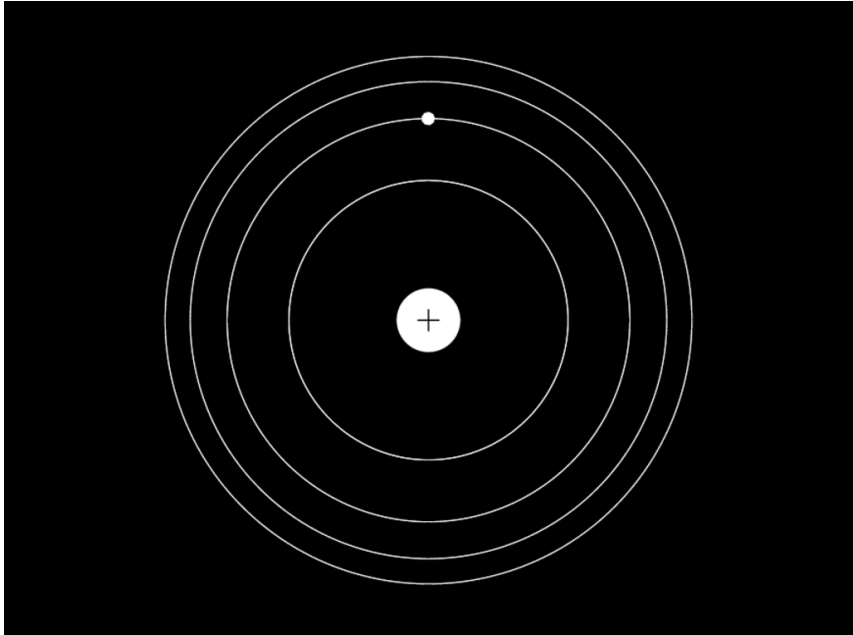
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

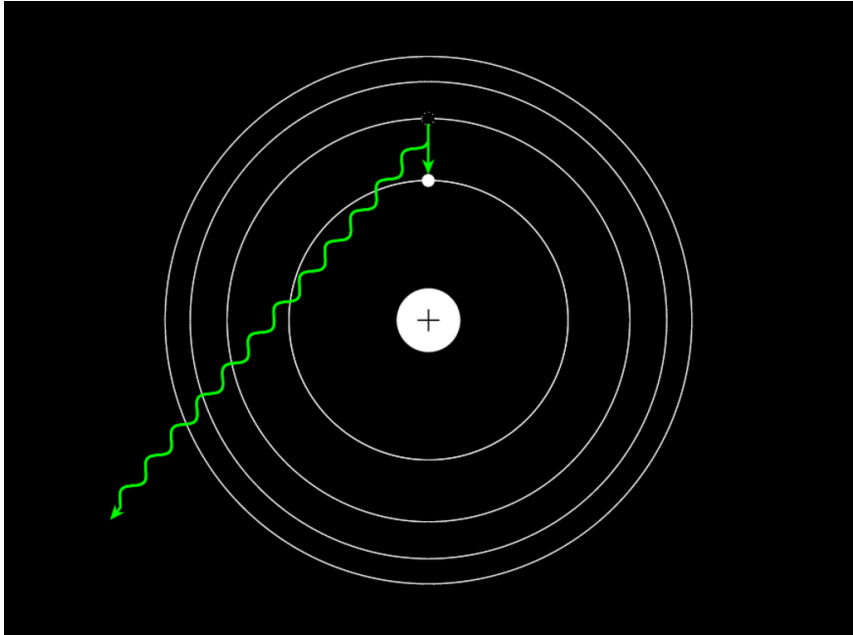
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

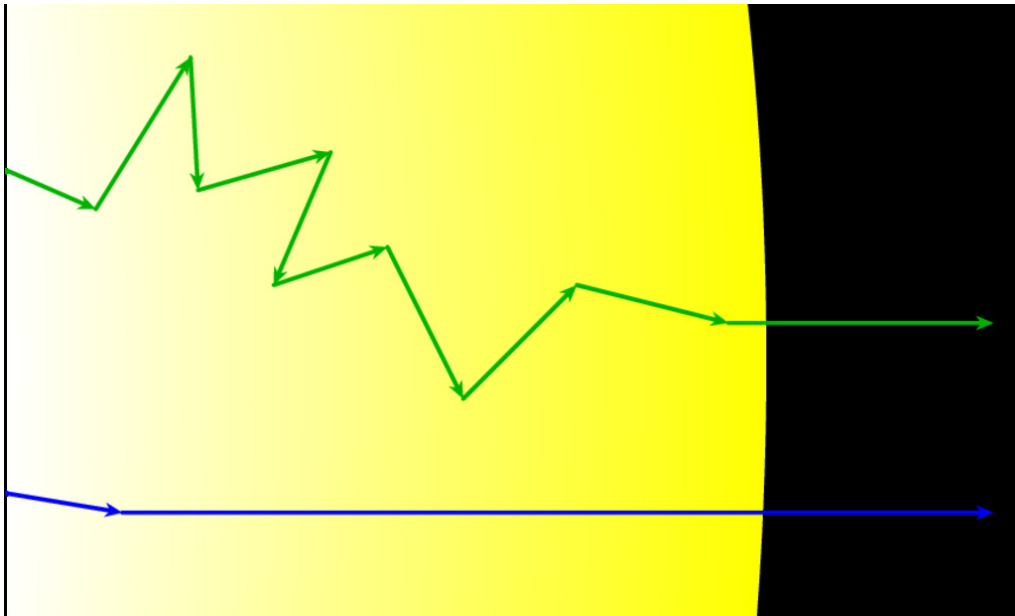
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

Zonnenspectrum

Spectra

Zwarte stralers

Spectraallijnen

Opbouw

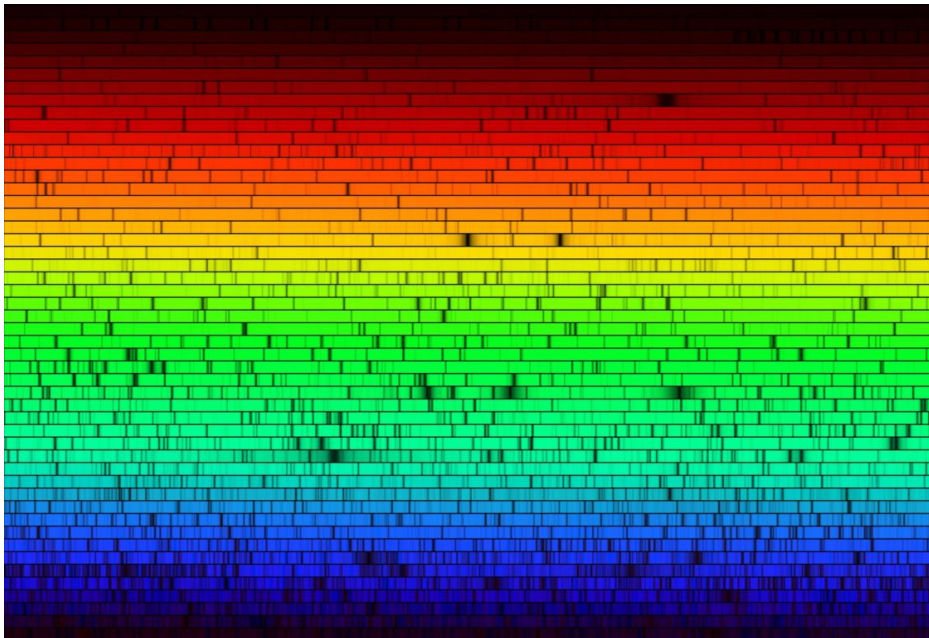
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

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

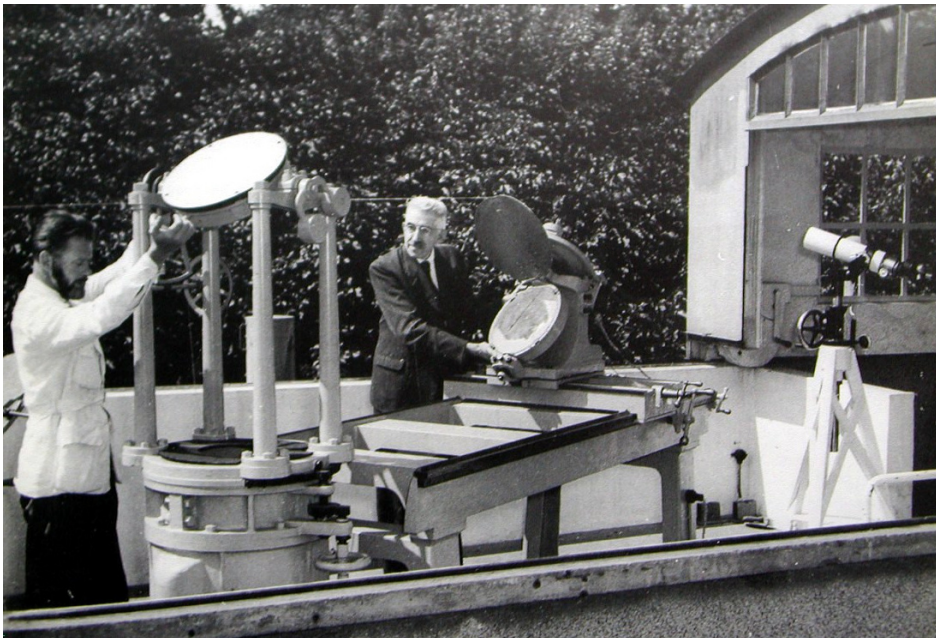
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

Minnaert bij de zonn spectrograaf



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

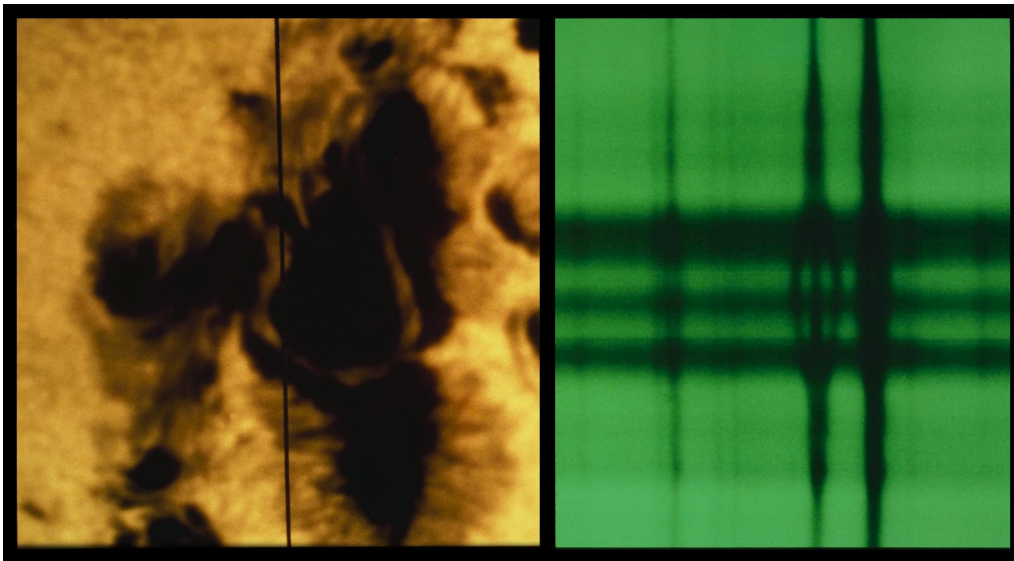
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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 eclipsenChromosfeer, corona
en Diamond Ring

Zonnespectrum

Spectra

Zwarte stralers

Spectraallijnen

Opbouw

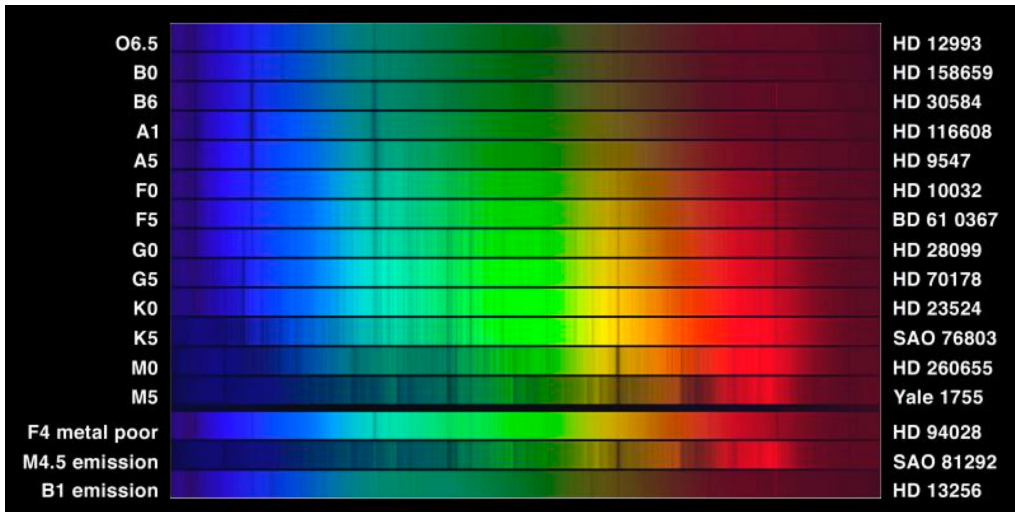
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst 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

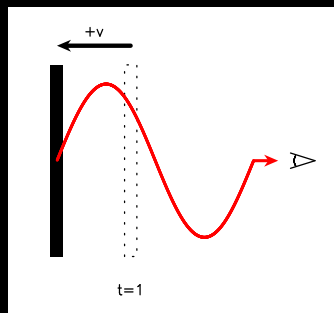
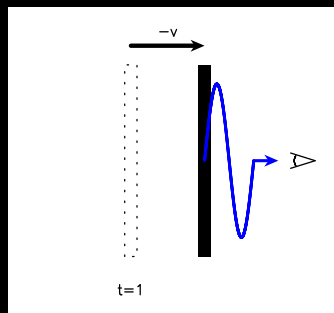
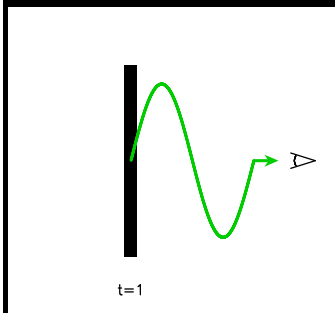
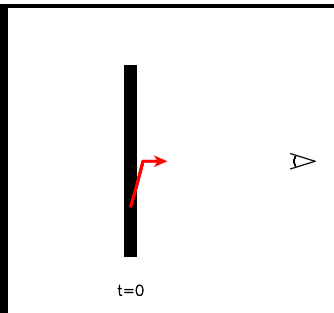
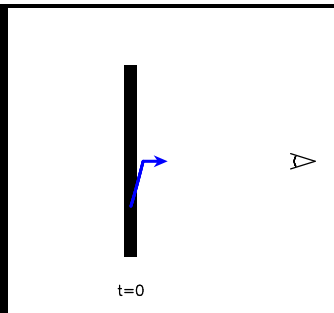
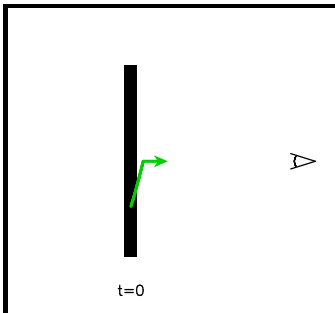
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

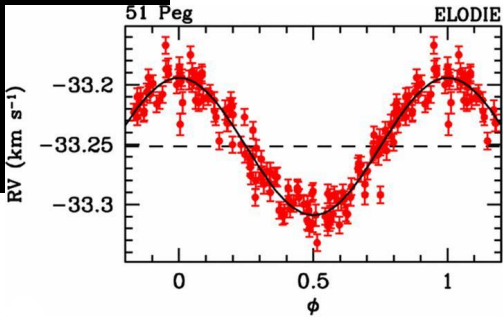
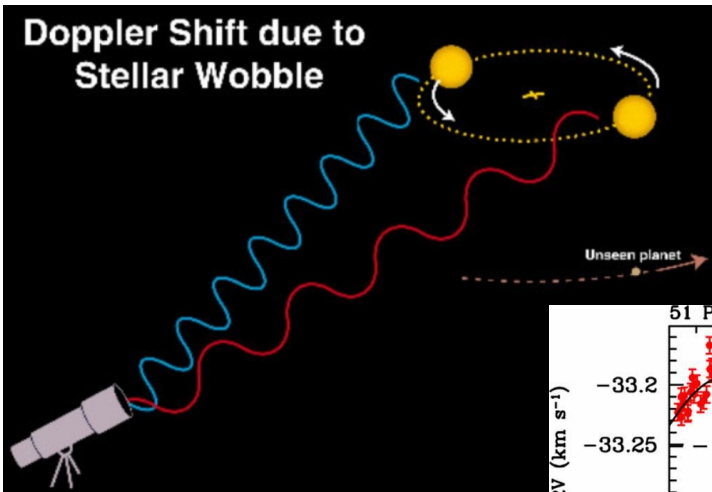
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

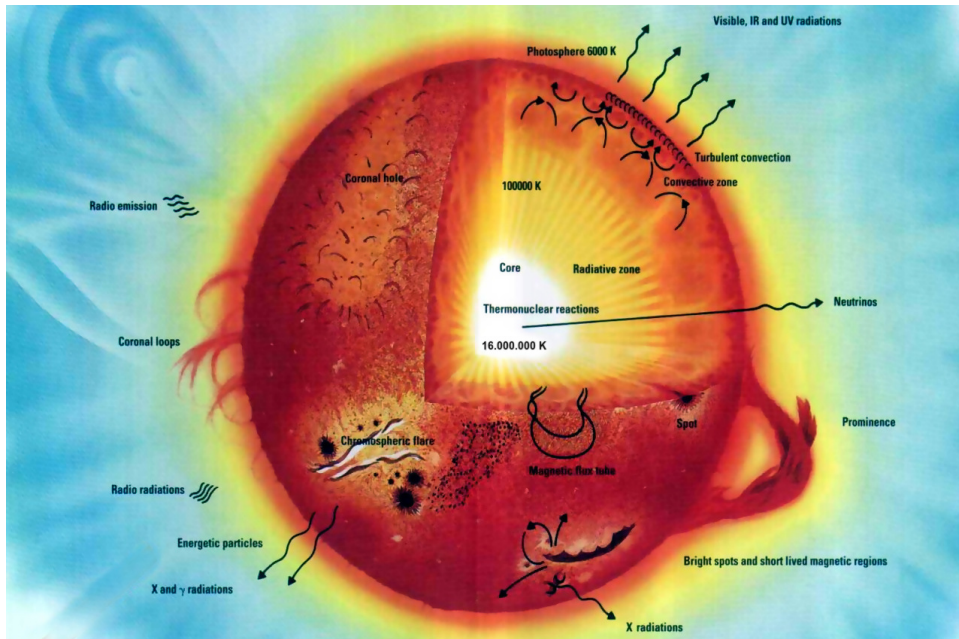
Kernfusie

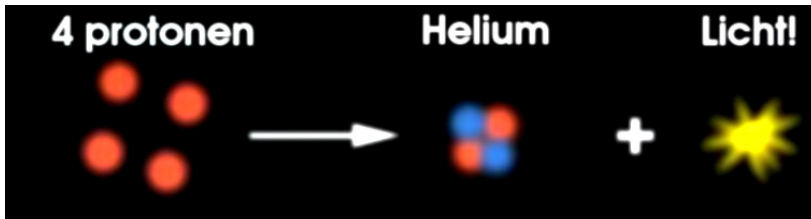
Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon





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

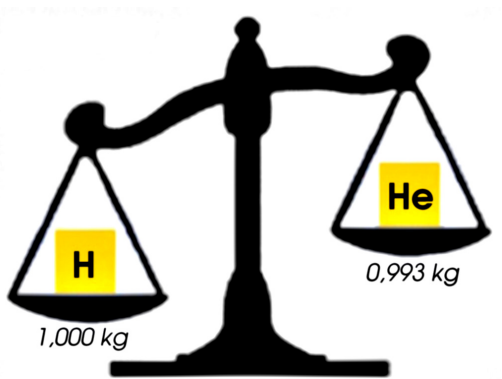
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon





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

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

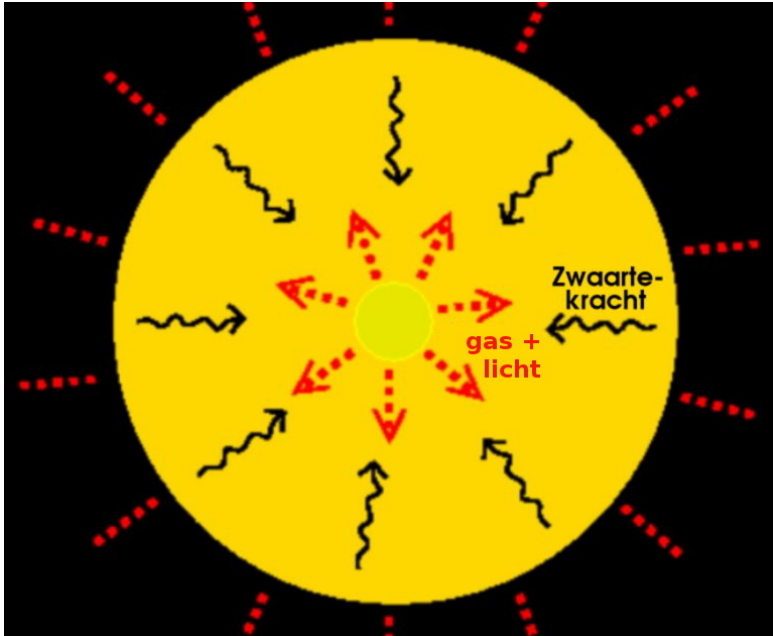
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon



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

Waterstoffusie:

$$T > 7 \text{ miljoen K}$$

$$\tau \approx 11 \text{ miljard jr}$$



H

H \rightarrow He

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 eclipsenChromosfeer, corona
en Diamond Ring

Zonnespectrum

Spectra

Zwarte stralers

Spectraallijnen

Opbouw

Kernfusie

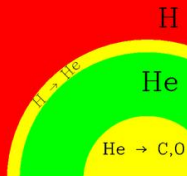
Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon

Heliumfusie:

 $T > 200$ miljoen K $\tau \approx 125$ miljoen jr $3\text{He} \rightarrow \text{C}$ $\text{C} + \text{He} \rightarrow \text{O}$ 

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

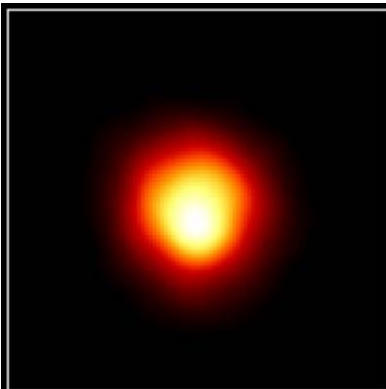
Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon

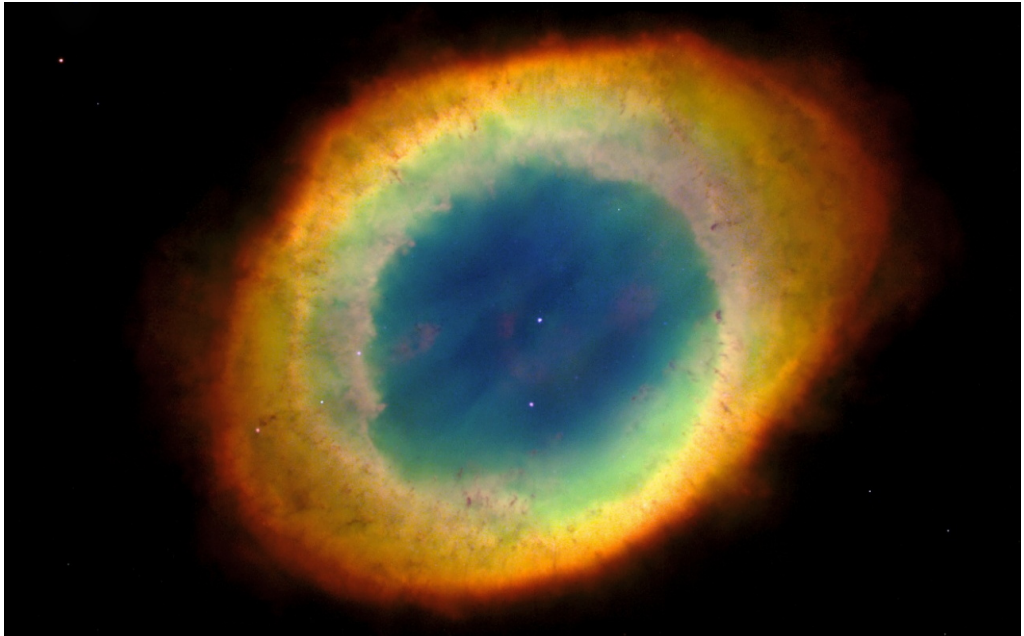


Size of Star

Size of Earth's Orbit

Size of Jupiter's Orbit





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

Geschiedenis

De Zon in de oudheid

Galileo Galilei

Gegevens

De Zon in getallen

Oppervlakt

De fotosfeer en
granulatie

Zonnevlekken

Zon in H_{α}

Magnetisme

Protuberansen en
flares

Aurora

Eclipsen

Ringvormige en
totale eclipsenChromosfeer, corona
en Diamond Ring

Zonnespectrum

Spectra

Zwarte stralers

Spectraallijnen

Opbouw

Kernfusie

Evolutie

Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon

- 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.



<https://hemel.waarnemen.com>

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

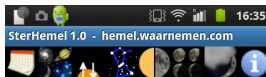
Ontstaan van de Zon

Nucleaire evolutie

Toekomst van de Zon

- 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
- ~ **10 000 pagina's**; **Geen reclame**
- ~ **1–2 miljoen** bezoekers per jaar

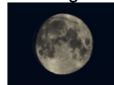
Deze lezing en links op <https://hemel.waarnemen.com/cursus>



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