

Maak zelf het Hertzsprung-Russell-diagram.

Deze practicumopdracht sluit aan bij de theorie behandeld op blz 90 van hoofdstuk 18 Astrofysica.

In deze opdracht ga je eerst met een kleine hoeveelheid gegevens (data) twee HR-diagrammen maken en gaan we bekijken of de hoofdreeks al zichtbaar wordt. Daarnaast gaan we de lijnen met gelijke straal erin construeren. Als laatste opdracht gaan we kijken naar een echte "Startcatalogue" om daaruit de gegevens te halen en zo een super HR diagram te construeren. Veel succes.

Het Hr-diagram van de 50 helderste sterren.

Hieronder zie je een tabel met gegevens van de 50 helderste sterren zichtbaar aan de sterrenhemel, gezien vanaf de aarde.

Star	M(V)	log(L/L _{sun})	Temp	Type	Star	M(V)	log(L/L _{sun})	Temp	Type
Sun	4.8	0.00	5840	G2	Sirius A	1.4	1.34	9620	A1
Canopus	-3.1	3.15	7400	F0	Arcturus	-0.4	2.04	4590	K2
Alpha Centauri A	4.3	0.18	5840	G2	Vega	0.5	1.72	9900	A0
Capella	-0.6	2.15	5150	G8	Rigel	-7.2	4.76	12140	B8
Procyon A	2.6	0.88	6580	F5	Betelgeuse	-5.7	4.16	3200	M2
Achemar	-2.4	2.84	20500	B3	Hadard	-5.3	4.00	25500	B1
Altair	2.2	1.00	8060	A7	Aldebaran	-0.8	2.20	4130	K5
Spica	-3.4	3.24	25500	B1	Antares	-5.2	3.96	3340	M1
Fomalhaut	2.0	1.11	9060	A3	Pollux	1.0	1.52	4900	K0
Deneb	-7.2	4.76	9340	A2	Beta Crucis	-4.7	3.76	28000	B0
Regulus	-0.8	2.20	13260	B7	Acrux	-4.0	3.48	28000	B0
Adhara	-5.2	3.96	23000	B2	Shaula	-3.4	3.24	25500	B1
Bellatrix	-4.3	3.60	23000	B2	Castor	1.2	1.42	9620	A1
Gacrux	-0.5	2.10	3750	M3	Beta Centauri	-5.1	3.94	25500	B1
Alpha Centauri B	5.8	-0.42	4730	K1	Al Na'ir	-1.1	2.34	15550	B5
Miaplacidus	-0.6	2.14	9300	A0	Elnath	-1.6	2.54	12400	B7
Alnilam	-6.2	4.38	26950	B0	Mirfak	-4.6	3.74	7700	F5
Alnitak	-5.9	4.26	33600	O9	Dubhe	0.2	1.82	4900	K0
Alioth	0.4	1.74	9900	A0	Peacock	-2.3	2.82	20500	B3
Kaus Australis	-0.3	2.02	11000	B9	Theta Scorpis	-5.6	4.14	7400	F0
Atria	-0.1	1.94	4590	K2	Alkaid	-1.7	2.58	20500	B3
Alpha Crucis B	-3.3	3.22	20500	B3	Avior	-2.1	2.74	4900	K0
Delta Canis Majoris	-8.0	5.10	6100	F8	Alhena	0.0	1.90	9900	A0
Menkalinan	0.6	1.66	9340	A2	Polaris	-4.6	3.74	6100	F8
Mirzam	-4.8	3.82	25500	B1	Delta Vulpeculae	0.6	1.66	9900	A0

Opdracht 1.

Teken met behulp van het bijgeleverde Excel bestand een HR-diagram van deze 50 helderste sterren. Gebruik dezelfde as-indeling als het HR-diagram op tabel 33 van BINAS.

Opdracht 2

Voor de Lichtsterkte van een ster geldt de formule:

$$L = P_{\text{bron}} = 4\pi r^2 \cdot \sigma \cdot T^4 \quad 1$$

Als we de verhouding nemen t.o.v. de lichtkracht van de zon en de gegevens uit bovenstaande tabel ontstaat de formule:

$$\frac{L_{\text{ster}}}{L_{\text{zon}}} = \left(\frac{R_{\text{ster}}}{R_{\text{zon}}}\right)^2 \cdot \frac{1}{5840^4} \cdot T^4 \quad 2$$

Nu nemen we links en rechts de logaritme en door handig gebruik te maken van de logaritme-eigenschappen ontstaat:

$$\log\left(\frac{L_{\text{ster}}}{L_{\text{zon}}}\right) = 2 \cdot \log\left(\frac{R_{\text{ster}}}{R_{\text{zon}}}\right) - 15,1 + 4 \cdot \log T \quad 3$$

- Leid formule 3 af uit formule 2.
- De volgende stap is het tekenen van lijnen van gelijke straal in het HR diagram, b.v die van twee keer de straal van onze zon. We krijgen nu een lineair verband tussen de twee assen van het HR-diagram met de formule:

$$\log\left(\frac{L_{\text{ster}}}{L_{\text{zon}}}\right) = -14,5 + 4 \cdot \log T \quad 4$$

Voor het tekenen van de lijn gebruiken we twee berekende punten op de lijn.

Neem b.v. voor $\log T = 4,5$ en bereken $\log\left(\frac{L_{\text{ster}}}{L_{\text{zon}}}\right)$ en neem $\log T = 3,5$ en bereken $\log\left(\frac{L_{\text{ster}}}{L_{\text{zon}}}\right)$

- Teken de punten en de bijbehorende lijn.
- Teken met behulp van bovenstaande gegevens de lijnen waarbij
- $R_{\text{ster}} = R_{\text{zon}}$; $R_{\text{ster}} = 10 \cdot R_{\text{zon}}$; $R_{\text{ster}} = 0,1 \cdot R_{\text{zon}}$ en $R_{\text{ster}} = 100 \cdot R_{\text{zon}}$
- Beschrijf wat je uit deze lijnen kunt afleiden.

Opdracht 3

Werken met BIG DATA

Via de Pulsar site of www.astronomie.nl/nascholing kun je via practica de gegevens van iets meer dan 39.000 sterren in een excel document downloaden. Deze gegevens komen uit de data van de satelliet Hiparchus. We hebben de gegevens genomen van metingen aan sterren binnen een straal van 1000 lichtjaar. Daarmee ga je met deze opdracht aan het werk. Let er wel op dat met een oude computer het even kan duren want het vraagt wel wat rekenkracht.

Uitleg gegevens:

In de eerste kolom zie je de afstand D tot de aarde, de tweede kolom geeft de temperatuur T van de ster en de derde kolom geeft de verhouding van de lichtkracht van de ster t.ov. de lichtkracht van de zon, $\frac{L}{L_{zon}}$.

- Maak twee nieuwe kolommen waarbij je automatisch de logaritmen van T en $\frac{L}{L_{zon}}$ laat uitrekenen.
- Maak een HR diagram met behulp van een spreidingsgrafiek gebruik makend van de as-informatie uit BINAS tabel 33.
- Teken lijnen waarbij $R_{ster} = R_{zon}$; $R_{ster} = 10 \cdot R_{zon}$; $R_{ster} = 0.1 \cdot R_{zon}$ en $R_{ster} = 100 \cdot R_{zon}$
- Bepaal met behulp van de grafiek en de tabel de straal van de grootste ster binnen een afstand van 1000 lichtjaar en wat voor een type ster is dat?
- Hoeveel sterren per kubieke lichtjaar staan er gemiddeld in dit HR-diagram.
- Maak een HR diagram van sterren binnen een straal van 50 lichtjaar.
- In het HR diagram van sterren binnen de 50 lichtjaar afstand vind je sterren van $\log L/L_{zon} < 0$ en $\log T < 3.7$. Dat zijn hoofdreeks sterren die lichter zijn dan de zon. Te via sorteren in de tabel het aantal sterren binnen 50 lichtjaar afstand van de zon en bereken hoeveel sterren er zijn van dat soort per kubieke lichtjaar.
- In het HR diagram van sterren binnen de 50 lichtjaar afstand vind je sterren van $\log L/L_{zon} < -1$ en $\log T > 3.7$. Dat zijn de witte dwergen. Tel het aantal witte dwergen binnen 50 lichtjaar afstand van de zon en bereken hoeveel witte dwergen er zijn per kubieke lichtjaar.