

van Herden, februari 1971
gecorr. feb. 1972



Een kleur-helderheidsdiagram KHD

Inleiding

Omstreeks 1950 hebben Johnson en Morgan de UBV fotometrie geïntroduceerd. De halfwaardebreedte van de doorlatingskrommen van de filters is ongeveer 800 Å. Het is duidelijk dat met zulke "brede-band" fotometrie geen details in de energieverdelingen van de sterren zijn waar te nemen. Een groot voordeel is dat men zeer lichtzwakke objecten kan bestuderen.

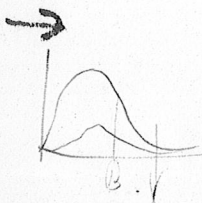
In het vervolg bedoelen we met B de magnitude van de ster, zoals deze gemeten wordt door het B-filter. Belangrijk is te weten dat de doorlatingskromme van het V-filter zeer veel lijkt op de gevoeligheidskromme van het menselijk oog. Inplaats van V kunt u dus overal M_V lezen. De magnitude U komt in deze proef niet ter sprake. De bedoeling van dit experiment is een kleur-helderheidsdiagram te construeren voor sterren van zeer uiteenlopende temperatuur en straal. Als belangrijk nevenresultaat ontwikkelen we een methode om de afstand en leeftijd van een sterhoop te bepalen.

Het experiment

$b \approx 2.6$

$B-V = 2.5 \log \left(\frac{I_V}{I_B} \right)$ - geeft helling
vlakke kromme

1. Maak aannemelijk dat de kleurindex B-V een goede maat is voor de temperatuur van een stralend lichaam. Sterren.
2. Verklaar het verloop van de bolometrische correctie BC als functie van T_{eff} in Tabel 1. We definiëren BC door
 $B.C = m_V - m_{\text{bol}}$
hete ster $\Rightarrow BC = \text{groot}$.
3. Construeer het KHD voor de dichtstbijzijnde sterren.
4. Construeer het KHD voor de sterren van de Pleiaden.
5. Bereken de afstand van deze sterrenhoop.
6. Construeer het KHD voor de sterren van M3.
Opmerking: Van 1100 sterren van M3 zijn de magnituden U, B en V bepaald. Om u niet te zeer te vermoeien, worden niet al deze sterren in het KHD uitgezet. Tabel 4 geeft de gemiddelde waarden van V en B-V van de sterren van M3. Het ligt voor de hand dat u door de uitgezette punten een vloeiende kromme kunt trekken. In werkelijkheid is de spreiding nogal groot.
7. Bereken de afstand van M3.
8. Breng nu de grafieken, die u in 3, 4 en 6 hebt gevonden, in één figuur. Dit resultaat is een relatie tussen M_V en B-V.
9. De grootheden M_V en B-V zijn voor een theoreticus niet aantrekkelijk om mee te werken. Hij preferceert de grootheden lichtkracht en effectieve temperatuur. Om theorie en waarnemingen met elkaar te vergelijken, dienen we de volgende transformatie uit te voeren:
 $(M_V, B-V) \rightarrow \left(\log \frac{L}{L_{\odot}}, \log T_{\text{eff}} \right)$
Realiseert u zich dat dit proces nog zeer onzeker is!
10. Construeer in het $\left(\log \frac{L}{L_{\odot}}, \log T_{\text{eff}} \right)$ diagram lijnen van constante straal.
Op eenvoudige wijze kunt u nu straal en lichtkracht van een witte dwerg aflezen.
In de volgende proef komt dit opnieuw ter sprake.
11. Bereken de leeftijd van M3.
12. Eris reden te veronderstellen dat de chemische samenstelling van de sterren in M3 uitzonderlijk is.
Heeft dit invloed op het antwoord op vraag 11?



Tabel 1

Relatie tussen kleurindex B-V,
effectieve temperatuur en bolometrische correctie.

B-V	T_{eff}	BC	B-V	T_{eff}	BC
- 0.31	31.900	3.34	0.47	6.450	0.04
- 0.30	30.000	3.17	0.50	6.320	0.04
- 0.26	24.200	2.50	0.53	6.200	0.05
- 0.24	22.100	2.23	0.60	5.920	0.06
- 0.20	18.800	1.77	0.64	5.780	0.07
- 0.16	16.400	1.39	0.68	5.610	0.10
- 0.14	15.400	1.21	0.72	5 6 .490	0.15
- 0.12	14.500	1.04	0.81	5.240	0.19
- 0.09	13.400	0.85	0.92	4.780	0.25
- 0.06	12.400	0.66	0.98	4.590	0.35
0.00	10.800	0.40	1.18	3.970	0.71
0.03	10.200	0.32	1.38	3.520	0.02 ← 1.02
0.06	9.730	0.25			
0.09	9.260	0.20			
0.15	8.620	0.15			
0.20	8.190	0.12			
0.33	7.240	0.08			
0.38	6.930	0.06			
0.45	6.540	0.04			

Tabel 2

Schijnbare visuele magnitude, kleurindex B-V en
parallax van de dichtstbijzijnde sterren

Ster	No	M_V	B-V	p(0"001)	Ster	No	V	B-V	p(0"001)
zon		-26.72	0.65	1	α Cen	559A	-0.01	0.68	743 (2.0)
	1	8.63	1.45	225		559B	1.33	0.88	743
	15A	8.07	1.56	282		570A	5.78	1.10	180
	15B	11.04	1.80	282		570B	7.93	1.50	180
van Maanen 2	35	12.37	0.56	239 ⁵		628	10.12	1.60	249
τ Cet	71	3.50	0.72	277 ⁶	36 Oph.	663A	5.06	0.86 ^J	184
	83.1	12.27	1.80	213		664	6.34	1.16	184
ϵ Eri	144	3.73	0.88	302		674	9.36	1.53	216
θ^2 Eri	166A	4.43	0.82	205		687	9.15	1.50	213
	166B	9.53	0.03	205 ¹⁰	ster van Barnard	699	9.54	1.74	552
	166C	11.17	1.68	205	70 Oph.	702A	4.22	0.86 ^J	195
	169.1A	11.09	1.64	192		725A	8.90	1.54	282
	169.1B	12.44	0.31	192 ¹³		725B	9.69	1.59	282
ster van Kapteyn	191	8.81	1.56	256	α Aql.	768	0.76	0.22	198 (4.1)
Ross 614	234A	11.07	1.74	252	61 Cyg.	820A	5.22	1.17	296
	244A	-1.46	0.00	377 ¹⁶		820B	6.03	1.37	296
ster van Luyten	273	9.82	1.56	270		825	6.67	1.38	260
α CMi (Procyon)	280A	0.37	0.42	285 ¹⁸		832	8.68	1.46	214
	380	6.59	1.36	222	ϵ Ind.	845	4.68	1.05	291
	388	9.43	1.54	204	Krüger 60	860A	9.85	1.62	253
Wolf 359	406	13.53	2.01	426		860B	11.3	1.8	253
Lalande 21185	411	7.50	1.51	397 ²²		866	12.18	1.96	305 ²⁴
	412A	8.77	1.55	186		873	10.2	1.6	195 ²⁶
	440	11.44	0.19	206 ²⁴		876	10.17	1.60	209
Wolf 424	473A	13.16	1.80 ^J	231 ²		887	7.36	1.46	279
	526	8.50	1.43	201		905	12.29	1.92	318
Proxima Cen.	551	11.05	1.97	761					

Tabel 3

Schijnbare visuele magnitude en kleurindex B-V.

van de sterren van de Pleiaden

Hertzsprung No.	V	B-V	Herzsprung No.	V	B-V
28	8.24	+0.23	457	8.38	+0.29
43	8.05	+0.19	468	9.44	+0.46
88	9.06	+0.45	510	6.98	+0.03
92	8.16	+0.26	513	7.64	+0.20
108	9.82	+0.53	520	7.26	+0.03
117	5.45	-0.04	534	7.76	+0.15
126	3.69	-0.10	540	6.80	+0.08
133	10.37	+0.62	542	2.86	-0.09
146	8.57	+0.33	620	9.86	+0.54
150	5.64	-0.07	681	9.24	+0.54
156	4.29	-0.10	693	8.25	+0.36
169	8.98	+0.43	695	9.12	+0.47
187	8.02	+0.21	708	10.09	+0.55
206	8.58	+0.35	722	5.44	-0.07
213	10.12	+0.60	736	10.02	+0.55
216	7.16	+0.15	742	6.94	+0.12
219	9.70	+0.54	760	10.34	+0.61
227	9.43	+0.52	792	8.36	+0.28
242	3.86	-0.08	870	3.62	-0.08
251	7.84	+0.19	878	5.08	-0.07
255	5.75	-0.04	885	8.11	+0.22
265	6.41	-0.02	891	7.51	+0.09
323	4.16	-0.05	910	6.59	-0.02
329	10.42	+0.64	924	7.98	+0.17
341	7.34	+0.09	948	9.08	+0.43
371	8.09	+0.35	977	6.16	-0.05
385	10.20	+0.72	996	7.53	+0.07
388	9.28	+0.45	1129	6.92	+0.08
428	10.52	+0.63	1184	8.81	+0.38
436	6.80	+0.02			

Tabel 4

Schijnbare visuele magnitude en kleurindex B-V
van de sterren van M3

Reuzen en horizontale tak sterren subreuzen en hoofdreeks sterren

m_v	B-V	V	B-V
12.68	+1.70	15.29	+0.80
12.70	+1.60	15.77	+0.80
12.75	+1.50	16.26	+0.77
12.90	+1.40	16.77	+0.74
13.10	+1.30	17.24	+0.72
13.32	+1.20	17.75	+0.70
13.75	+1.07	18.32	+0.60
14.25	+0.95	18.75	+0.47
14.75	+0.86	18.95	+0.42
15.50	+0.55	19.24	+0.45
15.59	+0.45	19.73	+0.54
15.61	+0.15	20.25	+0.65
15.75	+0.05	20.64	+0.73
16.09	-0.05		