

---

# Waarnemingen van cluster NGC 884

Marco Vanderpoorten & Arthur Adriaens — Tweede bachelor fysica en sterrenkunde

---

## 1 Inleiding

In dit verslag zal gerapporteerd worden over de metingen van de cluster NGC 884 en analyse ervan. Samen met zijn bovenbuur NGC 869 vormen ze een open sterrenhoop wat betekent dat ze uit eenzelfde moleculaire wolk zijn gevormd. NGC 884 bevindt zich in het sterrenbeeld Perseus op  $35.633763^\circ$  rechte klimming en  $02h22m32s$  declinatie<sup>1</sup> en is 2230 pc (parsec) verwijderd van de Aarde. Er zal aangetoond worden aan de hand van een visuele Hertzsprung-Russelldiagram dat, zoals verwacht voor een open sterrenhoop, deze cluster vooral blauwe sterren bevat en dus relatief jong is (geschat op 13 miljoen jaar).

## 2 Datareductie

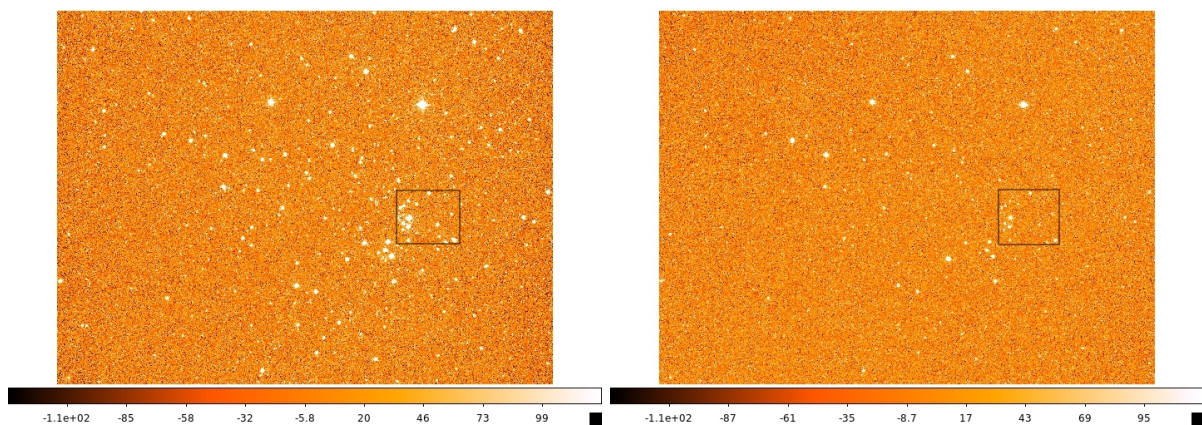
De metingen werden gemaakt met de 40cm Cassegraintelescoop op de S9 ter campus sterre, er werden 5 metingen van de NGC 884 cluster gemaakt in de infrarood (I) en 5 in de blauwe (B) band waarbij de CCD-camera bij elke meting 5 seconden werd belicht (achterhaald met behulp van MIDAS), ook werden er dark en flat-field opnames gemaakt. Om optimale beelden te bekomen werden de opnames gereduceerd met de software MIDAS.

Eerst en vooral worden gemiddeldes van de dark opnames gemaakt waarna deze van de individuele light opnames worden afgetrokken. Dark opnames worden gemaakt door de lens af te dekken, het belang hiervan is dat zo de ruis bekomen door thermische agitatie wordt gefotografeerd. Door deze gemiddeldes van de oorspronkelijke meting af te trekken bekomen we dus een zuiverder beeld. Flat-field opnames zijn opnames waarbij elke pixel van de CCD evenveel wordt belicht waardoor nagegaan kan worden welke pixels minder/meer gevoelig zijn. Als het vorig resultaat dus gedeeld wordt door het gemiddelde van de flat-field opnames is er gecorrigeerd voor dit effect.

Vervolgens willen we de resulterende foto's op elkaar voegen om zo een optimaal beeld te bekomen, hiervoor moet rekening gehouden worden met ruimtelijke verschuiving van de opnames. Om dit effect tegen te gaan wordt in MIDAS een referentiepunt gekozen terugkerend op elke foto, hiermee kunnen de foto's dan perfect op elkaar gevoegd worden. Als laatste stap wordt de gemiddelde achtergrond van de foto verwijderd om ruis nog meer tegen te gaan.

## 3 Analyse van de metingen

Om de leeftijd van de cluster later goed te kunnen schatten hebben we een paar metingen nodig van een bepaalde sectie van de cluster. Hiervoor wordt in zowel de B als I band naar de sterren binnen het aangeduide vierkant gekeken:



Figuur 1: Steropname in de B-band met aanduiding Figuur 2: Steropname in de I-band met aanduiding

---

<sup>1</sup>Uit 'The NASA/IPAC Extragalactic Database' (NED)

### 3.1 $M_0$ bepalen

Vooraleer we onze metingen uitvoeren, moeten de nulpunten van de magnitudeschalen  $B_0$  en  $I_0$  bepaald worden. We weten dat de magnitude als volgt wordt geijkt

$$m = m_0 - 2.5 \log(F) \quad (1)$$

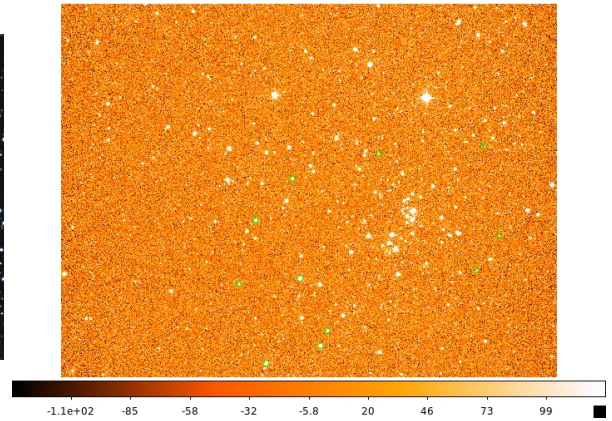
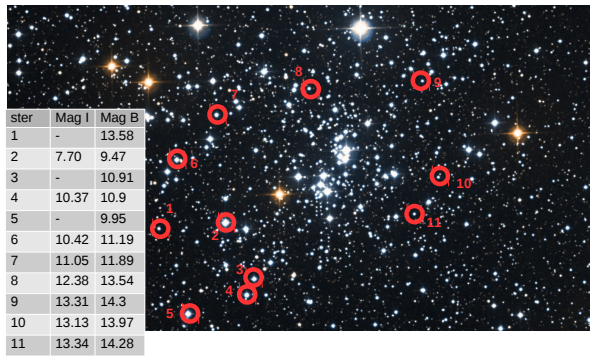
dit is equivalent aan

$$m = -2.5 * \log\left(\frac{F}{F_0}\right) \quad (2)$$

wat kan herschreven worden als

$$F_0 = F * 10^{\frac{m}{2.5}} \quad (3)$$

In wat volgt zal met nulpuntfluxen gewerkt worden in plaats van nulpuntmagnitudes, met de gegeven referentiesternen en hun magnitudes in de blauwe en infrarode band kunnen deze dan bepaald worden door invullen in vergelijking 3.



Figuur 3: referentiesternen met bijbehorende magnitudes

Figuur 4: referentiesternen aangeduid op meting B-band

Na het meten van de fluxen in de I en B band van de referentiesternen en deze waarden samen met de gegeven magnitudes uit figuur 3 in te vullen in vergelijking 3, worden de waarden in tabel 1 bekomen.

De gemiddeldes van de nulpuntfluxen  $F_{0,I} = 2.9 \cdot 10^8$  en  $F_{0,B} = 3.73 \cdot 10^9$  zijn respectievelijk equivalent met magnitudes  $I_0 = 21.16$  en  $B_0 = 23.93$  maar er zal verder gerekend worden met de fluxen.

### 3.2 Absolute magnitudes bepalen

Er werd meegedeeld dat de stercluster zich 2330 parsec ver bevindt en dat de B en I banden de volgende extincties ondervinden door interstellair stof:

$$A_B = 2.162 \text{ mag} \quad (4)$$

$$A_I = 0.898 \text{ mag} \quad (5)$$

De absolute magnitudes kunnen bepaald worden aan de hand van de volgende formule:

$$M_i = m - 5 * \log\left(\frac{r}{10 \text{ pc}}\right) + A_i = -2.5 * \log\left(\frac{F_i}{F_{0,i}}\right) - 5 * \log\left(\frac{r}{10 \text{ pc}}\right) + A_i \quad (6)$$

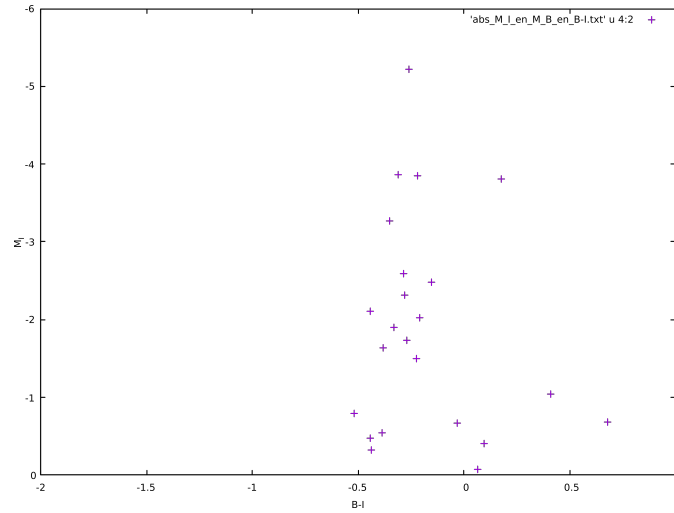
Waarbij r de afstand en i de gekozen band voorstelt.

### 3.3 (B-I)-kleur en de kleur-magnitudediagram

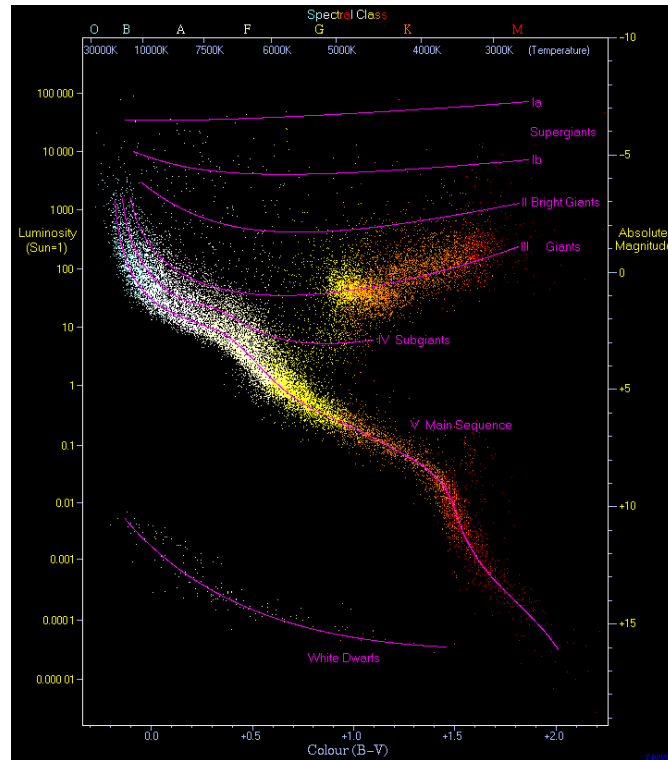
De (B-I)-kleur is gedefinieerd als

$$B - I = M_B - M_I \quad (7)$$

waarbij  $M_B$  en  $M_I$  de absolute magnitudes zijn bekomen in de vorige sectie van respectievelijk de blauwe en infraroodband, na bepalen van de absolute magnitudes en de kleuren van de gekozen sterren komen we de waarden uit gegeven in tabel 2. Een observationele versie van de Hertzsprung-Russelldiagram kan vervolgens opgesteld worden door  $M_I$  uit te zetten in functie van de kleur, zie figuur 5.



Figuur 5: visuele HR-diagram van de gemeten sterren



Figuur 6: HR-diagram

## 4 Leeftijd cluster bepalen

Wanneer het HR-diagram van de onderzochte cluster vergeleken wordt met het HR-diagram uit het handboek, of de online gevonden figuur 6, is te zien dat er in de cluster enkel sterren zitten die van type O of B zijn. Dit zijn sterren die enorm massief en heet zijn, waardoor ze ook snel opbranden. Deze sterren moeten dus allemaal relatief recent gevormd zijn en de cluster moet dus ook een jonge cluster zijn.

Dit kan ook kwantitatief geschat worden. Aangezien elke ster uit de cluster op zowat hetzelfde moment gevormd is, is de leeftijdsbepaling van één ster voldoende om de leeftijd van de hele cluster te schatten. Hiervoor wordt een ster gezocht die net opgebrand is ofwel net de Main Sequence verlaten heeft. De nucleaire tijdsschaal van die ster geeft dan een nauwkeurige weergave van de leeftijd van de cluster. De formule van de nucleaire tijdsschaal is:

$$t_n \approx 10^{10} \text{jaar} * \frac{M/M_\odot}{L/L_\odot} \quad (8)$$

Door de massa-lichtkrachtrelatie voor sterren van de gegeven types,  $L \propto M^{3.5}$ , hierin in te vullen, volgt dan:

$$t_n \approx 10^{10} \text{jaar} * \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^{-2.5} \quad (9)$$

Om vervolgens de massa van deze ster af te kunnen leiden, wordt de bolometrische magnitude van deze ster vergeleken met deze van de zon:

$$M_{bol} - M_{bol,\odot} = -2.5 \log\left(\frac{L}{L_\odot}\right) \quad (10)$$

Door hier weer de massalichtkrachtrelatie in te vullen:

$$M_{bol} - M_{bol,\odot} = -8.75 \log\left(\frac{M}{M_\odot}\right) \quad (11)$$

$$M = 10^{\frac{M_{bol,\odot} - M_{bol}}{8.75}} M_\odot \quad (12)$$

Hierin is de bolometrische magnitude van de zon 4.72 en wordt de bolometrische magnitude van de ster gegeven door:

$$M_{bol} = BC + M_B \quad (13)$$

Waarbij de bolometrische magnitude voor sterren van type O en B ongeveer  $-4.3$  bedraagt. De laatste ster die op de Main Sequence ligt is de ster met sternummer 19 uit tabel 2. De ster heeft dus een magnitude in de B-band van  $-1.313$ . Door deze waarde in te vullen in de boven besproken formules wordt een massa verkregen van  $15.2M_\odot$ . Hieruit volgt een leeftijd van 11.1 miljoen jaar. Dit is een vrij accurate schatting aangezien de leeftijd van de cluster door experts<sup>2</sup> op zo'n 13 miljoen jaar geschat wordt.

## 5 Conclusie

Uit al het bovenstaande kan geconcludeerd worden dat dit, zoals verwacht, een jonge cluster is met dus hoofdzakelijk O- en B-type sterren met een geschatte leeftijd van 11.1 miljoen jaar.

## 6 Bronnen

- Dark opnames <https://astrobackyard.com/how-to-take-dark-frames/>
- figuur 6 [https://en.wikipedia.org/wiki/Hertzsprung-Russell\\_diagram](https://en.wikipedia.org/wiki/Hertzsprung-Russell_diagram)
- Karttunen H., Kröger P., Oja H. et al (2016), *Fundamental Astronomy*. Helsinki, Finland: Springer
- Kaler, James B. (1989), *Stars and their spectra : An Introduction to the Spectral Sequence*

---

<sup>2</sup>Catherine, L. & Lynne, A. & Massey, P. (2002). The Star Formation History and Mass Function of the Double Cluster h and Chi Persei. arXiv:astro-ph/0205130

referentiesternnummer	$F_{0,I}$	$F_{0,B}$
1	/	4296589840.568956
2	132008634.92099196	3673365600.9112954
3	/	3211457993.5539
4	355448814.100042	3454628420.3738046
5	/	3525832627.591138
6	348643600.5760679	3719384943.303979
7	329835606.18368083	3761373704.2360935
8	223662118.4342885	4201119522.5982146
9	277706327.3462141	3714587203.647896
10	354796432.3656178	3549216315.7066226
11	299576707.286082	3909039726.441784
gemiddelde	$2.9 * 10^8$	$3.73 * 10^9$

Tabel 1: Tabel met berekende  $F_0$  per ster voor beide banden en hun gemiddeldes

sternummer	$F_I$	$F_B$	$M_I$	$M_B$	B-I
1	17800.0	107500.0	-2.110	-2.553	-0.443
2	16480.0	80260.0	-2.026	-2.236	-0.210
3	12550.0	64730.0	-1.730	-2.002	-0.272
4	10080.0	49860.0	-1.492	-1.719	-0.227
5	88250.0	433400.0	-3.848	-4.067	-0.219
6	85120.0	290600.0	-3.809	-3.633	0.176
7	11510.0	65810.0	-1.636	-2.020	-0.384
8	14770.0	80580.0	-1.907	-2.240	-0.333
9	89290.0	477900.0	-3.861	-4.173	-0.312
10	52020.0	288700.0	-3.274	-3.625	-0.351
11	310700.0	1583000.0	-5.214	-5.473	-0.259
12	4234.0	24280.0	-0.550	-0.937	-0.387
13	4752.0	19660.0	-0.676	-0.708	-0.033
14	3418.0	20570.0	-0.318	-0.757	-0.439
15	6671.0	18350.0	-1.044	-0.633	0.4112
16	2731.0	10350.0	-0.074	-0.012	0.063
17	27750.0	145000.0	-2.592	-2.878	-0.286
18	25190.0	116300.0	-2.487	-2.638	-0.152
19	5299.0	34320.0	-0.794	-1.313	-0.519
20	21500.0	111700.0	-2.315	-2.594	-0.280
21	3713.0	13660.0	-0.408	-0.313	0.095
22	3969.0	24010.0	-0.480	-0.925	-0.445
23	4757.0	10240.0	-0.677	-2.127e-06	0.677

Tabel 2: Tabel met gemeten fluxen, berekende absolute magnitudes en de kleur van de omkaderde sterren