

Examen Inleiding tot de sterrenkunde

Juni 2023

1 Examenvragen

1. Figuur 1 was gegeven.
 - (a) Wat stelt deze figuur voor?
 - (b) Welke structuren herken je?
 - (c) Welke conclusies kunnen we trekken uit elke panel?
 - (d) Welke conclusies bekomen we door de panels te vergelijken?
2. Korte vraagjes:
 - (a) Geef de definitie van effectieve temperatuur en geef de fysische interpretatie
 - (b) Wat wordt er bedoeld met de bewoonbare zone? Van welke parameters is die afhankelijk? (ook in juni 2022)
 - (c) Wat wordt er bedoeld met interstellaire verroding? Leg fysisch uit wat dat betekent.
3. Een astronoom observeert een gaswolk met straal D . Hij heeft een vergelijking voor de specifieke intensiteit opgesteld: $I_\nu = \alpha_\nu S_\nu D$. Leg uit wat de symbolen betekenen. Geef de eenheden. Welke aannames heeft de astronoom gemaakt om tot deze vergelijking te komen?
4. Leg uit wat het ‘vlakheids’-probleem is. Wat is de oplossing die we hiervoor hebben ingevoerd?
5. De temperatuur van de CMB op dit moment is 2,73 K. Een bepaalde QSO bevindt zich op een roodverschuiving van 7,6. Op het moment van ontkoppeling tussen straling en materie was de roodverschuiving 1088. Bepaal de energiedichtheid van de CMB voor die drie momenten.
6. Dezelfde vraag 6 als in juni 2022.
7. Dezelfde vraag 7 als in juni 2022, maar enkel voor de tweede vergelijking.

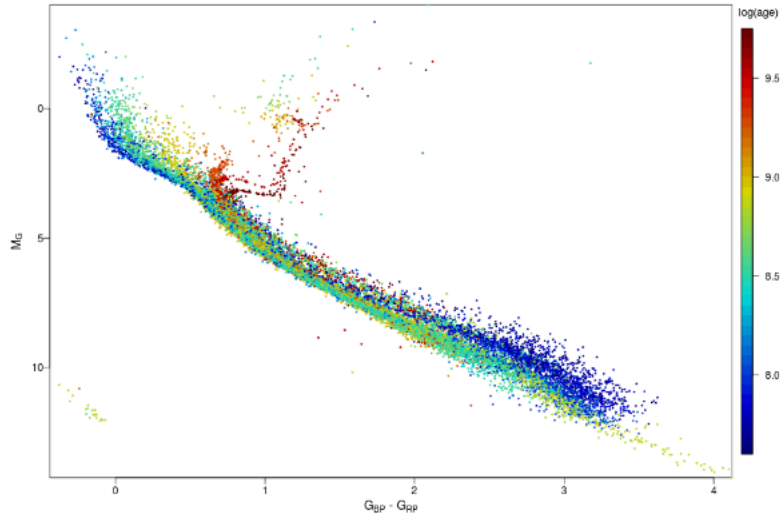


Fig. 2. Composite HRD for 32 open clusters, coloured according to $\log(\text{age})$, using the extinction and distance moduli as determined from the *Gaia* data (Table 2).

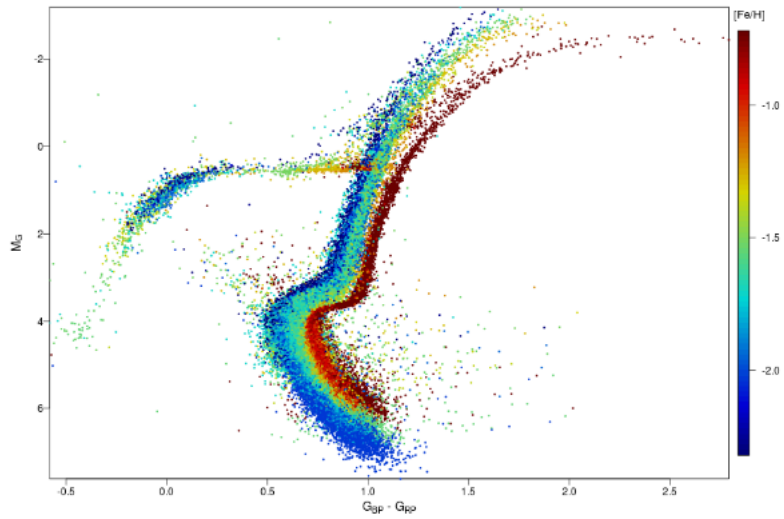


Fig. 3. Composite HRD for 14 globular clusters, coloured according to metallicity (Table 3).

Figuur 1: In <https://www.aanda.org/articles/aa/pdf/2018/08/aa32843-18.pdf>, figuren 2 en 3

2 Oplossingen

1. Waarschijnlijk in dezelfde stijl als bij vraag 1 van juni 2022 (zie scan). Opgelet, het gaat om twee verschillende sterrenhopen.
2. Korte vraagjes:
 - (a) $T_{\text{eff}} = \sqrt[4]{\frac{L_*}{4\pi R_* \sigma}}$. Dat is de temperatuur die een zwarte straler met dezelfde energieflex als de ster zou hebben.
 - (b) Zie scan van juni 2022.
 - (c) Stofdeeltjes verstrooien preferentieel blauw licht, dus we zien het spectrum van sterren als roder dan het uitgezonden werd als we doorheen het interstellair medium kijken.
3. De symbolen staan (soort van) in de cursus uitgelegd. De eenheden zijn (zover ik weet)

$$[I_\nu] = [S_\nu] = \frac{\text{J}}{\text{sr m}^2 \text{Hz}}, \quad [D] = \text{m}, \quad [\alpha_\nu] = \text{m}^{-1}.$$

Aannames:

- (1) De gaswolk is homogeen, dus $S_\nu(T)$ is constant.
 - (2) Er is geen achterliggende stralingsbron, dus $I_\nu(0) = 0$.
 - (3) De gaswolk is optisch dun, dus $\tau_\nu < 1$.
 - (4) De absorptiecoëfficiënt α is constant over de hele gaswolk.
- (Ik ben niet 100% zeker of (4) strikt nodig is; α zou ook gewoon de gemiddelde absorptie over heel de wolk kunnen zijn. Maar dat lijkt me sterk, volgens mij wou hij dat we de integraaldefinitie voor τ_ν gebruiken.)
4. Zie cursus H5. De oplossing voor het vlakheidsprobleem is kosmische inflatie.
 5. Gebruik $u = aT^4$ en het feit dat $T_1 = (1+z)T_0$ voor T_1 roodverschoven met roodverschuiving z en T_0 de temperatuur van de CMB bij ons. (Dat kan je afleiden uit de verplaatsingswet van Wien als je het niet vanbuiten weet.)
 De energiedichtheid bij ons is $u_0 = aT_0^4 = 4,20 \cdot 10^{-14} \text{ J m}^{-3}$.
 De temperatuur bij de QSO is $T_1 = (1+z_1)T_0 = 23,5 \text{ K}$, dus de energiedichtheid is $u_1 = aT_1^4 = 2,30 \cdot 10^{-10} \text{ J m}^{-3}$.
 De temperatuur bij ontkoppeling $T_2 = (1+z_2)T_0 = 2,97 \cdot 10^3 \text{ K}$, dus de energiedichtheid is $u_1 = aT_1^4 = 5,91 \cdot 10^{-2} \text{ J m}^{-3}$.
 6. Zie scan van juni 2022.
 7. Zie scan van juni 2022.