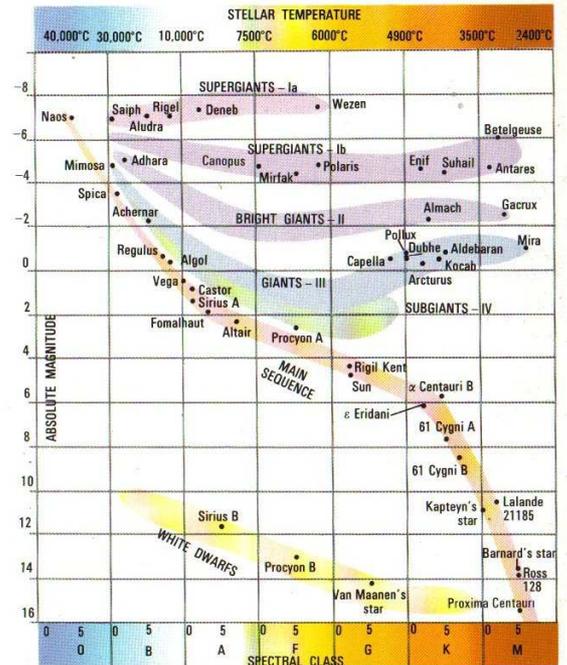


Q12 * Astrophysik * Aufgaben zum HRD

1. Im HRD werden die Sterne in Abhängigkeit von ihrer Oberflächentemperatur bzw. ihrer Spektralklasse bezüglich ihrer absoluten Helligkeit M bzw. ihrer relativen Leuchtkraft L^* ($= L/L_{\odot}$) eingetragen. Unsere Sonne ist ein Hauptreihenstern und hat die absolute Helligkeit $M_{\odot} = 4,8$.

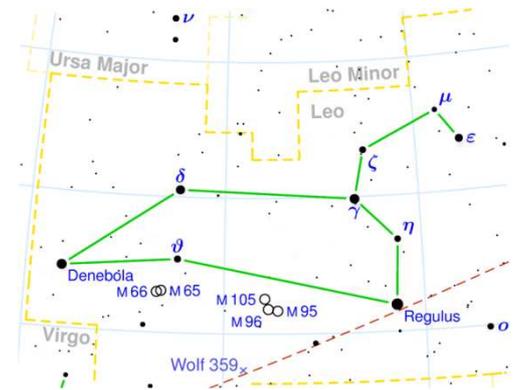
- Zwei Sterne unterscheiden sich in ihrer absoluten Helligkeit um 5 Magnituden. In welchem Verhältnis stehen ihre Leuchtkräfte?
- Skalieren Sie im nebenstehenden Bild die senkrechte Koordinatenachse in Einheiten der relativen Leuchtkraft L^* .

L^*



2. Regulus ist mit einer scheinbaren Helligkeit von 1,36 der hellste Stern im Sternbild Löwe (siehe Bild).

- Welche Eigenschaften des Sterns Regulus kann man aus dem beschrifteten HRD der Aufgabe 1 ablesen?
- Bestimmen Sie die Entfernung von Regulus in der Einheit parsec.
- Schätzen Sie rechnerisch den relativen Radius $R^* = R/R_{\odot}$ von Regulus ab.



Denebola ist ebenfalls ein Stern des Sternbildes Löwe.

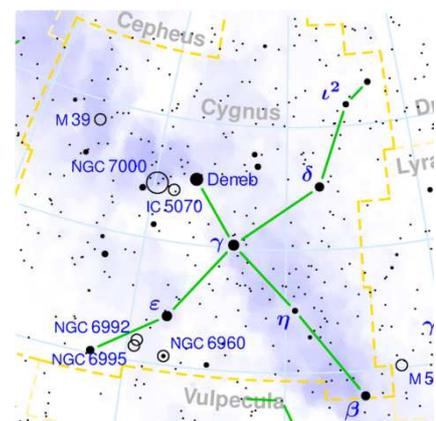
Denebola ist ein Hauptreihenstern der Spektralklasse A3 mit der scheinbaren Helligkeit von 2,14 Magnituden.

- Bestimmen Sie näherungsweise die Entfernung des Sterns Denebola. (Man spricht hier von einer so genannten spektroskopischen Entfernungsbestimmung.)

3. Bestimmen Sie in etwa die Entfernung eines Hauptreihensterns der Spektralklasse F2 mit der scheinbaren Helligkeit $m = 12,5$. (Spektroskopische Entfernungsbestimmung)

4. Deneb ist mit einer scheinbaren Helligkeit von 1,25 der hellste Stern im Sternbild Schwan.

- Deneb ist im HRD der Aufgabe 1 angegeben. Welche Eigenschaften Denebs kann man unmittelbar aus dem HRD ablesen?
- Bestimmen Sie die Entfernung Denebs.
- Bestimmen Sie den relativen Radius von Deneb.



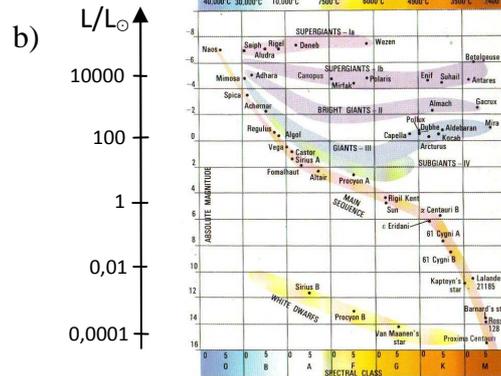
Q12 * Astrophysik * Aufgaben zum HRD * Lösungen

1. a) $M_1 - M_2 = -2,5 \cdot \lg \frac{L_1}{L_2} \Rightarrow$

$$\frac{L_1}{L_2} = (10^{0,4})^{M_2 - M_1} \Rightarrow \frac{L_1}{L_2} = 10^{0,4 \cdot (M_2 - M_1)}$$

Für $M_2 - M_1 = 5$ folgt also

$$\frac{L_1}{L_2} = 10^{0,4 \cdot (M_2 - M_1)} = 10^2 = 100$$



2. a) Regulus ist ein Hauptreihenstern B7
mit $M \approx -0,6$ und $L^* = L / L_{\odot} \approx 100$ und $T \approx 13000$ K.

b) $m - M = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow \frac{r}{10 \text{ pc}} = 10^{\frac{m-M}{5}} \Rightarrow r = 10 \text{ pc} \cdot 10^{\frac{1,36 - (-0,6)}{5}} \approx 25 \text{ pc}$

c) $R^* = \frac{R}{R_{\odot}} = \sqrt{\frac{L}{L_{\odot}}} \cdot \frac{T_{\odot}^2}{T^2} \approx \sqrt{\frac{100}{1}} \cdot \frac{5800^2}{13000^2} \approx 2$

d) Als A3 Hauptreihenstern hat Denebola etwa die absolute Helligkeit von 1,5.

$$m - M = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow \frac{r}{10 \text{ pc}} = 10^{\frac{m-M}{5}} \Rightarrow r = 10 \text{ pc} \cdot 10^{\frac{2,14 - 1,5}{5}} \approx 13 \text{ pc}$$

3. Ein F2 Hauptreihenstern hat etwa die absolute Helligkeit von 3,0.

$$m - M = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow \frac{r}{10 \text{ pc}} = 10^{\frac{m-M}{5}} \Rightarrow r = 10 \text{ pc} \cdot 10^{\frac{12,5 - 3,0}{5}} \approx 8 \cdot 10^2 \text{ pc} \approx 2,6 \cdot 10^3 \text{ Lj}$$

4. a) Deneb ist ein Überriese der Spektralklasse A2 mit einer absoluten Helligkeit von etwa -7,5.
Seine Oberflächentemperatur liegt bei ca. 9000K.

b) $m - M = 5 \cdot \lg \frac{r}{10 \text{ pc}} \Rightarrow \frac{r}{10 \text{ pc}} = 10^{\frac{m-M}{5}} \Rightarrow r = 10 \text{ pc} \cdot 10^{\frac{1,25 - (-7,5)}{5}} \approx 5,6 \cdot 10^2 \text{ pc} = 1,8 \cdot 10^3 \text{ Lj}$

c) $R^* = \frac{R}{R_{\odot}} = \sqrt{\frac{L}{L_{\odot}}} \cdot \frac{T_{\odot}^2}{T^2} \approx \sqrt{\frac{8 \cdot 10^4}{1}} \cdot \frac{5800^2}{9000^2} \approx 120$