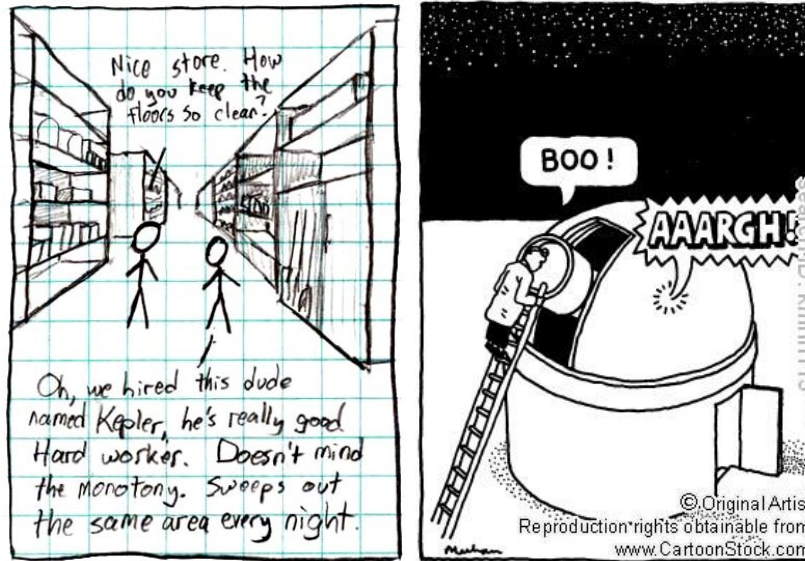


# Introduction to Astrophysics: werkcollege IV - 7-11-2011



## Opgave 1: Ruimtehoek

Een ruimtehoek  $\Omega$  ingenomen door een object aan de hemel wordt gedefinieerd door

$$\Omega = \int d\Omega \text{ met } d\Omega = \sin\theta d\theta d\phi \quad (1)$$

Bereken de ruimtehoek van de totale ruimte ofwel van de gehele hemelbol. Wat is de eenheid van ruimtehoek? (Tip: zoek op in je calculusboek hoe je een dubbele integraal moet uitrekenen en bedenk wat de grenzen van de integraal zijn.)

## Opgave 2: Een B-ster

Een ster met klasse B heeft een straal  $R_* = 3.948 \times 10^9 \text{m}$ . De absolute magnitude van deze ster bedraagt  $-5.936$  en de afstandsmodulus voor deze ster is  $-3.191$ . Bereken  $\lambda_{max}$ . Hoe heet het golflengtegebied waarin deze ster het felste straalt?

## Opgave 3: Roodverschuiving

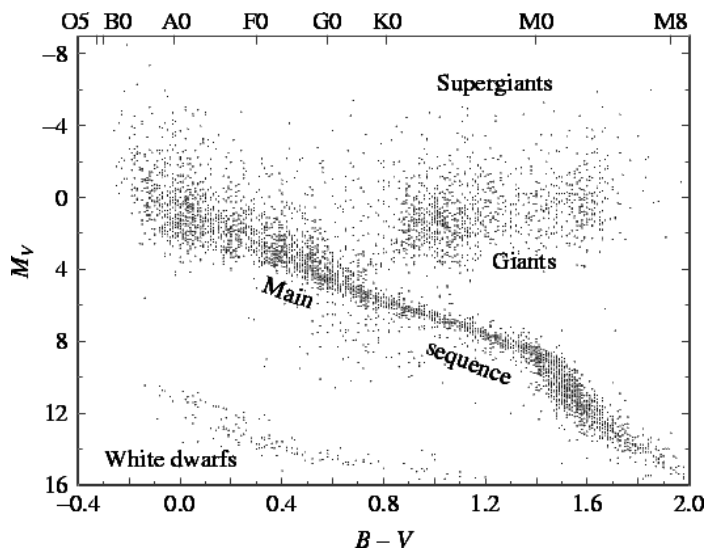
De roodverschuiving van een ver object wordt vaak aangegeven met de letter  $z$ . Er geldt:

$$1 + z = \frac{\lambda}{\lambda_o} \quad (2)$$

met  $\lambda$  de waargenomen golflengte en  $\lambda_o$  de oorspronkelijke golflengte van een bepaalde overgang. Je wilt van een object de  $\text{H}\alpha$ -overgang van waterstof ( $\lambda_o = 656.3 \text{nm}$ ) meten. Dit object heeft een roodverschuiving van  $z=0.21895$ . Je bent de handleiding van je telescoop kwijt, maar je weet dat je beschikt over een telescoop met een diffractielimiet van  $0.05''$ . Wat is het golflengtegebied waarin je moet kijken en wat is de diameter van de spiegel?

### Opgave 4: HR-kleurdiagram

Om de positie van een ster in het HR-diagram te bepalen, neem je de ster waar met behulp van twee filters: het B- en het V-filter. Je vindt voor deze ster dat de flux in het V-filter 1.45 keer zo groot is als de flux in het B-filter. De absolute magnitude  $M_V$  van deze ster in het V-filter is 14. Teken de positie van de ster in het HR-diagram in de figuur. Wat is dit voor ster?



### Opgave 5: Steropbouw (inleveropgave)

a. Leid af dat voor de potentiële energie van een homogene gasbol met massa  $M$  en straal  $R$  geldt:

$$E = -\frac{3GM^2}{5R} \quad (3)$$

b. De bron waaruit een ster haar energie put, was lange tijd een groot mysterie. In eerste instantie dacht men aan mechanische energie a.g.v. inkrimping (dus het vrijkomen van gravitationele energie). Bewijs dat de brandtijd van een ster onder deze aanname wordt gegeven door:

$$t = \frac{3GM^2}{5RL} \quad \text{met} \quad L = \frac{\Delta E}{\Delta t} \quad (4)$$

Neem een homogene dichtheidsverdeling aan  $\rho(r) = \rho$  (dus constante dichtheid). Bereken hiermee de Kelvin-Helmholtz tijd voor de zon.

- Bereken de massa en gemiddelde dichtheid, uitgaande van het homogene model, die de witte dwerg 40 Eri B ( $R = 0.018R_\odot$  en  $L = 1.08 \times 10^{31} \text{ erg s}^{-1}$ ) zou moeten hebben als de Kelvin-Helmholtz tijd gelijk zou zijn aan de Hubble tijd ( $\sim 10^{10}$  jaar).
- Bereken hoeveel massa de ster  $\alpha$  Tau ( $M_* = 5.0M_\odot$  en  $L_* = 200L_\odot$ ) verliest door uitgestraalde energie.
- Stel dat deze energie volledig komt uit de reactie  $4\text{H} \rightarrow \text{He}$ , hoeveel H wordt er dan per jaar verbruikt door  $\alpha$  Tau?
- Hoelang heeft de ster nog te leven als ze voor 74% uit H bestaat ?