

Etoiles: magnitudes et classification

- 1- Rappeler la définition du parsec (pc) et montrer qu'il vaut  $(180 \times 3600)/\pi$  unités astronomiques (UA). Calculer la valeur du parsec en mètres.
- 2- Le Soleil a une magnitude visuelle apparente d'environ  $v \approx -27$ , contre  $v \approx -12$  pour la pleine Lune. Estimer le rapport des flux lumineux reçus des deux astres. Conclusion: peut-on attraper un "coup de Lune" ?
- 3- Une supernova atteint une magnitude visuelle absolue de  $V \approx -18.5$ . Quelle serait la magnitude visuelle apparente d'une supernova qui exploserait à la distance de Proxima du Centaure (distance 1.3 pc)? Combien de fois plus brillante que la pleine Lune serait-elle alors?
- 4- Même exercice si la supernova explose de l'autre côté de la Galaxie, soit environ 20 kpc de nous.
- 5- Les étoiles "céphéides" sont des étoiles variables dont on sait théoriquement relier la luminosité  $L$  à la période de variation  $P$ . [NB. on relie ensuite  $L$  à la magnitude bolométrique absolue  $M_{\text{bol}}$  par  $M_{\text{bol}} = 4.75 - 2.5 \cdot \log_{10}(L/L_{\odot})$ ].

Par exemple, on estime qu'une céphéide de période 10 jours doit avoir une luminosité d'environ  $3200 L_{\odot}$ . On observe alors dans la galaxie d'Andromède une céphéide de période  $P = 10$  jours et on mesure sa magnitude bolométrique apparente,  $m = 20$ . Estimer la distance de la galaxie d'Andromède.

6- Limite de détection photonique de l'œil. L'étoile Véga nous envoie un flux spectral  $f_{\lambda}$  d'environ  $4 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \mu\text{m}^{-1}$  dans le domaine visible, qui s'étend en gros de 0.4 à 0.7  $\mu\text{m}$ .

Calculer le nombre de photons reçus par seconde par l'œil lorsque nous regardons Véga. On prendra pour diamètre de la pupille environ 6 mm lorsque l'œil est dans l'obscurité.

L'œil humain produit environ 20 images par seconde, et il peut détecter une étoile de magnitude visible 6. Estimer le nombre de photons minimum que l'œil peut détecter en une seule fois.

Estimer dans ce cas l'énergie reçue dans l'œil en provenance d'une telle étoile. Que vous inspire ce chiffre?

NB. En fait, la rétine peut détecter un photon individuel. La rétine (qui est en fait une extension du cerveau) possède des "logiciels" qui augmentent sensiblement cette limite de détection. Pourquoi d'après vous?

7- Super géantes rouges.

Estimer le rayon de Bételgeuse, sachant que sa luminosité vaut  $L \approx 3 \times 10^5 L_{\odot}$  et que sa température photosphérique effective est de  $T \approx 3500 \text{ K}$ . (On donnera ce rayon en UA).

Estimer le diamètre angulaire de Bételgeuse (en seconde d'arc), sachant que cette étoile se trouve à environ 150 pc de nous. Ce diamètre est-il facilement observable?

Estimer la masse volumique moyenne de Bételgeuse, sachant que sa masse est de l'ordre de  $20 M_{\odot}$ . Qu'en pensez-vous?

8- *Naines blanches.*

On observe une naine blanche de même type spectral que le Soleil, mais qui est 10 magnitudes absolues plus faible que lui. Quel est son rayon? En supposant que sa masse est du même ordre que celle du Soleil, estimez sa masse volumique. Qu'en pensez-vous?

9- *Relation masse-luminosité.*

On considère une étoile de la séquence principale, de masse  $M$ , de rayon  $R$  et de luminosité  $L$ . On peut montrer que  $L$  est proportionnelle au cube de sa masse  $M$ ,  $L \propto M^3$ .

Comment varie alors la durée de vie d'une étoile de la séquence principale en fonction de sa masse?

On peut montrer que la durée de vie totale du Soleil est d'environ  $10^{10}$  ans. Les étoiles les moins massives ont quant à elles une masse d'environ  $0.08 M_{\odot}$ . Quelle est leur durée de vie?

Les étoiles les plus massives ont une masse d'environ  $100 M_{\odot}$ . Quelle est leur durée de vie?