

Classification stellaire

1- *Distance d'une étoile* Les modèles stellaires montrent qu'une étoile donnée de type B0 de la séquence principale a une magnitude absolue de $M = -3$. Si une telle étoile a une magnitude apparente de $m = 10$, estimez sa distance.

2- *Distance maximale des étoiles visibles à l'œil nu.* Considérons le tableau suivant, qui donne différents paramètres physiques des étoiles de la *Séquence Principale* (ou classe stellaire V):

Type	V	T_{eff}	L/L_{\odot}	Type	V	T_{eff}	L/L_{\odot}
O5	-6.0	35000	3.2×10^5	F5	3.8	6500	2.5
B0	-3.7	21000	1.3×10^4	G0	4.6	6000	1.3
B5	-0.9	13500	6.3×10^2	G5	5.2	5400	7.9×10^{-1}
A0	0.7	9700	7.9×10^1	K0	6.0	4700	4.0×10^{-1}
A5	2.0	8100	2.0×10^1	K5	7.4	4000	1.6×10^{-1}
F0	2.8	7200	6.3	M0	8.9	3300	6.3×10^{-2}
				M5	12.0	2600	7.9×10^{-3}

où V est la magnitude visuelle absolue et T_{eff} est la température effective et L et L_{\odot} sont les luminosités stellaire et solaire, respectivement.

Sachant que l'œil humain peut voir des étoile de magnitude visuelle apparente v jusqu'à 6, faites un graphe montrant, en fonction du type spectral, la distance maximale à laquelle on peut voir une étoile à l'œil nu? Comparer ces distances avec les distances galactiques et intergalactiques.

Combien de fois plus lumineuse que le Soleil une étoile de type solaire, située dans la galaxie d'Andromède, doit-elle être afin d'être visible à l'œil nu ? (la galaxie d'Andromède est à environ 2.2 millions d'années-lumière).

Même chose avec un grand télescope qui peut atteindre, dans de bonnes conditions, $v = 24$.

3- *Limite de détection photonique de l'œil.* L'étoile Véga nous envoie un flux spectral f_{λ} 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 μm .

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.

NB. En fait, la rétine peut détecter un photon individuel. Le cerveau possède des "programmes" qui remontent sensiblement cette limite. Pourquoi d'après vous?

4- Rayon des étoiles. En reprenant le tableau de l'exercice 2, calculez les rayons des étoiles de la séquence principale. En supposant que ces étoiles sont à la distance de Proxima du Centaure, calculez leur diamètre en seconde d'arc. Peut-on espérer détecter ce diamètre un jour ?

Antarès est une super-géante rouge 7800 fois plus lumineuse que le Soleil, et de température effective 3000 K. Calculez son rayon, le comparer avec les distances interplanétaires. La masse d'Antarès est estimée à $25 M_{\odot}$. Calculez sa densité moyenne, conclusion ?

Cette étoile se trouvant à 130 parsecs, quel est son rayon apparent ? Est-il détectable ? Même question si Antarès se trouvait à la distance de Proxima du Centaure.

5- Taille des naines blanches Supposons que l'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 (ce que nous verrons plus tard), estimez sa densité. Qu'en pensez-vous ?

6- Tailles stellaires Reporter sur le diagramme fourni les courbes de rayon stellaire constant (par ex. $1 R_{\odot}$, $10 R_{\odot}$, $100 R_{\odot}$, $0.1 R_{\odot}$, etc...). On discutera la nomenclature pour ces étoiles (géantes, super-géantes, naines blanches, etc...) et on comparera leur taille à celle des orbites planétaires.

7- Magnitude bolométrique La magnitude bolométrique M_{bol} est reliée à la luminosité totale L (i.e. dans tout le spectre) d'une étoile par:

$$M_{bol} = 4.75 - 2.5 \log_{10}(L/L_{\odot})$$

Montrer que cette relation peut s'écrire $M_{bol} = 42.36 - 10 \log_{10}(T_{eff}) - 2.5 \log_{10}(R/R_{\odot})$, en utilisant une constante physique vue dans le cours, où T_{eff} est la température effective et R le rayon de l'étoile. Estimer M_{bol} des naines blanches vues dans 5-.