

Examen - 10 juin 2011

Partie: ordres de grandeur et physique stellaire
Sans documents, calculatrices de type collège autorisées

Constantes et quantités solaires :

Unité Astronomique : $1 \text{ UA} = 1.5 \times 10^{11} \text{ m}$

Constante de la gravitation : $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ m}^3 \text{ sec}^{-2} \text{ kg}^{-1}$

Température de surface du Soleil = 5770 K

Luminosité du Soleil : $L_{\odot} = 4 \times 10^{26} \text{ W}$

Magnitude absolue visuelle du Soleil : $M_{\odot} = 4.83$

Masse du Soleil : $M_{\odot} = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$

Rayon du Soleil : $R_{\odot} = 7 \times 10^8 \text{ m}$

NB. Le symbole " \odot " représente le Soleil.

Indications: plusieurs questions sont indépendantes. La plupart des questions ne demandent que des calculs simples. Pour toute application numérique, on donnera au préalable la forme littérale.

1- L'étoile Bételgeuse a une magnitude apparente de 0.45 à la longueur d'onde de $0.85 \mu\text{m}$. Sa parallaxe annuelle est de $0.00655''$. Dans cette exercice, nous allons déterminer les caractéristiques de cette étoile.

1) Parallaxe $p_a = 152.67 \text{ pc}$

2) Magnitude absolue $M_a = -5.47$

3) Luminosité étoile $L = 12232.5 L_{\odot}$

4) Temperature étoile $T = 3529.41 \text{ K}$ $T = 0.612 T_{\odot}$

5) Rayon étoile $R_{\text{sol}} = 295.60 R_{\odot}$ $R_{\text{UA}} = 5.507 \text{ UA}$

6) Diamètre angulaire (as) $0.072''$ Très dur à observer, la rayon a été accessible pour la première fois par interférométrie par Michelson et Pease en 1921, ApJ.

7) Densité $\rho = 1.22 \times 10^{-8} \rho_{\odot}$

8) En haut à droite, au stade de géante rouge

2- Compression gravitationnelle au coeur d'une étoile

1. Pression X Surface = Force

2. $[\alpha] = [kg/m^{3+\alpha}]$

3. $M = \frac{4\pi\beta R^{\alpha+3}}{\alpha+3}$, $\alpha \neq 3$. $\beta = \frac{M(\alpha+3)}{4\pi R^{\alpha+3}}$

4. $m(r) = \frac{4\pi\beta r^{\alpha+3}}{\alpha+3}$, en calculant le rapport $m(r)/M$, on obtient $m(r) = M \left(\frac{r}{R}\right)^{\alpha+3}$

5. $g(r) = \frac{GM}{R^{\alpha+3}} r^{\alpha+1}$. Il faut que $\alpha > -1$ sinon, on a une singularité au centre.

6. $P_c = \frac{\beta GM R^{\alpha-1}}{2\alpha+2}$ et en remplaçant β , $P_c = \frac{\alpha+3}{4\pi(2\alpha+2)} \frac{GM^2}{R^4}$, on retrouve bien la bonne dimension.

7. La constante de proportionnalité $\frac{\alpha+3}{2\alpha+2}$ est minimum pour $\alpha = 0$ et augmente lorsque $\alpha \rightarrow -1$. Densité uniforme donc $\alpha = 0$, $P_c = \frac{3}{8\pi} \frac{GM^2}{R^4}$.