

Examen, semestre 1, session 2, 22 janvier 2008

Partie: ordres de grandeurs et physique stellaire

Documents de cours et calculatrices autorisés

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

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

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

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

Plusieurs des questions sont indépendantes.

1- Quelles sont les quantités physiques qui permettent de positionner une étoile (en abscisse et en ordonnée) dans le diagramme HR?

2- Expliquer pourquoi la Séquence Principale est la région la plus peuplée du diagramme HR. On donnera un argument physique précis et clair pour expliquer ce fait.

3- Le Soleil rayonne dans l'espace une puissance totale (luminosité) de $L_{\odot} \approx 4 \times 10^{26} \text{ W}$.

On admet ici que son énergie mécanique totale (thermique + gravitationnelle) vaut $E_{\text{meca}} \approx -3GM_{\odot}^2/10R_{\odot}$.

(a) Montrer par des arguments dimensionnels que $-3GM_{\odot}^2/10R_{\odot}$ représente bien une énergie.

(b) Quel devrait être le taux de variation du rayon solaire si le Soleil tirait son énergie d'une lente contraction? (on exprimera le résultat en mètres par années).

(c) Estimer la taille angulaire du Soleil, vu depuis la Terre. On exprimera le résultat en minutes d'arc.

(d) Estimer la variation de ce diamètre angulaire au bout d'un an, si le Soleil se contractait au taux calculé dans (b). On exprimera le résultat en secondes d'arc par an. D'après vous, cette variation pourrait-elle être facilement détectée?

(e) Quelle serait la durée de vie typique du Soleil si sa source d'énergie provenait uniquement de la contraction calculée dans (b)?

(f) Comment appelle-t-on ce temps?

(g) Expliquer pourquoi cette source d'énergie ne peut pas être retenue pour expliquer la source de l'énergie émise par le Soleil.

(h) Quelle est la source d'énergie qui permet au Soleil de briller? Quel est son temps de vie total estimé?