

Examen – 10 janvier 2011

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

---

**Quelques quantités utiles:**

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

Masse solaire:  $M_{\odot} = 2 \times 10^{30}$  kg

1 parsec (pc)  $\approx$  3.3 années-lumière (AL)  $\approx 3.1 \times 10^{16}$  m

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

---

Indications: plusieurs questions sont indépendantes. La plupart des questions ne demandent que des calculs *simples*.

**Etoiles**

**1-** Rappeler, sans démonstration, quelle est la masse minimale d'une étoile,  $M_{*,\min}$ . Que se passe-t-il si un astre a une masse inférieure à  $M_{*,\min}$ ?

**2-** Rappeler, sans démonstration, quelle est la masse maximale d'une étoile,  $M_{*,\max}$ . Que se passe-t-il si un astre a une masse supérieure à  $M_{*,\max}$ ?

**3-** Rappeler, sans démonstration, quelle est la durée de vie approximative du Soleil.

Quel est le mécanisme qui explique sa production d'énergie?

**4-** Rappeler pourquoi il existe dans le diagramme Hertzsprung-Russell (HR) une zone plus peuplée appelée Séquence Principale (SP). On donnera un argument physique simple, mais convaincant, pour expliquer une telle concentration.

**5-** Rappeler, sans la démontrer, la relation approximative entre la luminosité d'une étoile et sa masse au sein de la SP.

**6-** En déduire, en utilisant des arguments physiques simples, une relation simple entre la masse d'une étoile et sa durée de vie.

**7-** Estimer la durée de vie d'une étoile de masse minimale  $M_{*,\min}$ . Une telle étoile peut-elle être primordiale, c'est-à-dire être née au tout début de la formation de notre galaxie? Justifiez votre réponse.

**8-** Les galaxies les plus lointaines détectables se situent à environ 10 milliards d'années-lumière de nous.

Une supernova atteint à son maximum d'éclat une magnitude absolue visuelle d'environ  $M_V = -18.5$ .

Les supernovae qui explosent dans les galaxies les plus lointaines sont-elles détectables par les instruments actuels?

**9-** Montrer qu'un corps sphérique de masse volumique  $\rho$  s'effondre sur lui-même en un temps dit de chute libre  $t_{cl} \sim 1/\sqrt{G\rho}$ , en l'absence de pression interne.

**10-** Calculer  $t_{cl}$  dans le cas d'une naine blanche de rayon  $R \sim 6000$  km et de masse  $M \sim 1.4M_{\odot}$  (effondrement de type supernova).

**11-** On considère une nuage interstellaire de masse  $M \sim 10000M_{\odot}$  et de rayon  $R \sim 100$  pc (valeurs typiques pour de tels nuages).

On suppose que ce nuage s'effondre sur lui-même pour former des étoiles (nuage dit protostellaire),. On néglige ici sa pression interne, du moins lors de la phase initiale de l'effondrement.

Combien de temps ce nuage met-il pour s'effondrer sur lui-même?

**12-** Commenter la valeur obtenue, en particulier en ce qui concerne la possibilité de former de nouvelles étoiles dans notre Galaxie.