

Option DEUG Astronomie-Astrophysique
Université Pierre et Marie Curie
Bruno Sicardy

Examen, 24 mai 1998
Documents *non* autorisés

NB. Les questions sont *largement indépendantes*. Ne pas passer plus de 5-10 mn par question!

Valeurs numériques:

Vitesse de la lumière: $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

Constante de Boltzmann: $k = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J K}^{-1}$

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

Parsec: $1 \text{ pc} \sim 3 \times 10^{16} \text{ m}$

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

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

Luminosité du Soleil: $L_{\odot} = 3.86 \times 10^{26} \text{ W}$

Masse du proton: $m_p = 1.67 \times 10^{-27} \text{ kg}$

1- Qu'appelle-t-on parallaxe annuelle d'une étoile? Comment définit-on le parsec? Combien vaut-il en années-lumière? En unités astronomiques?

2- Quelle sont les distances typiques entre planètes? entre étoiles? entre galaxies? Quelle est le diamètre de notre Galaxie? Combien contient-elle d'étoiles?

3- Quelle est la quantité physique qui sert à déterminer le *type spectral* d'une étoile? Quelle est la quantité qui permet de déterminer sa *classe stellaire*? Quel est le nom du diagramme où ces deux quantités sont portées?

4- Qu'appelle-t-on "Séquence Principale"? Expliquer brièvement (mais en donnant des arguments physiques) pourquoi la plupart des étoiles s'y trouvent.

5- Donner au moins trois faits observationnels qui indiquent l'existence d'une phase initiale chaude et explosive de l'Univers (théorie du "Big Bang").

6- Avec les quantités données en en-tête, essayez d'estimer la température interne du Soleil.

7- Les réactions nucléaires qui fusionnent l'hydrogène en hélium dans le Soleil nécessitent des températures de l'ordre de 10^7 K. Pourquoi de telles températures sont-elles requises? D'après la question précédente, les réactions thermo-nucléaires sont-elles possibles dans le Soleil?

8- Chaque proton fusionné dans le Soleil libère une énergie d'environ $0.007m_p c^2$. Estimez alors la durée de vie du Soleil, sachant qu'environ 10% de sa masse participe effectivement aux réactions nucléaires. Cette durée est-elle compatible avec ce que l'on sait de l'âge de la Terre?

9- Donner une brève explication de l'origine du rayonnement du fond cosmologique. On explicitera en particulier la notion de "recombinaison".

10- Le rayonnement du fond cosmologique correspond actuellement à une température de l'ordre de $T \sim 3$ K. On estime que la recombinaison s'est faite alors que l'Univers avait une température de l'ordre de $T' \sim 3000$ K. On peut montrer que dans le cadre de l'expansion de l'Univers à la Einstein-de Sitter, la température varie en fonction du temps t comme $T \propto t^{-2/3}$. Sachant que l'Univers a actuellement ~ 15 milliards d'années, estimer combien d'années après le Big bang s'est produite la recombinaison.