

Examen, 26 janvier 2006, durée: 2 heures

Calculatrices et documents de cours autorisés

Quelques quantités utiles: (d'autres quantités sont également disponibles dans le cours, si nécessaire)

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

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

Distance Soleil-Jupiter: 5.2 UA

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

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

Vitesse de la lumière: $c = 3 \times 10^8 \text{ m sec}^{-1}$

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

Ordres de grandeur

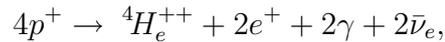
- 1- Rappeler le temps typique mis par le système solaire pour faire une révolution autour du centre galactique.
- 2- Rappeler la distance typique du système solaire au centre galactique.
- 3- Estimer grâce à 1- et 2- – et en ordre de grandeur – la masse du centre galactique (plus exactement, la masse des régions internes à l'orbite du système solaire). On exprimera le résultat en masses solaires.

Magnitudes

- 4- Jupiter a une magnitude apparente dans le visible de $m_J = -2$, et le Soleil, $m_{\odot} = -26.7$. Calculer le rapport E_J/E_{\odot} des flux lumineux reçus dans le visible, et pour un observateur sur la Terre, en provenance du Soleil et de Jupiter.
- 5- L'étoile "Rigil Kent" est l'étoile la plus brillante du triplet α Centauri, et a une parallaxe annuelle de 0.742 arcsec. Calculer sa distance en parsec.
- 6- Quelles seraient les magnitudes visuelles apparentes du Soleil et de Jupiter si on les observait depuis la distance de Rigil Kent?
- 7- Rigil Kent est une étoile de même type spectral et même classe stellaire que le Soleil (G2V). Sa magnitude visuelle apparente est $m_{RK} = -0.01$. Pourquoi ce résultat est-il cohérent avec ce qui a été obtenu dans la question précédente?
- 8- Quelle serait la séparation angulaire entre le Soleil et Jupiter si les observait depuis la distance de Rigil Kent?
- 9- Donner *deux* raisons pour lesquelles il serait très difficile de détecter – dans le domaine visible – la planète Jupiter autour du Soleil, toujours en observant le système à la distance de Rigil Kent.

Physique stellaire

10- Lors d'une réaction nucléaire de fusion de l'hydrogène en hélium,



il y a une perte de masse de $0.007m_p$ par proton impliqué dans la réaction. En supposant que le Soleil est essentiellement composé d'hydrogène à sa naissance, et en se rappelant que seuls 10% de la masse du Soleil participent aux réactions nucléaires, estimer la durée de vie typique du Soleil.

Cette durée est-elle compatible avec l'âge actuel estimé du Soleil?

11- A la fin de sa vie, quelle sera la perte de masse du Soleil (exprimée en fraction de masse solaire) due aux réactions nucléaires?

Cosmologie

12- On appelle facteur d'expansion $R(t)$ de l'Univers le rapport $r(t)/r(t_0)$ des distances entre deux galaxies données quelconques aux temps t_0 et t , comptés à partir du Big Bang. On rappelle que dans cette définition, la valeur du temps de référence t_0 peut être choisie arbitrairement.

Soit T la température du fond cosmologique à t , et T_0 cette température à t_0 .

Rappeler la valeur actuelle de T .

13- Donner le rapport T/T_0 en fonction de R .

14- Dans un modèle de Einstein-de Sitter, le facteur d'expansion R de l'Univers varie comme $R(t) \propto t^{2/3}$.

On estime que l'Univers est devenu neutre (non ionisé) lorsque sa température est passée en-dessous de ~ 3000 K (phase dite de "recombinaison").

Estimer l'âge de l'Univers lors de la recombinaison, et dans le cadre du modèle de Einstein-de Sitter.

15- De quel facteur l'Univers était-il réduit à cette époque-là, par rapport à l'époque actuelle?