L3 Physique   Partiel Astrophysique   février 2007

DURÉE UNE HEURE - SANS CALCULATRICE NI DOCUMENTS

Toutes les données numériques nécessaires sont portées dans la table ci-dessous. Elle peuvent être utilisées à la demande selon les besoins de tel ou tel exercice. On effectuera les calculs avec des approximations raisonnables qu'on explicitera.

π	=	3.1415926		$T_\odot$	=	6000 K	T surface soleil
σ_S	=	$5.67\,10^{-8}$ W.m^{-2}.K^{-4}	Stefan	1 $R_\odot$	=	$7\,10^{8}$ m	Rayon Solaire
k	=	$1.38\,10^{-23}$ J.K^{-1}	Boltzman	1 $M_\odot$	=	$2\,10^{30}$ kg	Masse solaire
h	=	$6.626\,10^{-34}$ J.s	Planck	1 $L_\odot$	=	$3.86\,10^{26}$ W	Luminosité Solaire
e	=	$1.6\,10^{-19}$ C	charge de l'électron	1 AU	=	$150\,10^{6}$ km	Unité Astronomique
c	=	$3\,10^{8}$ m.s^{-1}	vitesse lumière (vide)	1 pc	=	$3.1\,10^{16}$ m	parsec
ϵ_o	=	$8.84\,10^{-12}$ F.m^{-1}	Permittivité du vide	1 AL	=	$9.5\,10^{15}$ m	Année Lumière
G	=	$6.7\,10^{-11}$ J.m.kg^{-2}	Constante gravitation	1 an (moyen)	=	$3.16\,10^{7}$ s	année moyenne
a	=	$7.56\,10^{-16}$ J.m^{-3}.K^{-4}	2e constante de Stefan	H_o	=	60 km.s^{-1}.Mpc^{-1}	Constante Hubble

1- On considère un objet (par exemple un astéroide) en orbite à la distance $d =$ une unité astronomique du soleil. En considérant que chaque mètre carré de la surface de cet astéroide (coté éclairé) est en équilibre thermique entre le flux de rayonnement reçu du soleil et le flux de l'astéroide considéré comme un corps noir, calculer l'expression littérale de la température d'équilibre T de cet astéroide en fonction de la distance d.

$\diamond$ Montrer que T varie comme d^α. $\diamond$ Que vaut α ?

On place l'astéroide à la distance $d' = 4d$; Exprimer sa nouvelle température T' en fonction de T.

2- $\diamond$ Reprendre le calcul de l'exercice précédent en faisant intervenir la température du soleil $T_\odot$ et établir l'expression de T en fonction de $T_\odot$.

$\diamond$ Calculer numériquement T (on prendra $15 = 2 \times 7$ et $\sqrt{2} = 1.5$).

3- On rappelle que dans un gaz ionisé constitué de plusieurs espèces chimiques, la masse moyenne par particule $\overline{m}$ est égale à la masse totale M divisée par le nombre total de particules N (y compris les électrons). Le poids moléculaire moyen μ s'exprime comme $\overline{m}/m_H$ où m_H est la masse d'un noyau d'hydrogène.

$\diamond$ Calculer l'expression du poids moléculaire moyen μ d'un mélange contenant les fractions *massiques* suivantes : X d'hydrogène (A=1, Z=1), Y d'Helium (A=4, Z=2) Z d'Oxygène (A=16, Z=8).

$\diamond$ Calculer $1/\mu$ pour X=0.7, Y=0.29, Z=0.01. On donne $0.9/4 = 0.225$.

4- On considère un modèle d'étoile où on suppose que la masse volumique varie de la façon suivante (R est le rayon de l'étoile) :

$$\rho = \rho_o(1 - r/R)$$

$\diamond$ Tracer $\rho(r)$ pour $0 < r < R$; $\diamond$ Que représente ρ_o ?

$\diamond$ Calculer l'expression de la masse contenue à l'intérieur du rayon r. $\diamond$ En déduire la masse volumique moyenne $\overline{\rho}$ de l'étoile. $\diamond$ Placer $\overline{\rho}$ sur le graphe $\rho(r)$.

5- On rappelle la solution de l'équation du transfert du rayonnement émis par un corps noir à la température T_1, traversant un milieu de température T_2 avec une épaisseur optique τ :

$$I = B(T_1)e^{-\tau} + B(T_2)(1 - e^{-\tau})$$

On donne la courbe de variation de τ avec la longueur d'onde λ : le milieu devient transparent ($\tau = 0$), à λ_2. On suppose $T_1 > T_2$.

$\diamond$ Tracer $I(\lambda)$ observée. $\diamond$ Donner l'interpétation physique du résultat.

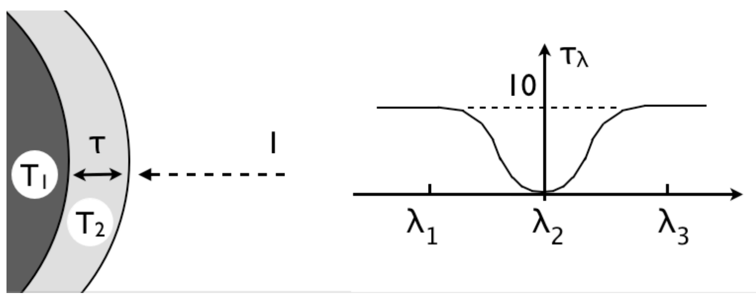

Figure 1: