NOM :	Prénom :

L3 Physique PARTIEL Astrophysique Lundi 20/02/06

Durée 1 heure - calculatrice autorisée - Documents interdits (une feuille de notes A4 autorisée)
Remplir Nom et Prénom - Répondre sur la feuille

π	=	3.1415926					
σ_S	=	$5.67\,10^{-8}$ W.m^{-2}.K^{-4}	Stefan	1 AU	=	$150\,10^{6}$ km	Unité Astronomique
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 $R_\odot$	=	$7\,10^{8}$ m	Rayon Solaire
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 an (moyen)	=	$3.16\,10^{7}$ s	année moyenne
G	=	$6.7\,10^{-11}$ J.m.kg^{-2}	Constante gravitation	1 AL	=	$9.5\,10^{15}$ m	Année Lumière
a	=	$7.56\,10^{-16}$ J.m^{-3}.K^{-4}	2e constante de Stefan	T$_\odot$	=	6000 K	T surface soleil

On rappelle la définition de la *magnitude apparente* m d'une étoile à la longueur d'onde λ si F est le flux reçu (en W.m^{-2}, F_o étant un flux de référence) à cette longueur d'onde :

$$m = -2.5 \log \frac{F}{F_o}$$

On définit également la *magnitude absolue* M de la même étoile comme la magnitude apparente qu'elle aurait si elle était située à une distance de 10 parsec.

EXERCICE 1 : Sirius a une magnitude absolue $M = +1.41$ et une magnitude apparente $m = -1.45$.

• Expliquez *sans calcul* pourquoi Sirius est forcément située à moins de 10 pc de la Terre.

• Calculer la distance D de Sirius en parcsec.

EXERCICE 2 : On considère une étoile double composée de deux étoiles dont les magnitudes apparentes sont m_1 et m_2. On note m_{12} la magnitude mesurée lorsqu'on prend en compte le flux $F_1 + F_2$ des deux étoiles à la fois. On note de plus $\alpha = F_1/F_2$ le rapport des deux flux.

- Pourquoi n'a t-on pas $m_{12} = m_1 + m_2$?

- Montrer que m_1 peut s'écrire :

$$m_1 = m_{12} + 2.5 \log \frac{1+\alpha}{\alpha}$$

- En déduire l'expression de m_2.

`On rappelle que la puissance rayonnée sur toutes les fréquences par unité de surface d'un corps noir à la température` T `est :`

$$P = \sigma T^4 \qquad (\mathrm{W.m^{-2}}) \quad \text{ou } \sigma \text{ est la constante de Stefan}$$

EXERCICE 3 : • Donner l'expression de la luminosité totale L d'un corps noir sphérique de rayon R et de température de surface T.

Par la suite, on considère les étoiles comme des corps noirs sphériques.

• Ré-écrire cette expression sous une forme sans dimension faisant intervenir les paramètres du soleil : $L/L_\odot$ fonction de $R/R_\odot$ et $T/T_\odot$.

Pourquoi les termes constants (4, π et σ n'interviennent-ils plus dans cette expression ?.

On souhaite représenter le domaine de variation de la relation $L(R,T)$ sur un diagramme $\log(R)$ fonction de $\log(T)$ (figure **??**).

• Justifiez la position du point représentatif du soleil sur la figure **??**.

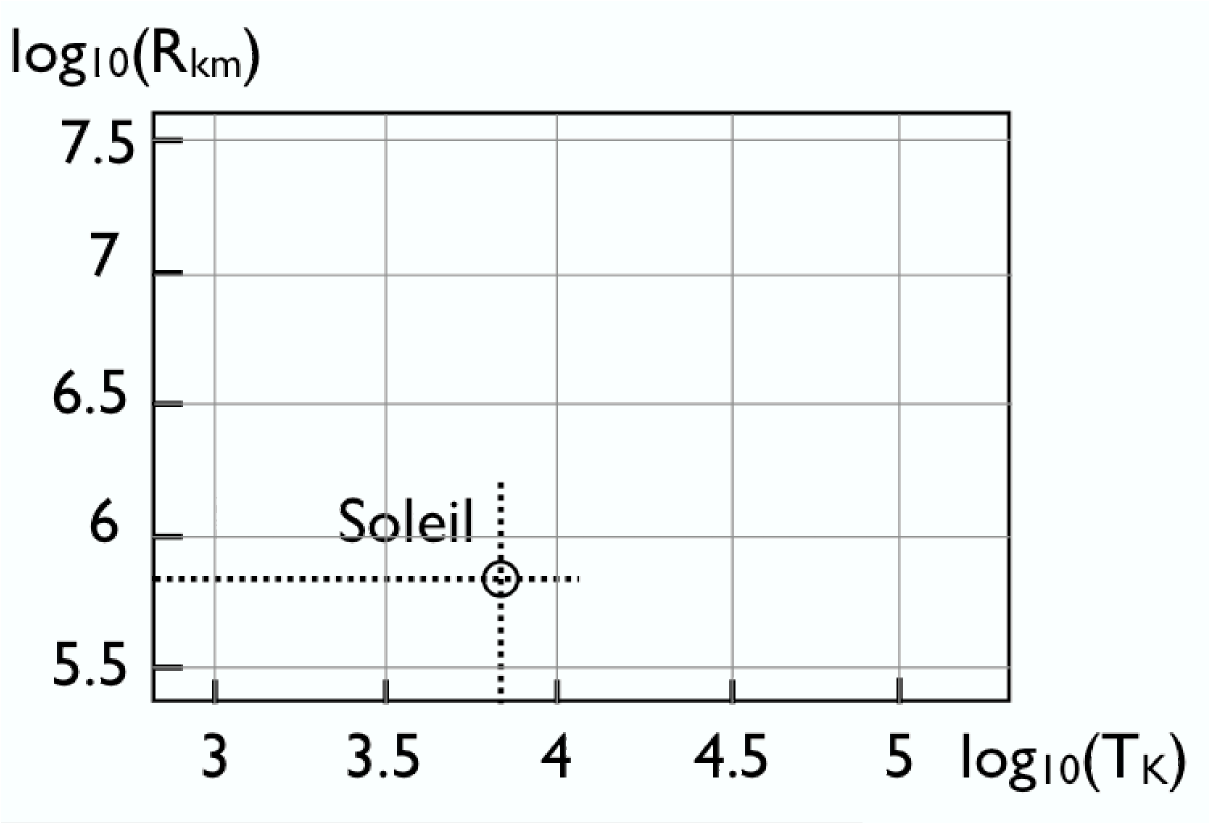

Figure 1: Diagramme log(R) (rayon stellaire exprimé en km) en fonction du log(T), température de surface de l'étoile, exprimée en Kelvin.

• Tracer sur la figure le domaine de variation $\log(R) = f[\log(T)]$ pour des étoiles de luminosité $L = 1\, L_\odot$. Montrer que ce domaine de variation est une droite de pente -2.

• Tracer sur ce même diagramme le lieu des points $\log(R) = f[\log(T)]$ pour des étoiles de luminosité $L = 100\,L_{\odot}$. Indiquer pour quelles température ces étoiles sont plus grosses que le soleil ?

En fait les étoiles ne peuvent pas prendre tous les rayons possibles. Leur luminosité étant fixée, la relation masse-luminosité fixe leur masse. Si on suppose que toutes les étoiles ont la même masse volumique moyenne ρ_o, cela détermine alors une relation entre la masse et le rayon.

• Montrer que si les étoiles ont toutes la même masse volumique moyenne ρ_o (par exemple $1000\,\mathrm{kg.m^{-3}}$), on a :

$$\frac{M}{M_{\odot}} = (\frac{R}{R_{\odot}})^3$$

• La valeur exacte de ρ_o est-elle importante ?

On suppose de plus que la luminosité varie comme le cube de la masse : $\frac{L}{L_{\odot}} = (\frac{M}{M_{\odot}})^3$

• Montrer qu'on a alors :

$$\frac{T}{T_{\odot}} = (\frac{R}{R_{\odot}})^{7/4}$$