

## Série 9: Corrigé

Laboratoire d'Astrophysique <http://lastro.epfl.ch>  
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne  
Semestre de printemps 2011

### Exercice 1 : Taille et densité de la poussière interstellaire

---

- a) On fait donc correspondre  $1/\lambda = 5\mu^{-1}$  à  $x = 2\pi a/\lambda = 5$ . Ce qui implique  $a = \frac{1}{2\pi}\mu \approx 160$  nm.
- b) Pour  $a \approx 160$  nm et  $\lambda = 440$  nm, on a  $x \approx 2.3$ , et donc  $Q_{\text{ext}} \approx 2$ . Par l'équation  $A = 2.5 \bar{n} Q_{\text{ext}} \pi a^2 D \log(e)$ , nous trouvons  $\bar{n} = 3.8 \cdot 10^{-7} \text{m}^{-3}$ , ce qui correspond donc à un ordre de grandeur de 400 grains de poussière par kilomètre cube.

### Exercice 2 : SN 1987a

---

- a) La moitié de la masse du coeur se trouve sous forme de protons, i.e. le coeur contient  $M_p = 1 M_{\odot}$  de protons. Ce qui correspond à un nombre de protons

$$n = \frac{M_p}{m_p} = 1.20 \times 10^{57}$$

Si on transforme tous les protons en neutrons, on produit donc  $n$  neutrinos. Ceci correspond à un flux sur Terre de :

$$N = \frac{n}{4\pi d^2} = 4.01 \times 10^{13} \text{ m}^{-2}.$$

- b) Le flux de neutrino sur Terre provenant de SN 1987A est estimé à  $N = 1.3 \times 10^{14} \text{ m}^{-2}$ . Ceci est comparable et un peu supérieur à la valeur obtenue au point précédent. En fait, il y a encore d'autres processus qui sont à l'origine de la création de neutrinos. Notamment la création de paires neutrino-antineutrino qui vont refroidir le coeur extrêmement chaud (100 GK) de l'étoile à neutron.
- c) Le flux d'énergie des neutrinos sur Terre par unité de surface se calcule directement :

$$N \cdot E_{\nu} = 87.5 \text{ J m}^{-2}. \quad (1)$$

L'énergie émise par la supernova sous forme de neutrinos est donc :

$$E = N \cdot E_{\nu} \cdot 4\pi d^2 = 2.62 \times 10^{45} \text{ J}. \quad (2)$$

d) L'énergie gravitationnelle de la naine blanche est :

$$|U_g| \simeq \frac{GM^2}{R} = 8.20 \times 10^{43} \text{ J.} \quad (3)$$

Cette énergie est plus d'un ordre de grandeur inférieure à l'énergie émise sous forme de neutrinos lors de l'explosion de SN 1987A.

### Exercice 3 : Absorption dans les amas ouverts

---

Puisque nous travaillons avec des petits angles nous pouvons exprimer le diamètre linéaire  $D$  d'un amas en fonction de son diamètre angulaire  $\theta$  selon :

$$D = \theta r \quad (4)$$

où  $r$  est la distance à l'amas. Etant donné l'égalité entre les diamètres linéaires des deux amas, nous déduisons que  $D_1 = \alpha r_1 = 3\alpha r_2$  et donc le rapport de distance entre les deux amas  $r_1/r_2 = 3$  (où les indices 1 et 2 se réfèrent à chacun des deux amas).

On peut ensuite utiliser ce rapport de distance et l'insérer dans l'expression du module de distance pour les 2 amas. Cela donne :

$$m_1 - M_1 = 16 \text{ mag} = 5 \log(r_1) - 5 + a r_1 \quad (5)$$

$$m_2 - M_2 = 11 \text{ mag} = 5 \log\left(\frac{r_1}{3}\right) - 5 + a \frac{r_1}{3}. \quad (6)$$

En combinant ces deux équations on trouve aisément que  $r_1 = 2.60 \text{ kpc}$ . Le deuxième amas est situé à une distance 3 fois plus petite  $r_2 = 868 \text{ pc}$ . En remplaçant cette valeur dans l'expression du module de distance, on trouve que le taux d'extinction  $a = 1.51 \text{ mag/kpc}$ . Cette valeur est typique de l'extinction rencontrée dans le plan de notre Galaxie. Si nous avons négligé l'absorption, nous aurions trouvé comme distance à partir du module de distance :  $r_1 = 15.8 \text{ kpc}$  et  $r_2 = 1.58 \text{ kpc}$ .