

9 • Rappeler la définition de la constante de Hubble H.

3^{ème} partie – Exercice

Masse maximum des étoiles , Limite d'Eddington.

La formation d'une étoile intervient lorsqu'une portion du gaz dans la galaxie se trouve suffisamment dense pour s'effondrer sur lui même. On considèrera ici un modèle simple où une étoile de masse M et de luminosité L se trouve au centre d'un repère orthonormé (figure 1) ; le gaz environnant, constitué d'hydrogène ionisé tombe sur l'étoile le long de trajectoires radiales. On se place en coordonnées sphériques : la seule coordonnée à intervenir est la distance à l'étoile R . Du point de vue du rayonnement, on ne considèrera pas de distinction en longueur d'onde ou en fréquence. On rappelle : $1L_o = 3.8 \cdot 10^{26} \text{ W}$; $1 M_o = 2 \cdot 10^{30} \text{ kg}$; $G = 6.7 \cdot 10^{-11} \text{ USI}$.

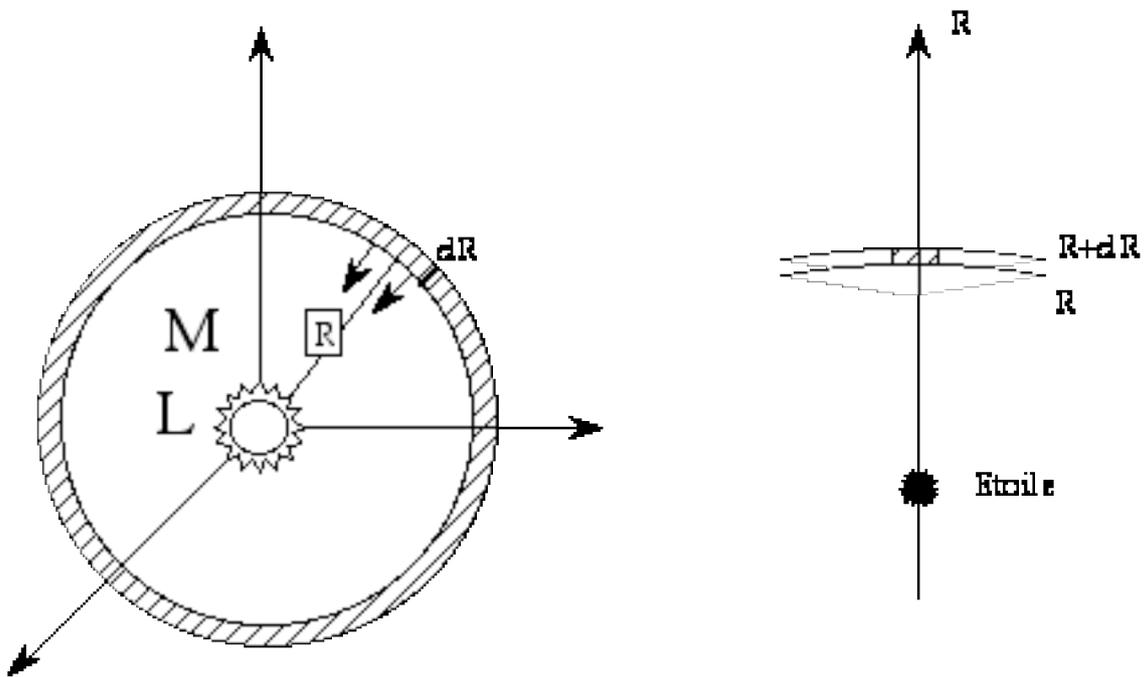


Figure 1

On considère une coquille de gaz d'épaisseur dR , de densité ρ à la distance R de l'étoile.

1) Calculer la masse totale dm de cette coquille en fonction de R , dR et ρ .

2) En déduire la force de gravitation totale dF_G qui tend à faire chuter cette coquille de gaz sur l'étoile.

3) Si κ est l'opacité du gaz de la coquille (en cm^2/g), calculer la surface équivalente $dS\kappa$ que la coquille de gaz oppose au rayonnement de l'étoile.

On rappelle qu'en relativité, un rayonnement d'énergie E possède une quantité de mouvement $p=E/c$, où c est la vitesse de la lumière dans le vide.

4) Calculer la quantité d'énergie dE_i en provenance de l'étoile, interceptée par la coquille de gaz par unité de temps dt .

5) En déduire la quantité de mouvement dp transférée par le rayonnement au gaz par unité de temps dt . A quelle grandeur physique correspond dp/dt ?

6) Calculer la luminosité L_E correspondant au cas où le gaz est en équilibre entre l'action de la gravitation dF_G et celle de la radiation dF_R . Cette luminosité maximum est appelée *Luminosité d'Eddington*. Application numérique : exprimer L_E en luminosités solaires pour $\kappa=0.4 \text{ cm}^2/\text{g}$, et $M=1M_\odot$.

7) Que se passe-t-il si la luminosité de l'étoile augmente au delà de la luminosité d'Eddington ?